

Sistem Monitoring Tingkat Suhu Udara Dan pH Air Pada Budidaya Ikan Hias Discus Berbasis Wireless Sensor Network

Chaerur Rozikin¹⁾, Purwanto²⁾

^{1),2)} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Singaperbangsa Karawang
Jl. HS.Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Kabupaten Karawang, Jawa Barat 41361
chaerur.rozikin@staff.unsika.ac.id, purwanto.masbro@staff.unsika.ac.id

ABSTRAK

Ikan hias discus memiliki corak warna yang indah sehingga menarik perhatian dan memiliki banyak penggemarnya sehingga ikan hias discus memiliki potensi ekonomi untuk diperjual belikan. Bagi sebagian orang membudidayakan ikan hias merupakan usaha yang menguntungkan. Membudidayakan ikan hias discus tidak mudah karena harus menjaga kualitas air agar sesuai dengan yang dibutuhkan oleh ikan hias discus. Kualitas air tidak diperhatikan akan menyebabkan ikan hias discus mudah stress atau bahkan mati. Kualitas air setiap waktu selalu berubah-ubah seperti suhu, pH akan berubah. Untuk mengatasi masalah tersebut perlu dilakukan inovasi untuk mengembangkan sistem yang bisa mengawasi kualitas air setiap saat. Penelitian ini akan mengembangkan teknologi pengawasan kondisi suhu, pH air berbasis wsn. Wsn terdiri dari tiga bagian yaitu node/endpoint, hotspots, dan server. Node/endpoint digunakan untuk merekam kondisi faktual air dengan menggunakan sensor. Hotspots digunakan untuk menerima data dari node/endpoint kemudian mengirimkannya ke server. Server digunakan untuk menyimpan data dan kemudian diolah menjadi informasi yang berguna bagi pembudidaya. Teknologi transceiver digunakan wireless 801.11b. Desain interface digunakan untuk memudahkan pembudidaya mendapatkan informasi. Tahapan pada penelitian ini meliputi pengumpulan data, analisis kebutuhan, desain prototipe, pengujian, dan implementasi.

Kata kunci: WSN; Ikan Hias Discus; Sensor Temperatur; Sensor pH

I. PENDAHULUAN

Perikanan merupakan salah satu sektor perekonomian yang memiliki potensi untuk dikembangkan. Secara umum perikanan terbagi menjadi dua bagian yaitu pertama perikanan untuk konsumsi dan Kedua perikanan hiasa baik yang hidup dilaut maupun hidup di air tawar. Perikanan hias memiliki potensi sendiri untuk dijadikan sektor usaha karena harganya yang mahal dan memiliki penggemarnya tersendiri. Salah satu ikan hias yang memiliki daya tarik penggemar adalah ikan discus. Ikan discus ini banyak pengemarnya baik untuk hiasan rumah maupun untuk dibudidayakan karena ikan discus memiliki corak warna yang indah dan menarik perhatian penggemar. Banyak penggemar ikan hias menarik bagi sebagian orang untuk membudidayakannya dan dijadikan sebagai usaha yang menghasilkan keuntungan. Media untuk membudidayakan ikan discus umumnya aquarium. Membudidayakan ikan discus tidak mudah karena ikan discus memiliki spesifikasi air tertentu seperti temperatur suhu air kisaran 25°C – 30°C, pH air kisaran 5 – 6,5 pH, membutuhkan pencahayaan yang terang, dan pergantian air akurium sebanyak 25 dan

volume air yang ada di aquarium setiap minggu (Kusrini dan Priono 2011). Temperature suhu air dan pH air dapat berubah-ubah setiap waktu yang mengakibatkan ikan discus tidak dapat tumbuh dan berkembang biak dengan baik dan pada kenaikan suhu dan pH tertentu ikan discus akan mengalami kematian sehingga perlu dilakukan suatu terobosan teknologi untuk mengawasi dan menjaga temperatur suhu dan pH dapat terjaga dengan baik.

Teknologi untuk mengawasi temperatur suhu dan pH air pembudidaya menggunakan sensor temperatur suhu dan pH air yang sudah beredar dipasaran seperti termometer digital dan PH Electrode Probe BNC Connector. Sensor hanya bisa menampilkan data pada saat sensor digunakan melalui lcd dan tidak bisa menyimpan data-data hasil pengukuran kondisi air sebelumnya sehingga tidak ada data logger yang bisa dijadikan informasi keadaan air dari waktu ke waktu. Teknologi pengawasan temperatur suhu dan pH air perlu inovasi agar dapat menyimpan data-data hasil pengukuran kondisi temperatur suhu dan pH air dan bisa dijadikan informasi dari waktu ke waktu. Teknologi pengawasan/monitoring yang sekarang berkembang dan diteliti adalah Wireless Sensor Network. WSN terdiri dari tiga bagian yaitu node/endpoint, node koordinator, dan server.

Penelitian yang berkaitan ikan discus misalnya penelitian sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit ikan discus menggunakan fuzzy logic, penelitian bertujuan untuk mendeteksi penyakit ikan discus dengan pengetahuan pakar kemudian mendiagnosanya ikan tersebut memiliki penyakit apa dan tingkat sakitnya dibagi berdasarkan logika fuzzy (Hanafiah 2015). Kemudian penelitian yang berkaitan dengan kualitas air minum, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat ukur yang menentukan kualitas air dengan parameter kualitas air berupa pH, tingkat kekeruhan, suhu dan total dissolved solid (TDS). Penelitian ini menggunakan sensor suhu dan pH air kemudian hasil bacaan sensor ditampilkan di layar LCD (Amani dan Prawiroredjo 2016). Karakteristik Sensor Suhu Ds18b20 Waterproof untuk menentukan kualitas air telah diuji karakteristiknya hasil tingkat kesalahan sensor tersebut kurang dari 2% (Rozaq Yulita DS 2017). Penelitian selanjutnya tentang WSN diantaranya Penelitian untuk mengawasi tingkat kelembaban tanah dengan menggunakan sensor kelembaban tanah, mikrokontroler Arduino, dan media pengiriman data menggunakan Xbee S2 dan sumber daya listrik yang digunakan baterai. Node/endpoint digunakan untuk merekam data faktual kondisi tanah dan digunakan sebagai pengirim data sedangkan coordinator sebagai penerima data dan membuka/menutup aktuator. Alat yang dikembangkan ini digunakan untuk sistem irigasi otomatis (Rozikin et al. 2017). Penelitian lain yang berkaitan dengan WSN adalah Sistem Pendeteksian Dini Longsor Menggunakan Teknologi Wireless Sensor Network, Penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu alat yang bisa mendeteksi secara dini tanah yang berpotensi longsor dengan menggunakan sensor kelembaban dan sensor ultrasonik. Hasil bacaan dari sensor kelembaban dan sensor ultrasonik dikirimkan melalui alat transmitter Xbee S2 (Hidayat 2017).

Berdasarkan latar belakang masalah di atas penelitian ini akan mengembangkan sistem pengawasan temperature suhu dan pH air. Sistem yang akan dikembangkan menggunakan WSN dimana terdiri dari node/endpoint, hotspots, dan server. Node/endpoint terdiri dari sensor suhu, pH air, wireless 801.11 b yang sudah tertanam (onboard) pada NodeMcu340, NodeMcu340 dan baterai. Hotspots merupakan perangkat aksespoint yang dijadikan hotspots. Server merupakan dashboard monitoring yang bertugas mengolah data yang diterima kemudian dijadikan informasi temperatur suhu dan pH air dari waktu ke waktu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini memiliki beberapa tahap yaitu Metode Pengumpulan data, Analisis Kebutuhan, Desain Prototipe terbagi menjadi dua yaitu prototipe WSN dan kedua prototipe interface monitoring, Pengujian, dan Implementasi.

A. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian adalah pertama bagaimana mengetahui temperatur suhu dan pH air untuk budidaya ikan discus. Kedua bagaimana melakukan pengawasan temperatur suhu dan pH air dari waktu ke waktu. Ketiga bagaimana merancang suatu sistem pengawasan temperatur suhu dan pH air berbasis WSN.

B. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini perlu dilakukan agar penelitian menjadi fokus dan terarah. Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah Pertama penelitian ini hanya membahas pengawasan temperature suhu dan pH air berbasis WSN. Kedua penelitian ini menggunakan komponen NodeMcu340, Sensor suhu air, sensor pH air, Wireless 801.11b, aksespoint dan server sebagai pusat penerimaan data. Ketiga implementasi alat hasil dari penelitian hanya pada ikan hias discus.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah pertama membuat dan merancang sistem pengawasan temperatur suhu dan pH air. Temperatur suhu dan pH air terjaga dengan kebutuh hidup ikan discus agar ikan discus dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Kedua sistem ini akan memberikan informasi grafik perkembangan temperature suhu dan pH air dari waktu ke waktu sehingga pembudidaya dapat melakukan tindakan yang sesuai dari informasi tersebut agar ikan hias discus dapat tumbuh dengan baik.

II. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian pada riset ini memiliki beberapa tahapan seperti Metode Pengumpulan data, Analisis Kebutuhan, Desain Prototipe terbagi menjadi dua yaitu prototipe WSN dan kedua prototipe interface monitoring, Pengujian, dan Implementasi. Detail dari tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 1. Tahapan penelitian

A. Metode Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang terkait dan relevan dengan penelitian. Metode pengumpulan data yang dilakukan adalah pertama melakukan studi literatur dengan mencari sumber-sumber data baik berupa jurnal maupun berupa buku yang berkaitan dengan topik penelitian. Kedua pengumpulan data dengan cara observasi langsung yaitu mengamati tempat budidaya ikan hias discus yang akan ditempatkan alat dari hasil penelitian ini sehingga didapat data-data yang akurat. Ketiga pengumpulan data dilakukan dengan cara berkonsultasi dan melakukan wawancara terhadap ahli dibidang pembudidaya ikan hias guna memperoleh data manual lalu dibandingkan dengan data hasil bacaan sensor.

B. Analisis Kebutuhan

Tahapan analisis kebutuh dilakukan untuk memperoleh data-data sebelum hasil penelitian ini diterapkan dan menentukan sistem yang akan dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pembudidaya ikan hias discus. Pada tahapan ini ada dua hal yang dilakukan yaitu tahapan identifikasi masalah dan identifikasi kebutuhan. Identifikasi masalah dilakukan untuk mencari masalah-masalah yang berkaitan dengan temperatur suhu dan pH air. Identifikasi masalah akan dilakukan kebutuhan-kebutuhan sistem yang akan dikembangkan untuk menyelesaikan permasalahan yang telah diidentifikasi. Hal ini dilakukan agar desain sistem yang dilakukan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

C. Desain Prototipe

Tahapan desain prototipe merupakan tahapan lanjutan setelah diketahuinya masalah dan kebutuhan komponen hardware yang dibutuhkan. Tahapan desain prototipe akan melakukan rancangan prototipe hardware WSN yang akan dibuat. Desain prototipe yang akan dibuat memiliki dua bagian yaitu pertama desain prototipe node/endpoint. Kedua desain prototipe node hotspots. Ketiga desain interface monitoring. Setelah desain prototipe dilakukan selanjutnya akan menggabungkan komponen-komponen yang terkait untuk mendukung fungsi sistem monitoring.

D. Pengujian

Tahapan pengujian dilakukan untuk mengetahui sistem yang dibuat berjalan sesuai tugas dan fungsinya masing masing. Pengujian yang akan dilakukan ada tiga tahapan pertama pengujian disisi node/endpoint yaitu prototipe hardware node/endpoint akan diuji agar sistem berjalan dengan baik. Kedua prototipe pada node hotspot yaitu akan menguji transeiver baik dari sisi pengirim maupun penerima data. Ketiga akan melakukan pengujian pada rancangan interface yang telah dibuat.

E. Implementasi

Setelah tahapan pengujian dilakukan dan berjalan sesuai dengan fungsinya masing-masing, langkah selanjutnya adalah mengimplementasikan alat dan sistem monitoring yang telah dibuat pada pembudidaya ikan hias discus. Implementasi dilakukan untuk mengetahui kehandalan alat dan sistem yang telah dibuat berjalan normal dan dapat diandalkan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengetahui permasalahan dan kebutuhan komponen yang digunakan dalam penelitian. Analisis kebutuhan yang dilakukan meliputi identifikasi masalah dan identifikasi kebutuhan.

Permasalahan dalam penelitian ini adalah Ikan discus yang sangat rentan terhadap perubahan air yang digunakan dalam budidaya ikan discus untuk bisa tumbuh dan berkembang biak. Pembudidaya ikan discus dalam melakukan budidayanya menggunakan beberapa akuarium sehingga kesulitan dalam melakukan cek kadar air agar bisa memonitoring keadaan air secara realtime untuk itu dibutuhkan alat bantu pembudidaya agar kondisi air dapat di monitoring secara realtime.

A. Analisis Kebutuhan

Kebutuhan untuk mengembangkan perangkat yang bisa membantu pembudidaya dalam hal monitoring kondisi air terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian perangkat keras dan bagian perangkat lunak dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Kebutuhan hardware

No	Nama Perangkat	Jumlah	Fungsi
1	Arduino	1	Sebagai mikrokontroler yang mengatur
2	Sensor pH air	1	Untuk mengakuisisi data tingkat kandungan pH dalam air
3	Sensor Temperatur/suhu	1	Untuk mengakuisisi data tingkat temperatur dalam air
4	Kabel	banyak	Untuk menghubungkan antar komponen perangkat keras
5	Modul ESP	1	Untuk mengirimkan data dari

			arduino ke server
6	Hotspot	1	Sebagai gateway/perantara agar terkoneksi ke internet
7	Baterai	1	Berfungsi sebagai penyuplai energi listrik ke mikrokontroler

Tabel 2. Kebutuhan software

No	Nama Perangkat Lunak	Fungsi
1	IDE Arduino (Sketch)	Berfungsi untuk membuat program kemudian ditanamkan dalam mikrokontroler
2	PHP dan HTML	Berfungsi sebagai bahasa pemrograman agar dalam melakukan monitoring dapat dilihat melalui browser
3	MySql	Berfungsi untuk menyimpan data-data yang diterima dari node sensor (mikrokontroler)

B. Desain Prototipe

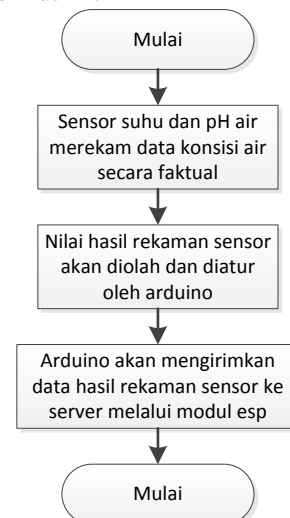
Tahapan desain prototipe WSN dibuat untuk mengetahui rancangan komponen-komponen terkait dan melakukan fungsinya sesuai dengan yang diinginkan. Desain prototipe yang dilakukan ada tiga bagian yaitu diagram blok node sensor, diagram blok node hotspot dan perancangan sistem monitoring.

Node sensor yang dibuat terdiri dari beberapa komponen yaitu mikrokontroler, sensor pH, sensor temperatur, dan modul ESP. Mikrokontroler berfungsi sebagai memproses kerja dari sensor kemudian akan ditampilkan hasil bacaan dari sensor melalui serial monitoring. Sensor berfungsi sebagai alat perekam kondisi air secara faktual memlalui sinyal analog dan kemudian dikonversi menjadi sinyal digital. Sensor yang digunakan ada dua macam yaitu sensor pH berfungsi untuk merekam data pH air secara faktual dan sensor temperatur berfungsi untuk merekam data kondisi suhu air secara faktual. Modul ESP berfungsi sebagai media transmisi data dan berfungsi untuk menghantarkan data dari node sensor ke server. Gambar 2 merupakan desain dari node sensor.



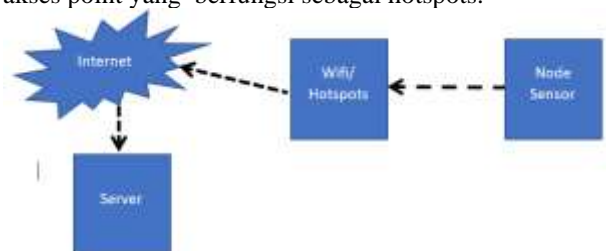
Gambar 2. Diagram blok node sensor

Prosedur cara kerja blok diagram diatas pertama sensor suhu dan pH air akan merekam data kondisi air secara faktual kemudian data hasil rekaman sensor akan diolah oleh adruino. Arduino akan mengolah data hasil rekaman sensor kemudian arduino akan mengirimkan data tersebut ke server melalui media wireless. Sensor, arduino, modul ESP dapat berjalan kalau ada sumber energy dalam hal ini baterai berfungsi sebagai sumber energi bagi arduino, sensor dan modul esp. prosuder kerja dapat dilihat dengan flowchart berikut ini.



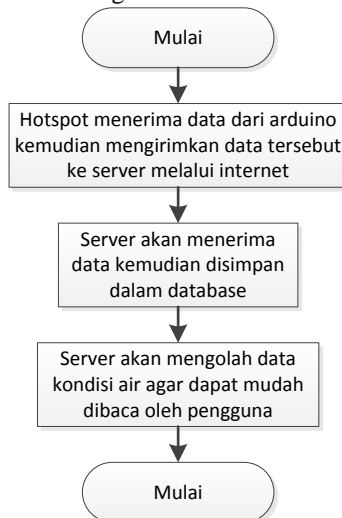
Gambar 3. Alur kerja node sensor

Node hotspot berfungsi sebagai gateway agar node sensor mendapatkan koneksi internet sehingga dapat mengirimkan data-data hasil bacaan sensor ke server. Node hotspot akan ditempatkan perangkat aksespoint yang sudah memiliki koneksi ke internet dan berfungsi sebagai hotspots. Gambar 4 merupakan akses point yang berfungsi sebagai hotspots.



Gambar 4. Diagram node hotspot

Proses cara kerja dari gambar diatas adalah pertama hotspots akan menerima data yang dikirimkan arduino melalui wireless kemudian hotspot mengirimkan data suhu dan pH air ke server melalui internet. Prosedur kerja ini dapat digambarkan dengan gambar sebagai berikut.



Gambar 5. Alur kerja node hotspot

C. Desain Interface Monitoring

Prototipe sistem monitoring merupakan interface disisi client agar dapat mudah dalam membaca data dan informasi kondisi pH dan suhu air. Interface yang akan dibuat meliputi tampilan data kondisi pH dan suhu secara realtime dalam bentuk grafik dan tabel. Gambar 6 merupakan interface sistem monitoring.



Gambar 6. Desain interface monitoring

C. Integrasi Komponen Wireless Sensor Network

Tahapan berikutnya adalah menyatukan kompone-komponen yang sudah diidentifikasi dan dibuat sesuai dengan hasil desain prototipe wsn yaitu desain node sensor, node hotspots dan sistem monitoring. Komponen ini diintegrasikan agar berjalan sesuai fungsinya masing-masing dan membentuk satu kesatuan sistem yang disebut sistem monitoring kelembaban, pH dan suhu tanah. Gambar berikut merupakan node sensor yang telah ditergrasikan dan dibuat untuk merekam data-data kondisi tanah secara faktual.



Gambar 7. Node sensor

Integrasi berikutnya pada sisi node hotspot yaitu digunakan perangkat aksespoint. Node hotspot hanya perlu dilakukan konfigurasi pada sisi node sensor agar ssid dan password wifi sama dengan hotspot yang digunakan. Integrasi berikutnya pada sisi user agar dapat melihat kondisi suhu dan pH air dapat lebih mudah dipahami oleh user. Agar interface dapat berjalan maka semua komponen baik disisi node sensor maupun di node hotspot harus sudah terintegrasikan dan membentuk satu kesatuan sistem yang berfungsi untuk memonitoring tingkat pH dan suhu air. Gambar 8 merupakan gambar interface dari sistem monitoring.



Gambar 8. Interface monitoring

D. Pengujian

Tahapan berikutnya setelah masing-masing komponen telah terintegrasikan perlu dilakukan pengujian terhadap masing-masing komponen. Pengujian yang dilakukan terdiri dari pengujian sensor pH dan suhu, pengujian node sensor dan pengujian interface monitoring. Pengujian sensor telah dilakukan pengujian oleh Wibawa (2018) untuk memastikan sensor yang digunakan dapat berjalan dengan baik sesuai dengan fungsinya yaitu merekam data-data faktual kondisi air. Pengujian sensor dilakukan terhadap dua sensor yaitu sensor suhu dan sensor pH. Hasil pengujian dari kedua sensor dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Hasil pengujian node sensor

Gambar tersebut dapat menunjukkan bahwa sensor yang digunakan dapat bekerja dengan baik terlihat pada tampilan LCD yang menunjukkan angka dari hasil bacaan sensor. Untuk mengetahui tingkat akurasi sensor yang digunakan dapat dilakukan pengujian dengan cara membandingkan dengan alat pengukur suhu yaitu termometer hasil perbandingan tersebut dapat terlihat pada tabel berikut ini. Hasil perbandingan memiliki rata-rata 98,9% artinya sensor yang digunakan memiliki tingkat akurasi 98,9%.

Tabel 3. Hasil pengujian sensor suhu

No	Thermometer Digital	Sensor Suhu DS18B20	Akurasi (%)
1	32,20	31,87	98,98
2	38,00	38,00	100,00
3	23,30	23,19	99,50
4	32,10	31,31	97,50
5	32,50	32,25	99,23
6	32,90	32,56	98,97
7	33,20	32,38	97,53
8	37,80	37,80	100,00
9	37,80	38,00	99,48
10	41,00	40,13	97,88

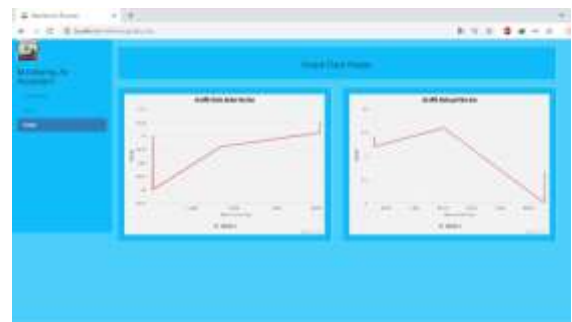
Pengujian pH air sudah dikerjakan oleh penelitian agus wibawa (skripsi 2018) hasil pengujiannya seperti terlihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil pengujian pH

Pengujian Ke	pH 4.01		pH 6.86	
	Kertas Lakmus	Hasil Pengukuran	Kertas Lakmus	Hasil Pengukuran
1	4	4,04	7	6,80
2	4	4,05	7	6,80
3	4	4,02	7	6,80
4	4	4,03	7	6,81
5	4	4,01	7	6,83
6	4	4,02	7	6,79
7	4	4,02	7	6,80
8	4	4,00	7	6,80
9	4	4,01	7	6,81
10	4	4,03	7	6,83

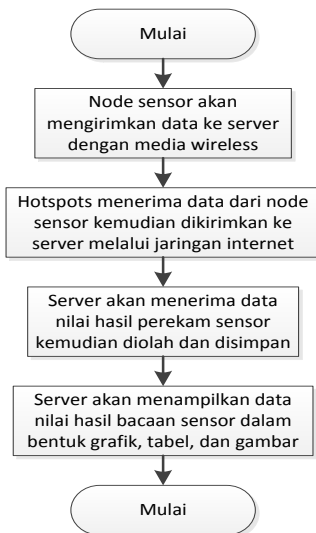
Rata-rata	4	4,02	7	6,81
-----------	---	------	---	------

Pengujian sistem monitoring suhu dan pH air untuk budidaya ikan discus dilakukan agar komponen hardware yang sudah diintegrasikan dan software monitoring yang telah dibuat dapat bekerja dengan baik. Pengujian ini dilakukan dengan menjalankan hardware dan software yang telah dibuat kemudian hasilnya dapat dilihat melalui interface monitoring seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 10. Interface sistem monitoring

Cara kerja gambar diatas pertama sensor suhu dan pH air merekam data kondisi air secara faktual kemudian data nilai hasil perekaman sensor diatur dan diolah oleh mikrokontroler.



Gambar 11. Alur kerja sistem monitoring

IV. KESIMPULAN

Penelitian yang telah dilakukan mampu untuk mengawasi kadar suhu air, pH air dengan mudah karena menggunakan sensor yang telah dipasang kemudian sensor akan memberikan nilai hasil bacaanya. Nilai hasil bacaan sensor ini yang dijadikan informasi kadar suhu air, pH air yang berguna bagi pembudidaya ikan hias discus. Kadar suhu air dan pH tanah dapat di set standarnya agar sesuai dengan kebutuhan ikan hias discus untuk tumbuh dan berkembang dengan baik. Untuk memudahkan pembudidaya dalam melihat informasi kadar suhu dan pH air dibuatkan interface yang user friendly sehingga pembudidaya mudah untuk mengerti.

Saran dari penelitian yang sudah dilakukan yaitu interface yang dibuat coba dilakukan di aplikasi android sehingga pembudidaya dapat mengawasi suhu dan pH air dengan smarphone yang mereka miliki.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini telah dilaksanakan dengan baik karena atas dukungan LPPM UNSIKA. Peneliti

mengucapkan terimakasih kepada LPPM UNSIKA atas partisipasinya dalam penelitian ini.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amani, F dan Prawiroedjo, K. 2016. "Alat Ukur Kualitas Air Minum Dengan Parameter Ph, Suhu, Tingkat Kekeruhan, Dan Jumlah Padatan Terlarut". JETri. Vol. 14., No. 1.
- [2] Arduino. Software IDE Arduino [online]. Tersedia di <https://www.arduino.cc/en/Main/Software> diakses 15 Maret 2018.
- [3] Hanafiah, N, Sugiarto, K, Ardy, Y, Prathama, R, and Suhartono D. 2015. "Expert System for Diagnosis of Discus Fish Disease using Fuzzy Logic Approach". IEEE.
- [4] Hidayat, T. 2017. "Sistem Pendeteksi Dini Longsor Menggunakan Teknologi Wireless Sensor Network (WSN)". JURNAL TEKNIK ELEKTRO ITP, Vol. 6, No. 1.
- [5] Kusriani, E. dan Priono, B. 2011. "Pakan Buatan Untuk Pengembangan Budidaya Ikan Discus (Symphysodon Discus) Di Indonesia". Media Akuakultur. Vol. 6, No. 1.
- [6] Mishra, S dan Thakkar, H. 2012. "Features of WSN and Data Aggregation techniques in WSN: A Survey". IJEIT. Vol. 1, Issue 4.
- [7] Omikicau. Diskus dan Inang Asuh. [online]. Tersedia di <https://omkicau.com/wp-content/.../01/diskus-dan-inang-asuh.pdf> diakses 5 Maret 2018.
- [8] Rozaq, I.,A dan Yulita DS, N. 2017. "Uji Karakterisasi Sensor Suhu Ds18b20 Waterproof Berbasis Arduino Uno Sebagai Salah Satu Parameter Kualitas Air". Prosiding SNATIF Ke-4.
- [9] Rozikin, C., Sukoco, H., dan Saptomo, S.K. 2017. "Sistem Akuisisi Data Multi Node untuk Irigasi Otomatis Berbasis Wireless Sensor Network". JNTETI. Vol. 6, No. 1.
- [10] Susanti, E. 2016. "Automatisasi Sistem Irigasi Menggunakan Sensing Logic Berbasis Wireless Sensor Network". Jurnal TIPS. Vol. IV., No. 1.