

Penerapan Sensor Suhu DS18B20 dan Sensor pH sebagai Otomatisasi Pakan Ikan Berbasis IoT

Implementation of DS18B20 Temperature Sensor and pH Sensor as an Automation Fish Feeding Based on IoT

Ferdy Rakhman Ibrahim¹, Fikra Titan Syifa*², Herryawan Pujiharsono³

^{1,2,3} Institut Teknologi Telkom Purwokerto
Jl. D.I. Panjaitan No.128 Purwokerto, 0281-641629

18101120@ittelkom-pwt.ac.id, fikra@ittelkom-pwt.ac.id, herryawan@ittelkom-pwt.ac.id

Received on 07-10-2022, accepted on 19-06-2023, published on 21-07-2023

Abstrak

Ikan Koi merupakan ikan hias yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat karena bentuknya yang cantik dan warnanya yang indah. Di Desa Melung sendiri kolam budidaya Ikan Koi dengan siklus terbuka dan area persawahan serta dataran tinggi dapat menyebabkan metabolisme ikan yang dapat berpengaruh ke pola pakan ikan dikarenakan suhu yang tidak stabil, serta dapat membantu pembudidaya ikan memantau kondisi suhu air dan pH air. Tujuan dari penelitian ini adalah dapat memantau suhu air dan pH air serta membuat sistem pakan ikan otomatis berbasis suhu dan jam, menggunakan board mikrokontroler Arduino Nano Atmega328 dan memanfaatkan NodeMCU ESP8266 sebagai penghubung ke internet. Penggunaan sensor pH 4502C sebagai pendeteksi nilai pH air dan sensor suhu dengan tipe DS18B20 sebagai pendeteksi suhu air. Sebagai pengatur waktu pada sistem pakan ikan otomatis menggunakan modul RTC DS3231 yang terhubung dengan servo untuk membuka dan menutup pakan ikan otomatis, dengan memanfaatkan Internet of Things serta dapat dipantau dengan aplikasi MIT App Inventor. Berdasarkan hasil pengujian sensor suhu didapatkan dengan kondisi suhu air dingin 5,7°C, air normal 25,8°C, air panas 70,5°C mendapatkan rata-rata error 0,64%, dan pada pengujian sensor pH menggunakan larutan air Cuka 2,54, air normal 6,42, air sabun 10.08 didapat error rata-rata 5,29%. Pada hasil pengujian takaran menggunakan servo berdasarkan durasi mendapatkan hasil jika 10 ms maka takarannya 5,83 gram, 20 ms takaran 7,53 gram, 30 ms takaran 9,36 gram, dan 70 ms dengan takaran 17,86 gram

Kata kunci: Ikan Koi, Arduino Nano, Sensor Suhu, Sensor pH, *Internet of Things*.

Abstract

Koi fish is an ornamental fish that is widely cultivated by community because of its beautiful shape and lovely color. In Melung Village itself, Koi fish farming ponds with open cycles and rice fields as well as highlands could distract fish metabolism due to unstable temperatures, and can help fish farmers monitor water temperature conditions and water pH. The purpose of this research is to monitor water temperature and water pH and to create an automatic fish feed system based on temperature and clock. Arduino Nano ATmega328 microcontroller board and utilizing the NodeMCU ESP8266 has a link to connect onto internet. pH 4502C sensor as a detector of the pH value of the water. Temperature sensor DS18B20 as a water temperature detector. As a timer for an automatic fish feed system using a DS3231 RTC module that is connected to a servo. open and close automatic fish feed, by utilizing the Internet of Things and can be monitored in MIT App Inventor. Based on the results of testing the temperature sensor with cold water temperature conditions of 5.7°C, normal water 25.8°C, hot water 70.5°C. Average error is about 0.64%. As a result, experiment testing value catch up the pH sensor. Then, a solution of vinegar water 2.54, normal

water 6.42, soapy water 10.08 are obtained an average error of 5.29%. Last but not least, servo's duration that complete feeding of fish got 10 ms is 5.83 grams, 20 ms is 7.53 grams, 30 ms is 9.36 grams, and 70 ms is 17.86 grams.

Keywords: Koi Fish, Arduino Nano, Sensor temperature , Sensor pH, *Internet of Things*

I. PENDAHULUAN

Ikan koi merupakan komoditas ikan air tawar yang dapat dipelihara dan dibudidayakan untuk memperoleh keuntungan dari hasil penjualan. Tujuan utama para pembudidaya Ikan Koi salah satunya dapat memperoleh ikan dengan ukuran tertentu dalam jumlah banyak dan biaya sekecil mungkin [1]. Budidaya ikan koi merupakan budidaya ikan air tawar salah satu upaya untuk bisa meningkatkan produksi perikanan di desa maupun dikota-kota besar termasuk Desa Melung tepatnya di daerah lereng Gunung Slamet, Kecamatan Kedung Banteng, Kabupaten Banyumas. Ada berbagai macam kolam budidaya ikan koi, seperti kolam terpal, kolam semen, kolam tanah [2]. Kolam ikan yang digunakan adalah kolam tanah dengan area terbuka serta siklus air mengalir dan area sekitar kolam budidaya terdapat persawahan dengan kandungan air yang bisa saja terdapat zat yang berbahaya seperti sabun maupun pupuk [3]. Kolam ikan berisi berbagai corak dari berbagai jenis dan ukuran yang berbeda dengan ukuran kolam panjang 2 meter dan lebar 1 meter [4].

Benih ikan koi yang dapat dibudidayakan berasal dari indukan yang berkualitas baik. Benih yang unggul harus disesuaikan dengan cara tanpa mengesampingkan faktor lingkungan dan pakan yang berkualitas. Kondisi air yang bersih dapat mempengaruhi kelangsungan hidup ikan koi serta pemeliharaan terjamin. Air yang digunakan dalam kolam sebaiknya tidak mengandung zat yang berbahaya atau bahan kimia yang dapat menghambat tumbuh kembangnya ikan koi. Benih yang berukuran sedang maupun benih yang unggul wajib dipelihara dalam kolam harus diperhatikan waktu pemberian pakan serta memperhatikan keadaan suhu air agar tidak mudah stress dan mati [5]. Penelitian ini fokus pada hasil data sensor-sensor untuk memonitoring pH air secara teratur agar kandungan air dapat dipantau. Suhu optimum untuk pakan ikan adalah 25°– 27°C. Perubahan drastis suhu mencapai 5°C dapat menyebabkan stress pada ikan atau membunuhnya . Desa Melung suhu lingkungan sekitar 16°-29°, Sehingga ketika pakan ikan koi dibawah 25° memberi pakan lebih sedikit dari suhu optimum pakan ikan, Suhu metabolisme tertinggi pada ikan koi adalah suhu air 22°C sampai 26°C. Pada suhu ini, ikan koi diberikan 3-4 kali sehari. Kolam budidaya ikan koi dengan air mengalir dan diarea terbuka tentunya air tidak selalu jernih dan berkualitas ada kalanya saluran buangan limbah bisa saja masuk ke kolam ikan dan menyebabkan kandungan air kolam budidaya dapat tercemar, seperti perubahan basa pada air [6]. Sebagian besar ikan air tawar sensitif terhadap perubahan pH dibawah 7. Sedangkan nilai pH antara 7 hingga 8,5 adalah ambang standar dari ikan air tawar. Nilai pH optimal adalah 7,0 – 8,0 dengan [1].

Kondisi lapangan sistem pemberi pakan ikan masih menggunakan manual dan pembudidaya dapat mengeluarkan ongkos lebih, tentunya dapat menyebabkan takaran pemberian tidak menentu dapat menyebabkan kelebihan pakan dan juga menyebabkan lamanya pemberian pakan. Sebaiknya penggunaan pakan dapat dilakukan secara efisien dengan cara menentukan pakan berdasarkan suhu air dan jam yang telah ditentukan, suhu air dan kandungan air tersebut dapat mempengaruhi pertumbuhan dan nafsu pakan ikan [7]. Agar dapat memantau kondisi air dan pakan ikan otomatis dengan mudah salah satunya dapat memanfaatkan teknologi IoT (Internet Of Things) [8]. IoT adalah interkoneksi dari perangkat elektronika yang mempunyai kemampuan untuk berbagi informasi serta berkoneksi ke jaringan dan benda-benda memungkinkan pertukaran data .

II. STUDI LITERATUR

Tahap awal adalah melakukan studi literatur berupa mempelajari dan mencari sumber referensi tentang jurnal ilmiah penelitian. Konsep dikembangkan dengan cara mengganti atau mengubah sistem manual menjadi otomatis seperti pemantauan suhu air dan kadar pH. Pengembangan pada penelitian kali ini dapat mengatur sistem aktuator pakan ikan secara otomatis berdasarkan input nilai dari sensor pH dan sensor suhu pada permukaan air [9].

A. Habitat Ikan Koi

Ikan koi hidup di daerah beriklim sedang. Hal tersebut (habitat) juga termasuk ikan air tawar dan danau. Pada umumnya ikan koi hidup dengan baik kisaran suhu 25°C - 30°C dengan pH yang baik antara 6,5 – 8,0. Ikan koi merupakan ikan yang tidak tahan terhadap perubahan suhu secara drastis. Suhu terbaik pertumbuhan panjang dan berat ikan koi pada suhu 27°C [10].

B. Sensor Suhu DS18B20

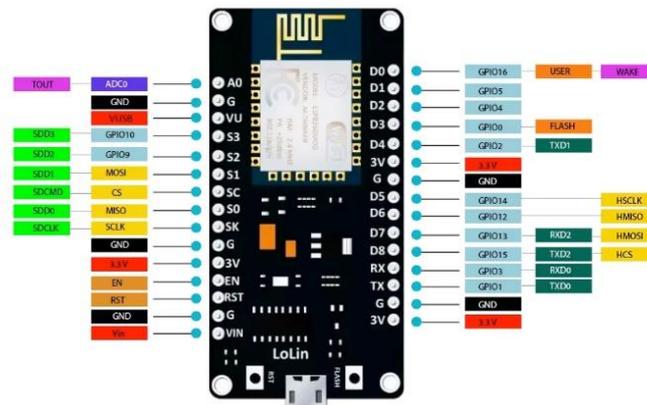
Sensor suhu DS18B20 adalah sensor digital yang mempunyai 12-bit ADC internal jika tegangan referensi 5 Volt. Sensor ini sangat presisi dan memiliki tingkat perubahan terkecil hingga $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ dengan rentang suhu -10 sampai +85°C. Sensor DS18B20 menggunakan komunikasi 1-wire. Setiap sensor yang diproduksi memiliki kode unik sebesar 64-bit yang disematkan pada chip masing-masing sensor ini, sehingga memungkinkan pemakaian sensor dalam jumlah besar hanya melalui satu kabel (single wire data bus/1 wire-protocol). Sensor ini dapat diaplikasikan pada mikrokontroler dengan ditambahkan resistor pull-up [11].

C. Servo Motor SG90

Motor servo adalah aktuator. Dirancang untuk menggunakan sistem secara terkontrol umpan balik *loop* yang tertutup bisa disebut servo, sehingga dapat diatur untuk menentukan dan memastikan dari sudut poros *output* motor. Motor servo ini terdiri dari motor DC, *gear*, rangkaian kontrol dan potensiometer, pada tipe SG90 bergerak dengan putaran 180° (90 disetiap arah) atau 90° ke arah kanan dan 90° ke arah kiri. Servo memiliki 3 kabel diantaranya input VCC dengan daya 4,8 – 6Volt, Ground dan (*Pulse Width Modulation*) PWM *input*. PWM merupakan suatu teknik modulasi yang dapat mengubah lebar pulsa (*pulse width*) dengan nilai frekuensi dan amplitudo yang sama [12].

D. NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah board mikrokontroler yang dilengkapi dengan modul WiFi ESP8266. Terdapat fitur yang mampu terhubung ke internet guna mendukung pembuatan aplikasi sistem *internet of things*. NodeMCU merupakan chip yang bersifat open source yang terdiri dari ESP8266 WiFi SoC yang dirancang oleh Espressif System berbasis CPU RISC 32-bit dengan prosesor Tensilica Xtensa LX106. Fitur yang dimiliki seperti WiFi 802.11 b/g/n, General Purpose Input/Output (GPIO), Inter-Integrated Circuit (I2C), analog to digital conversion, Serial Peripheral Interface (SPI), Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART), dan Pulse Width Modulation (PWM). ESP8266 memiliki sejumlah versi dengan kapasitas yang bervariasi [11]. Pin input output berupa Gambar ESP8266 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Pin Input Output ESP8266

NodeMCU ESP8266 memiliki modul WiFi yang dapat terkoneksi melalui sebuah jaringan *wireless*, spesifikasi NodeMCU ESP8266 dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Spesifikasi NodeMCU ESP8266

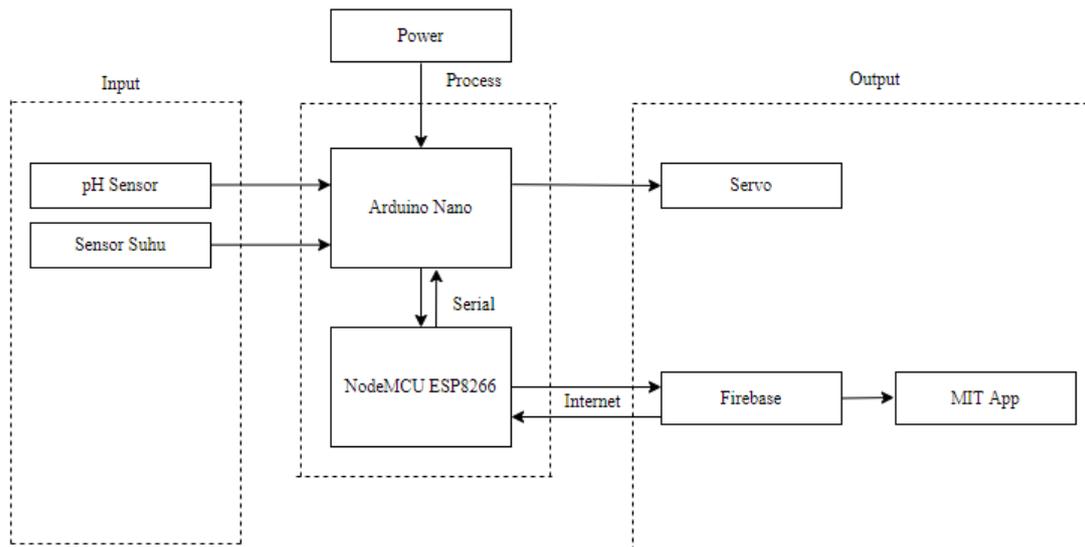
No	Parameter	Keterangan
1	Mikrokontroler	ESP 8266
2	Tegangan <i>Input</i>	3.3 – 5V
3	GPIO	17 Pin
4	<i>Flash Memory</i>	16 MB
5	RAM	32KB + 80KB
6	Konsumsi Daya	10 uA – 170 mA
7	Frekuensi	2.4 GHz – 22.5 GHz
8	USB Port	Micro USB
9	WiFi	IEEE 802.11b/g/n
10	Kanal PWM	10 Kanal
11	USB Chip	CH340G
12	<i>Clock Speed</i>	40/26/24 MHz

Pada tabel 1 merupakan spesifikasi dari NodeMCU yang mana terdapat pin GPIO yang berjumlah 17 pin. Hal tersebut dapat diintegrasikan dengan part elektronika lainnya, misal sensor. Kemudian rating tegangan kerja yaitu berada pada tegangan antara 3,3 hingga 5 *volt*. Konsumsi daya sebesar 10 uA hingga 170 mA. Kecepatan pengolahan komputasi atau prosesor berkisar 80 – 160 MHz dan memiliki RAM sebesar 32 KB + 80 KB serta *flash memory* hingga 16 MB.

III. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Alat

Tahap perancangan hardware dan software dilakukan perancangan hardware dan software yang akan digunakan pada penelitian ini, pada saat perancangan sistem pembuatan hardware pakan ikan otomatis dan pendeteksi suhu dan pH air pada kolam, tentunya memiliki tahapan yang perlu dilakukan. Pada Gambar 2 merupakan diagram blok dari tahapan perancangan sistem.

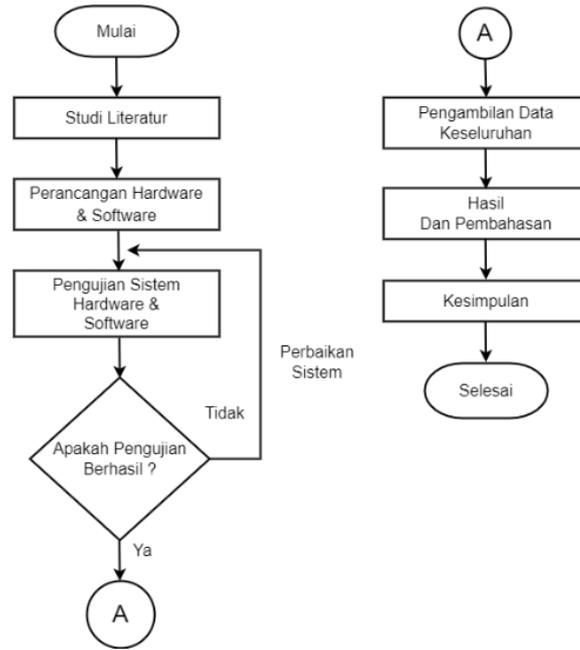


Gambar 2 Blok Diagram Perancangan sistem.

Gambar 2 merupakan blok diagram perancangan sistem pakan ikan otomatis dan pemantauan suhu, pH pada kolam budidaya ikan koi. Perancangan terbagi menjadi tiga bagian yaitu input, proses, dan output. Blok diagram terdapat blok input dari dua sensor yaitu, sensor suhu yang akan membaca nilai suhu air pada kolam ikan. Kemudian sensor pH yang membaca nilai asam dan basa air pada kolam ikan. Data pembacaan nilai sensor dikirimkan ke mikrokontroler arduino nano yang berada pada blok proses. Penelitian ini menggunakan dua sistem minimum yang mana dapat dikategorikan menjadi (*master*) dan (*slave*) dengan memanfaatkan peripheral [10]. Hal ini bertujuan untuk pengembangan sistem yang mana pada penelitian sebelumnya hanya terdapat satu sistem minimum saja. Library yang digunakan untuk dapat melakukan komunikasi antara dua *sysmin* ini adalah *SoftwareSerial*.

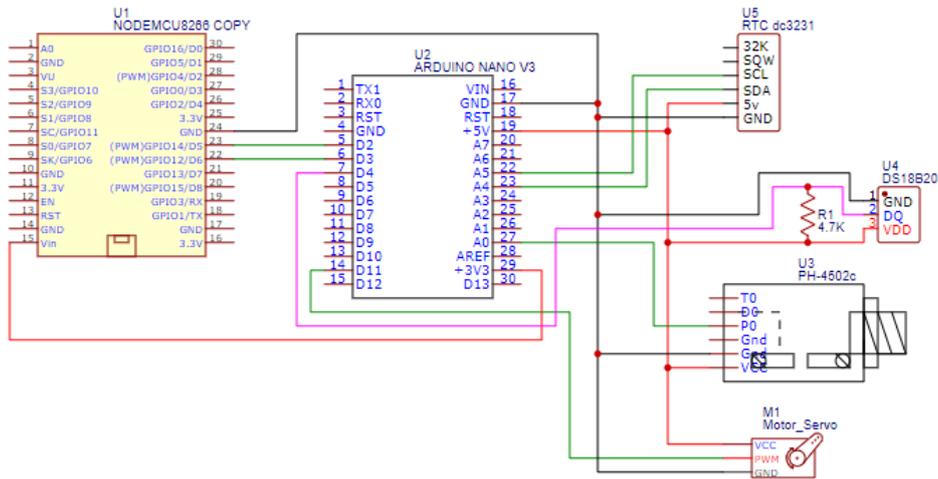
Pada blok proses ini terdapat dua mikrokontroler yang pertama arduino nano (*sysmin 1*) sebagai pemroses utama pembacaan sensor, yang nantinya diproses kembali oleh ESP8266 (*sysmin 2*) dengan cara komunikasi serial yang saling terhubung antara nilai data dari kedua sensor [13]. Hal ini dimaksudkan untuk mengirimkan data ke satu port serial. Proses pengiriman data akan diterima oleh ESP8266 menyesuaikan format (nilai tegangan) agar pembacaan nilai dapat dikirimkan ke internet menggunakan Wifi NodeMCU ESP8266.

Setelah nilai dari kedua sensor suhu dan pH maka langkah berikutnya adalah pengiriman ke database pada internet menggunakan platform *firebase* sebagai penyimpanan nilai data yang sudah didapat dari sensor suhu dan pH. Kemudian data pada *firebase* diproses kembali atau dikirim menuju aplikasi android menggunakan MIT App Inventor .



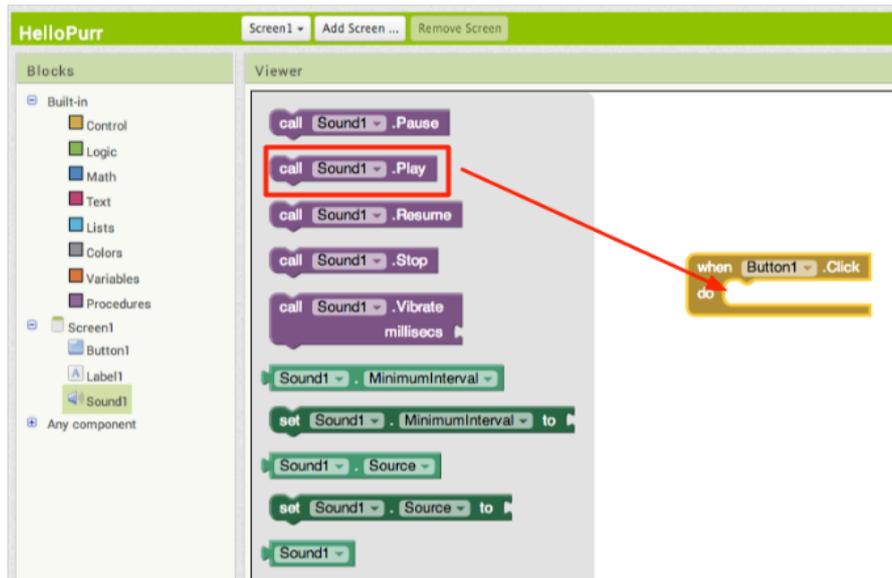
Gambar 3 Flowchart penelitian.

Pada tahap penelitian ini metode penelitian dapat dilihat pada flowchart Gambar 3. Alur penelitian pada Gambar 3 dijelaskan mengenai studi literatur, perancangan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software), pengujian sistem, pengambilan data. Proses *transmit receive* nilai data tersebut dapat dilihat nilainya. Terdapat sistem *actuator* berupa motor servo dari pengembangan sistem pakan ikan otomatis. Cara kerja output tersebut adalah nilai dari sensor suhu ketika suhu air lebih 25° maka servo akan membuka pada jam yang telah ditentukan. Pada penjelasan sistem selanjutnya adalah membuat perangkat elektronika yang dapat dilihat pada Gambar 4 menggunakan rangkaian skematik dengan kabel yang terhubung dan terdapat resistor 4,7 KΩ dan untuk sensor suhu DS18B20.

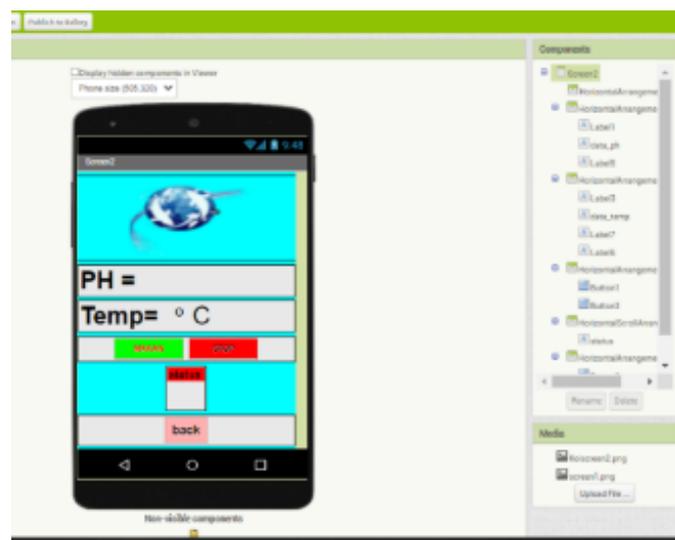


Gambar 4 Skematik Pembuatan sistem hardware.

Perancangan software pada penelitian ini menggunakan software MIT App Inventor yang dilakukan dengan cara *drag and drop* dengan contoh dapat dilihat Gambar 5 dan hasil tampilan dapat dilihat pada Gambar 6. Pembuatan aplikasi android dan terhubung dengan firebase dengan cara kerjanya adalah mengambil atau memproses data dari mikrokontroler NodeMCU8266 kemudian dikirimkan ke firebase sebagai *database* menggunakan *link* unik yang dapat diperoleh pada *firebase*. Kemudian hasil nilai dari sensor suhu dan nilai pH dapat dilihat diaplikasi *android*.



Gambar 5 Struktur proses aliran data



Gambar 6 Tampilan atau Desain pada Android

IV. HASIL DATA

Pada pengujian sistem *hardware* yang pertama dilakukan berupa akurasi sensor suhu dengan tipe DS18B20 yang dilihat hasilnya pada tabel 2. Berdasarkan tabel 2 akurasi dari sensor suhu DS18B20 dibandingkan dengan thermometer dapat disimpulkan dari pengambilan data tersebut *error* yang diperoleh dari hasil keseluruhan adalah 0,64%, jadi semakin airnya dingin maka *error* pada sensor suhu DS18B20 semakin besar dari *thermometer*. *Datasheet* sensor suhu dengan tipe DS18B20 maksimal *error* yaitu 3% jika diukur akurasinya.

Berikutnya adalah pengujian sensor suhu DS18B20. Keterangan sensor suhu, pH air dan takaran yang keluar berdasarkan waktu dan suhu air. Jumlah ikan yang berada di kolam yaitu 20 ikan koi dengan berat 900 gram.

Tabel 2 Hasil pengujian akurasi sensor suhu DS18B20

No	Keterangan	Data Sensor Suhu Air (°C)	Data Suhu pada thermometer (°C)	Rerata Error (%)
1	Air Dingin	5,7	5,63	0,97 %
2	Air Normal	25,8	25,56	0,81 %
3	Air Panas	70,62	70,5	0,14 %

Tabel 3 memuat hasil pengujian yang dilakukan dengan menggunakan sensor pH dengan tipe 4502C yang dapat di dengan kondisi sensor suhu DS18B20 tercelup semua ke dalam air. Selanjutnya pengambilan hasil data dapat dilihat pada Tabel 2 yang mana menggunakan metode 3 (tiga) sampel jenis cairan yang berbeda. Keterangan dimulai jenis cairan air cuka, air normal dan air sabun.

Tabel 3 Hasil pengujian akurasi sensor pH 4502C

No	Jenis Cairan	Data Sensor pH	Data pH meter	Rerata Error (%)
1	air cuka	2,54	2,63	0,49 %
2	air normal	6,42	6,94	0,48 %
3	air sabun	10,08	9,55	0,73 %

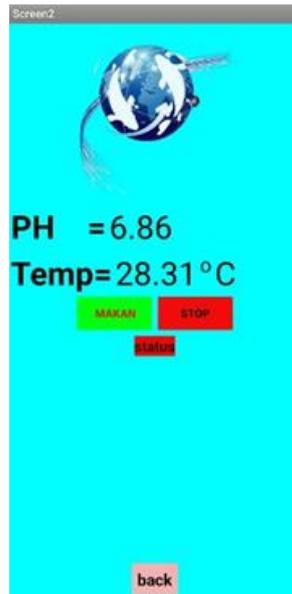
Pengujian akurasi sensor pH ini pada air cuka didapat nilai eror 0,49 %, air normal 0,48 %, dan air sabun 0,73 %. Kesimpulan sementara yaitu larutan pH yang didapatkan pada air normal memiliki nilai error cukup tinggi. Pada pengujian selanjutnya adalah pengujian servo dengan tipe SG90 berdasarkan takaran yang keluar dari wadah pakan ikan, dengan diameter 1,5 cm menggunakan pelet kecil dari Agaru, yang dapat dilihat hasil pengujian pada tabel 4.

Pada tabel 4 adalah hasil pengujian servo dari percobaan 7 kali pengujian mendapatkan takaran yang berbeda-beda, berdasarkan takaran waktu atau durasi dari servo jika durasi servo 10 ms maka pakan yang keluar dari wadah pakan ikan adalah 5,83 gram. Berikutnya pengujian durasi servo 70 ms dengan takaran yang keluar dari wadah pakan adalah 17,86 gram.

Tabel 4 Hasil Pengujian Servo Serta Takaran

No	Nilai Delay yang diberikan	Takaran
1	10 ms	5,83 gr
2	20 ms	7,53 gr
3	30 ms	9,36 gr
4	40 ms	11,8 gr
5	50 ms	13,96 gr
6	60 ms	15,9 gr
7	70 ms	17,86 gr

Pengujian berikutnya adalah pengujian software atau aplikasi yang ada di android menggunakan MIT APP Inventor dan google *firebase*. Pada pengujian kali ini dilakukan adalah ketika hasil nilai dari sensor suhu dan pH air yang diproses oleh mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dikirimkan ke google *firebase* apakah terhubung atau tidak. Pengujian software nilai sensor suhu dan pH dapat diamati pada Gambar 7.



Gambar 7 Hasil pengujian aplikasi di android

Berikut merupakan tabel 5 yang merupakan pengujian keseluruhan.

Tabel 5 Hasil pengujian suhu dan pH air serta takaran

Hari	Keterangan Waktu	Suhu Air (C)	PH Air	Takaran Pakan Ikan
Senin	10:00	22,5	6,82	0 gram
	13:00	29,6	7,01	5 gram
	16:00	26,8	6,98	5 gram
Selasa	10:00	22,67	7,01	0 gram
	13:00	28,31	7,68	5 gram
	16:00	27,01	7,56	6 gram
Rabu	10:00	23,6	6,89	0 gram
	13:00	26,51	7,36	5 gram
	16:00	27,3	7,56	6 gram
Kamis	10:00	23,01	7,8	0 gram
	13:00	29,91	7,56	6 gram
	16:00	27,56	7,9	6 gram
Jumat	10:00	25,89	6,98	5 gram
	13:00	28,9	7,56	6 gram
	16:00	26,56	6,98	6 gram
Sabtu	10:00	23,4	6,76	0 gram
	13:00	24,62	6,98	6 gram
	16:00	26,72	7,36	6 gram
Minggu	10:00	25,6	6,98	6 gram
	13:00	26,78	7,03	6 gram
	16:00	27,89	7,36	5 gram

Pada pengujian keseluruhan tabel 5 didapatkan hasil pengujian pada hari senin pukul 10.00 WIB mendapatkan nilai suhu air dibawah 25 °C maka servo tidak membuka wadah pakan dengan nilai pH 6,8. Sedangkan untuk nilai pH tergolong baik. Pada pengujian tersebut (hari senin) terdapat selisih berat (gram) yang seharusnya takaran pakan per sekali pemberian pakan yaitu 6 gram tetapi pada pengujian kali ini nilai selisih takaran yang keluar dari wadah pakan adalah 5 gram dalam 6 kali seminggu.

Data pengujian hari sabtu pukul 13.00 WIB dengan suhu air 24,62 °C takaran pakan yang keluar adalah 6 gram. Namun, seharusnya adalah 0 gram. Hal tersebut merupakan kesalahan 1 kali dalam 1 minggu atau 21 pengujian.

V. KESIMPULAN

Pengujian yang telah dilakukan secara keseluruhan pada penelitian ini dapat diperoleh kesimpulan bahwa sistem yang telah dirancang berfungsi dengan baik sebagai pakan ikan otomatis dan dapat mendeteksi suhu air dan pH air. Akan tetapi terdapat kekurangan yaitu pada sensor pH dengan akurasi yang bisa dikatakan belum akurat dikarenakan mendapatkan error 5,29% ketika dibandingkan dengan pH meter digital, pada pH air cuka mendapat error 2,67%, pada air normal 8,06%, dan air sabun 5,14%, dan ketika mendatkan hasil akurasi dari sensor suhu dan thermometer sebagai pembanding didapatkan hasil rata-rata error pada air dingin 0,97%, air normal 0,81%, dan pada air panas 0,14%. Pada pengujian servo untuk durasi 10 ms takaran yang keluar adalah 5,83 gram dengan diameter lubang pakan 1,5 cm. Hal ini menunjukkan untuk pengukuran akurasi dari sensor suhu memiliki akurasi yang baik. Akan tetapi untuk sensor pH dengan tipe 4502C akurasinya tidak cukup baik. Dengan menggunakan perhitungan regresi dapat memudahkan peneliti untuk menambahkan takaran pakan yang keluar dari servo.

REFERENSI

- [1] E. Mufida, R. S. Anwar, R. A. Khodir, and I. P. Rosmawati, "Perancangan Alat Pengontrol pH Air Untuk Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino Uno," *INSANtek*, vol. 1, no. 1, pp. 13–19, 2020, [Online]. Available: <http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/insantek%0Ahttps://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/insantek>.
- [2] A. N. cahyaningrum, "Pernyataan Mengenai Laporan Akhir Dan Sumber Informasi Serta Pelimpahan Hak Cipta," pp. 1–7, 2021.
- [3] A. N. Anugrah and A. Alfarizi, "Literature Review Potensi Dan Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut di Indonesia," *J. Sains Edukatika Indones.*, vol. 3, no. 2, pp. 31–36, 2021.
- [4] R. N. Hidayat, "Perancangan Sistem Deteksi Kekeruhan Air Pada Akuarium Ikan Arwana Berbasis IoT," *KONSTELASI Konvergensi Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 1, no. 2, pp. 391–401, 2021, doi: 10.24002/konstelasi.v1i2.4260.
- [5] N. Fahmi and S. Natalia, "Sistem pemantauan kualitas air budidaya ikan lele menggunakan teknologi IoT," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 4, no. 4, pp. 1243–1248, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i4.2486.
- [6] Y. P. dan A. S. Willem H. Siegers, "PENGARUH KUALITAS AIR TERHADAP PERTUMBUHAN IKAN NILA NIRWANA (*Oreochromis sp.*) PADA TAMBAK PAYAU," vol. 3, no. 11, pp. 95–104, 2019.
- [7] D. Permana and S. Doni, "Alat Pakan Ikan Aquarium Otomatis Berbasis Arduino Uno," *J. Ilm. Mhs. Kendali dan List.*, vol. 2, no. 2, pp. 2723–598, 2020.
- [8] M. Nasrullah, D. N. Ramadan, and A. Hartaman, "Water level and pH control in Koi fish cultivation," vol. 7, no. 6, pp. 3197–3206, 2021.
- [9] K. Indartono, B. A. Kusuma, A. P. Putra, and K. Kunci, "PERANCANGAN SISTEM PEMANTAU KUALITAS AIR PADA BUDIDAYA IKAN AIR TAWAR Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Amikom Purwokerto Abstraksi Keywords: Pendahuluan Tinjauan Pustaka," vol. 1, no. 2, pp. 11–17, 2020.
- [10] T. S. P. Pratama, B. Setiyono, and H. Afrisal, "Sistem Kontrol Dan Pemantauan Kualitas Air Pada Parameter Oksigen Terlarut Dan Suhu," *Transmisi*, vol. 24, no. 1, pp. 38–47, 2022, doi: 10.14710/transmisi.24.1.38-47.
- [11] C. Fahrenheit, "DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire® Digital Thermometer," pp. 1–27.
- [12] Peter Cheung, "Servo Motor SG90," *Micro Mot.*, vol. 1, no. 2, p. 180, 2018, [Online]. Available: http://www.ee.ic.ac.uk/pcheung/teaching/DE1_EE/stores/sg90_datasheet.pdf.
- [13] ESP8266 Datasheet, "ESP8266EX Datasheet," *Espr. Syst. Datasheet*, pp. 1–31, 2015, [Online]. Available: https://www.adafruit.com/images/product-files/2471/0A-ESP8266_Datasheet__EN_v4.3.pdf.