

Monitoring Kadar Amonia dalam Akuarium Ikan Menggunakan Metode Verifikasi Warna RGB dengan Memanfaatkan ESP32-CAM

Matius Bryant¹, Stephanus Antonius Ananda²
Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121 – 131 Surabaya 60236
Telp. (031) – 2983455, Fax. (031) – 8417658
E-Mail: matiusbryant78@gmail.com¹, ananda@petra.ac.id²

ABSTRAK

Permasalahan utama yang seringkali ditemukan adalah kualitas air akuarium yang buruk selama masa pemeliharaan, sehingga dapat mengakibatkan peningkatan kadar *ammonia* pada akuarium tersebut. Pada skripsi ini spesimen yang akan digunakan untuk pengujian adalah ikan predator, dimana makanan dari ikan ini merupakan daging-daging mentah atau ikan hidup yang ukurannya lebih kecil dari ikan tersebut. Sehingga dengan adanya makanan yang bersisa dapat meningkatkan produksi *ammonia* pada air akuarium tersebut. Peningkatan produksi *ammonia* akan berakibat pada peningkatan *nitrogen cycle* juga, dimana siklus tersebut akan menghasilkan lebih banyak nitrogen yang mengakibatkan berkurangnya oksigen pada air. Efek *ammonia* terhadap ikan dapat bervariasi, mulai dari kesulitan bernafas, kehilangan nafsu makan, dan lama kelamaan akan menyebabkan kematian pada ikan. Pada skripsi ini akan dibuat sistem *monitoring* kadar *ammonia* akuarium yang berbasis *IoT (Internet of Things)*. Permasalahan ini sebenarnya sudah pernah ditangani pada beberapa penelitian sebelumnya, salah satunya yang diteliti oleh Talanta, D. E. yang berjudul [8], namun dianggap kurang berhasil karena Talanta hanya menggunakan sensor MQ-155 untuk mendeteksi gas amonia. Sedangkan Pada Skripsi ini sistem otomatisasi yang dibuat adalah untuk memonitor & mengontrol kadar *ammonia* pada akuarium dengan cara menggunakan Camera ESP32-CAM untuk mengambil gambar test kit yang akan digunakan kemudian akan di proses melalui Python dengan memanfaatkan *library OpenCV* untuk melakukan verifikasi warna RGB agar dapat menentukan kadar *ammonia* pada air tersebut. Berdasarkan hasil uji coba sistem yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dijalankan memiliki akurasi pendeteksian *ammonia* sebesar 66.7%, hal ini dikarenakan *range* pengukuran *water test strips* yang digunakan cukup besar, yaitu dari angka 0-6 PPM. Sehingga tidak dapat mengeluarkan hasil-hasil kecil 0.25 PPM, karena kadar 0.25 akan langsung diklasifikasikan ke kadar 0.5 PPM. Selain itu juga dapat disimpulkan dari percobaan yang dilakukan selama 4 hari bahwa sistem pergantian air otomatis pada skripsi ini memiliki tingkat akurasi sebesar 87.5% (8 kali percobaan dengan 1 gagal) dalam menjaga parameter air tetap aman bagi ikan.

Kata Kunci: *Internet of Things, OpenCV, Ikan Eksotik, Monitoring, Otomatisasi, Aplikasi mobile*

ABSTRACT

The main problem that is often found is poor aquarium water quality during the maintenance period, which can result in an increase of ammonia levels in the aquarium. In this thesis, the specimen that will be used for testing is predatory fish, where the food of this fish is raw meat or live fish whose size is smaller than them. The leftover of this food can increase the production of

ammonia in the aquarium water. An increase in ammonia production will result in an increase in the nitrogen cycle as well, where the cycle will produce more nitrogen which results in reduced oxygen in the water. The effect of ammonia on fish can vary from difficulty of breathing, loss of appetite, and over time it will cause death in fish. In this thesis, an IoT(Internet of Things)-based monitoring system for aquarium ammonia levels will be used. This problem has actually been handled in several previous studies, one of which was researched by Talanta, D. E. entitled "Arduino-based Design and Build of Arduino-based Ammonia & PH Water Control in Fish Cultivation", but was considered less successful because Talanta only used an MQ-155 sensor to detect ammonia gas. While in this thesis the automation system is used to monitor & control ammonia levels in the aquarium by using the Camera function of ESP32-CAM to take pictures of the test kit and will then be processed with Python by utilizing the OpenCV library to verify RGB color in order to determine the ammonia level in the water. Based on the results of the system testing that has been carried out, it can be concluded that the ammonia detection accuracy of this system is 66.7%, this is because the measurement range of the water test strips being used is quite large, ranging from 0-6 PPM. So, it cannot produce small results such as 0.25 PPM, because 0.25 PPM levels will be directly classified to 0.5 PPM levels. In addition, it can also be concluded from the experiment conducted for 4 days that the automatic water change system in this thesis has an accuracy rate of 87.5% (8 trials with 1 failure) in maintaining water parameters safe for fish.

Keywords: *Internet of Things, OpenCV, Exotic Fish, Monitoring, Automation, Mobile Application*

1. PENDAHULUAN

Dari segala parameter air yang berpengaruh kepada ikan, kadar Ammonia merupakan parameter terpenting kedua yang harus diperhatikan setelah kadar oksigen [7]. Hal ini dikarenakan Ammonia dapat menyebabkan *stress* dan kerusakan pada insang ikan, meskipun hanya dalam jumlah sedikit. Efek yang diberikan oleh Ammonia ini dapat bervariasi berdasarkan jenis ikan [1]. Pada skripsi ini spesimen yang akan digunakan untuk pengujian adalah ikan predator, dimana makanan dari ikan ini merupakan daging-daging mentah atau ikan hidup yang ukurannya lebih kecil dari ikan tersebut. Sehingga dengan adanya makanan yang bersisa dapat meningkatkan produksi *ammonia* pada air akuarium tersebut. Saat ini, telah ada beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya untuk melakukan pemantauan dan pengontrolan kadar *ammonia* pada air, baik untuk akuarium dan untuk kolam. Seperti penelitian yang ditulis oleh Nugroho, M. A. [4], pada penelitian ini diangkat permasalahan mengenai kematian ikan yang diakibatkan oleh meningkatnya kadar *ammonia* dan PH pada kolam tersebut. Penulis menyelesaikan masalah yang ada dengan membuat sistem

kontrol serta monitoring untuk menjaga kadar ammonia dan PH yang terdapat pada suatu miniplan. Penelitian yang dilakukan penulis menggunakan sensor gas MQ-135 untuk mendeteksi kadar ammonia yang menguap, selain dari sensor MQ-135 untuk menjadi indikator pendukung penulis juga menggunakan sensor PH produk DF Robot. Guna dari indikator sensor PH ini adalah membantu untuk mengetahui naik turunnya kadar ammonia yang telah terlarut dalam air.

Pada skripsi ini proses *monitoring* akan dilakukan dengan cara memasang sensor *camera* (ESP32-CAM) yang akan mendeteksi indikasi dari warna kertas *test kit* untuk menentukan kadar ammonia yang terdapat pada air akuarium, dimana nantinya air akuarium sampel test tersebut akan dipompa secara otomatis masuk ke tabung acrylic menggunakan pompa yang akan dikontrol oleh Microcontroller ESP32-CAM. Kertas test kit akan dijepitkan pada Motor Servo MG996R yang diletakkan diatas tabung acrylic ini. Setelah air dipompa ke dalam tabung acrylic, ESP32-CAM akan mengambil gambar, kemudian gambar tersebut akan di proses oleh *python* menggunakan *library OpenCV* untuk dilakukan verifikasi warna RGB dan setelah dideteksi akan diklasifikasikan masuk ke kadar ammonia yang mana berdasarkan *color card* yang disediakan. *Actuator* yang digunakan untuk pencegahan adalah pompa air untuk melakukan pergantian air atau *water change*.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Exotic Fish

Exotic Fish pada skripsi ini lebih mengarah kepada ikan predator yang memakan daging mentah. Amonia dapat masuk ke dalam kolam dari dekomposisi bahan organik seperti makanan yang tidak dimakan atau ganggang mati dan tanaman air pada air akuarium [6]. Maka dari itu ikan predator memiliki resiko terpapar pada jumlah ammonia yang lebih banyak daripada jenis ikan lain.

2.1.2 Internet of Things

Internet of Things (IoT), sebuah istilah yang belakangan ini mulai ramai ditemui namun masih banyak yang belum mengerti arti dari istilah ini. Sebetulnya hingga saat ini belum ada definisi standar mengenai Internet of Things, namun secara singkat Internet of Things adalah suatu konsep dimana objek tertentu memiliki kemampuan untuk mentransfer data lewat jaringan tanpa memerlukan adanya interaksi dari manusia ke manusia ataupun dari manusia ke perangkat komputer [2].

2.1.3 Amonia

Amonia merupakan produk akhir dalam pemecahan pakan di kolam ikan. Ikan akan mencerna protein yang diperoleh dari pakan mereka dan mengeluarkan amonia melalui insang dan kotoran mereka. Jumlah amonia yang dikeluarkan oleh ikan berbanding lurus dengan jumlah pakan yang dimasukkan ke dalam kolam, jumlah ammonia akan semakin meningkat dengan meningkatnya jumlah pakan yang dimasukkan ke dalam kolam tersebut. Ikan yang menderita keracunan ammonia biasanya tampak lesu dan seringkali akan berada didekat permukaan air seolah terengah-engah nafasnya. [6]

2.1.4 Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah komputer dengan ukuran kartu kredit yang dapat dihubungkan ke monitor komputer atau TV, serta menggunakan keyboard dan mouse standar. Raspberry Pi ini adalah perangkat kecil yang mampu memungkinkan orang-orang dari segala usia untuk menjelajahi komputasi, dan belajar bagaimana memprogram dalam bahasa seperti Scratch dan Python. Alat ini

mampu melakukan semua yang diharapkan dari sebuah komputer, mulai dari menjelajah internet, memutar video definisi tinggi, hingga membuat spreadsheet, dan bermain game. [5]

2.1.5 Motor Servo MG996R

Motor Servo MG996R merupakan sebuah Motor Servo yang memiliki gerigi logam dengan kekuatan torsi sebesar 11kg/cm. Seperti servo-servo yang lain, servo ini juga hanya dapat melakukan rotasi dari 0 hingga 180 derajat saja, berdasarkan gelombang PWM yang di berikan. Servo MG996R ini memiliki 3 pin yaitu merah (vcc), coklat (ground), dan orange (sinyal), pin orange tersebut harus di pasang pada pin Arduino yang bisa memberikan PWM (Pulse Width Modulation) agar dapat diatur gerakan dari gerigi servo berdasarkan derajat tertentu. [3]

2.2 Tinjauan Studi

Saat ini, telah ada beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya untuk melakukan pemantauan dan pengontrolan kadar ammonia pada air, baik untuk akuarium dan untuk kolam. Seperti penelitian yang ditulis oleh Nugroho, M. A. [4], pada penelitian ini diangkat permasalahan mengenai kematian pada ikan-ikan yang dibudidayakan oleh para nelayan yang diakibatkan oleh meningkatnya kadar ammonia dan PH pada kolam tersebut. Penulis menyelesaikan masalah yang ada dengan membuat sistem kontrol serta monitoring untuk menjaga kadar ammonia dan PH yang terdapat pada suatu miniplan. Penelitian yang dilakukan penulis menggunakan sensor gas MQ-135 untuk mendeteksi kadar ammonia yang menguap, selain dari sensor MQ-135 untuk menjadi indikator pendukung penulis juga menggunakan sensor PH produk DF Robot. Guna dari indikator sensor PH ini adalah membantu untuk mengetahui naik turunnya kadar ammonia yang telah terlarut dalam air. Target dari penelitian adalah merancang kontrol proporsional yang digunakan untuk mengatur kerja aktuator filter dan aerator dalam menjaga kadar PH dan ammonia pada ambang batas tertentu.

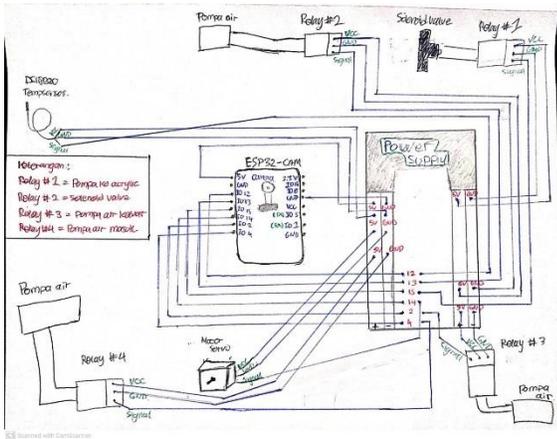
Disisi lain terdapat juga penelitian sejenis Talanta, D. E. [8], permasalahan yang diangkat sedikit banyak sama dengan penelitian yang ditulis oleh Nugroho, M. A. [4] yaitu mengenai kualitas air yang kurang diperhatikan/dikelola dalam proses budidaya ikan. Pada penelitian ini yang dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan cara membuat *monitoring* sistem kadar ammonia. Namun pada penelitian ini, sensor amonia yang digunakan tidak berupa sensor gas amonia seperti MQ-135, melainkan dengan memanfaatkan sensor suhu DS18B20 dan sensor PH DF Robot V.2 kemudian data yang diterima oleh kedua sensor tersebut (sensor suhu & PH) akan digabungkan untuk mendapatkan kadar amonia pada air dalam satuan PPM. Data-data yang diperoleh dari sensor suhu, sensor PH, dan tabel kadar amonia kemudian akan dikirimkan pada LCD dan relay. Kontrol yang dilakukan pada penelitian ini ada 2, yang pertama yaitu akan menyalakan pompa air untuk memompa air ke dalam akuarium apabila PH tidak berada diangka 6-7, yang kedua adalah menyalakan aerator apabila jumlah kadar amonia pada air akuarium tersebut mencapai 0.8 PPM. Target dari penelitian ini adalah merancang kontrol proporsional yang digunakan untuk mengatur aktuator pompa air dan aerator untuk menjaga PH tetap pada angka 6-7 dan menjaga kadar amonia untuk berada di angka 0.8 PPM. Dari kedua penelitian diatas, tabel yang digunakan untuk menentukan kadar amonia pada air berasal penelitian Floyd, et al. [1].

3. DESAIN SISTEM

Secara garis besar, sistem yang akan dibuat terbagi menjadi beberapa bagian, yaitu Desain Perangkat Keras, Desain Perangkat Lunak, Desain Cara kerja pengambilan gambar, Desain Interface Aplikasi, dan Cara kerja sistem.

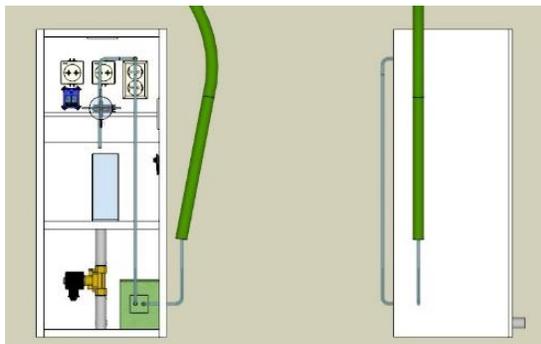
3.1 Desain Perangkat Keras

Desain system perangkat keras akan dijelaskan mulai dari koneksi antara sensor dan actuator, apa saja yang tersambung pada ESP32-CAM, dan cara kerja system secara keseluruhan. Desain perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Desain Perangkat Keras

Pada Gambar 1 dapat dilihat alat-alat IoT yang digunakan adalah microcontroller ESP32-CAM dan beberapa alat yang digunakan dengan ESP32-CAM ini adalah sensor suhu DS18B20, 3 buah pompa air, 1 Solenoid water valve, dan 1 buah breadboard sebagai power supply.



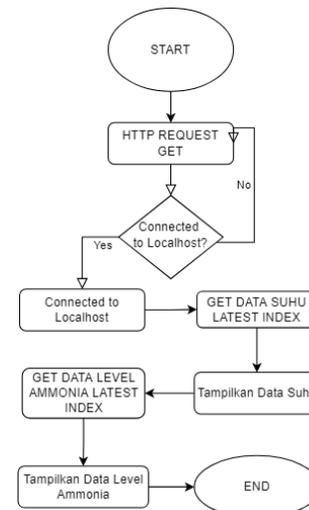
Gambar 2. Block Diagram Kotak

Pada Gambar 2 terdapat sebuah sketsa kotak yang berisi ESP32-CAM, 2 relay module, 1 buah motor servo MG996R, 1 buah tabung acrylic, 1 buah pompa air, dan 1 buah solenoid water valve. Kotak ini akan digunakan untuk melakukan pengujian kadar ammonia pada akuarium, agar pencahayaan untuk mengambil gambar kertas test kit selalu sama.

3.2 Desain Perangkat Lunak

Desain Perangkat Lunak yang akan digunakan adalah Flutter Mobile App, dimana pada framework ini akan menggunakan Bahasa Dart, dan untuk menyambungkan Flutter pada Database MySQL Localhost server (Raspberry Pi) akan digunakan API PHP dengan HTTP Request. Data dari sensor akan secara otomatis

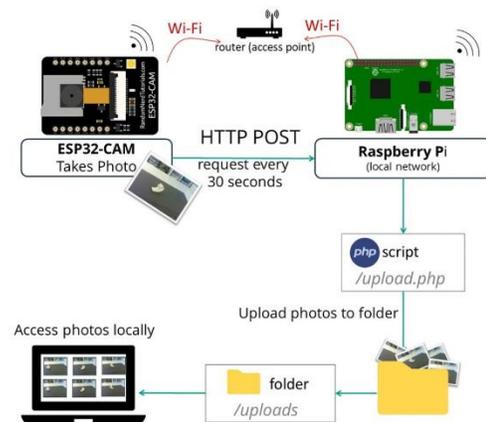
dimasukkan ke dalam MySQL kemudian akan di ambil juga dengan HTTP Request. (Dapat dilihat pada Gambar 3)



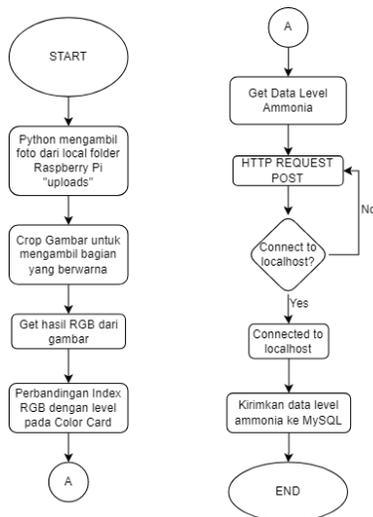
Gambar 3. Flowchart Cara Kerja Aplikasi

3.3 Desain Cara Kerja Pengambilan Gambar

Pengambilan foto akan menggunakan library esp_camera.h dimana nantinya ESP32-CAM akan disambungkan kepada Wifi yang sama dengan Raspberry Pi, kemudian setelah mengambil gambar, ESP32-CAM akan mengirimkan gambar tersebut melalui wifi ke dalam Web PHPMyAdmin menggunakan PHP API Endpoint "POST" (pada Gambar 4 tertulis sebagai "upload.php"). Kemudian gambar tersebut dapat di akses secara lokal pada Raspberry Pi didalam folder "uploads". Proses ini akan dijalankan setiap kali ESP32-CAM melakukan pengambilan gambar.



Gambar 4. Skema Pengiriman Gambar

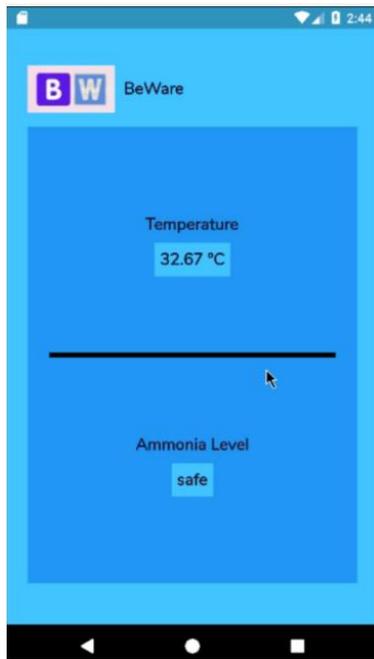


Gambar 5. Flowchart Pengiriman Level Kadar Amonia

Setelah dapat diakses secara lokal seperti pada Gambar 5, python akan mengambil gambar yang di-upload dan di proses untuk dihitung RGB dari *test kit* yang di ambil gambarnya. Kemudian RGB tersebut akan di cocokkan dengan 5 gabungan RGB yang sudah didapatkan dari *color card* yang tersedia pada kemasan *Fish Co Aquarium Water Test*, setelah mendapatkan hasil yang memiliki *index* RGB terdekat, data level amonia akan dikirimkan dengan metode *HTTP Request API "POST"* kepada *MySQL*.

3.4 Desain Interface Aplikasi

Pada Gambar 6 dapat dilihat Desain *Interface* dari aplikasi *flutter mobile* yang akan di sambungkan dengan *ESP32-CAM* untuk menampilkan data berupa "*Temperature*" dan "*Ammonia Level*". Aplikasi tersebut akan diberi nama *BeWare* jadi tujuan adanya aplikasi ini adalah agar pengguna dapat terus memantau keadaan parameter air ikan setiap kali setelah dilakukan tes kadar *Ammonia* setiap harinya.



Gambar 6. Desain Interface Flutter App

3.5 Cara Kerja Sistem

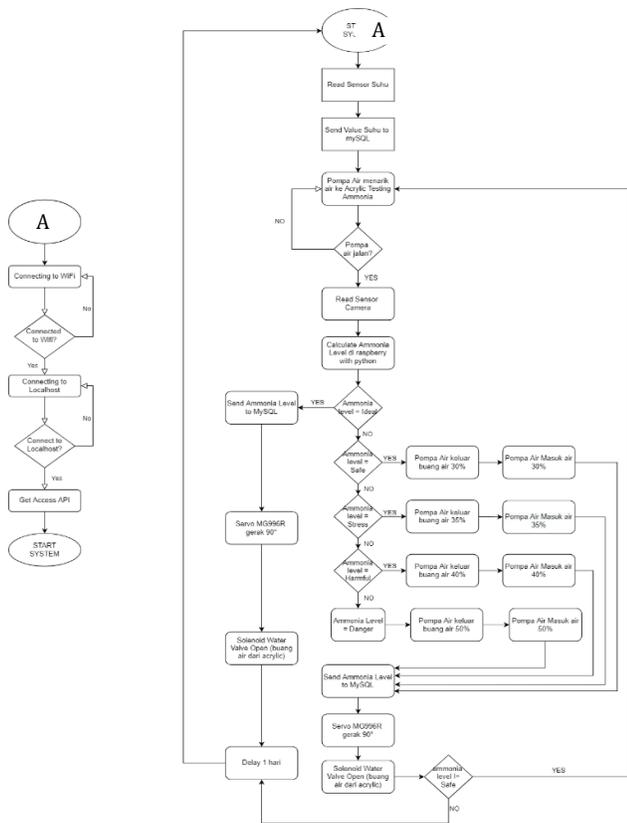
Terdapat 3 jenis *actuator* yang akan digunakan dalam pembuatan skripsi ini yaitu *Solenoid Water Valve*, *Pompa Air*, dan *Motor Servo MG996R*. *Solenoid Water Valve* disini akan digunakan untuk membuang air dari tabung test kadar ammonia, nantinya *Water Valve* ini akan dipasangkan pada bagian bawah tabung testing ammonia (dapat dilihat pada Gambar 2). *Water valve* ini akan terbuka apabila test ammonia sudah selesai dilakukan yaitu sekitar 1 menit setelah pengambilan air agar hasil yang diterima lebih akurat.

Actuator yang kedua adalah *Pompa air*, pada Skripsi ini akan ada 3 buah pompa air yang digunakan. Dimana fungsi dari pompa pertama ini adalah untuk memompa air kedalam tabung test ammonia, pompa kedua akan digunakan untuk membuang air sesuai level kadar ammonia pada air dan pompa yang ketiga akan digunakan untuk memompa air masuk ke dalam akuarium sesuai dengan jumlah air yang dikeluarkan. Pompa pertama akan berjalan selama 10 detik untuk memasukkan air kedalam tabung acrylic, sedangkan pompa kedua dan ketiga akan berjalan berdasarkan level kadar ammonia yaitu *safe* = 30%, *stress* = 35%, *harmful* = 40%, dan *danger* = 50% dari kapasitas maksimal akuarium, debit air yang diganti akan bervariasi berdasarkan ukuran akuarium yang digunakan.

Actuator yang terakhir adalah *Motor Servo MG966R* yang akan dijalankan sesuai dengan derajat sudut, jadi *Motor Servo* ini akan berputar sebesar 90° setiap kalinya untuk mengganti ke kertas test ammonia yang berikutnya. Namun, seperti yang saya tulis pada spesifikasi di atas bahwa motor servo *MG996R* ini tidak dapat berputar lebih dari 180°. Sehingga jumlah kertas test ammonia yang dapat dipasangkan adalah hanya 3 *test strips* sekaligus.

Sistem pendeteksi kadar ammonia nantinya akan menggunakan Bahasa *Python* dan memanfaatkan *Library OpenCV*. Program yang akan dijalankan adalah melakukan verifikasi warna RGB berdasarkan *color card* yang tersedia pada kemasan *Fish Co Aquarium Water Test* dengan cara mendapatkan semua RGB yang ada pada *Color Card* dan akan dibandingkan dengan gambar yang diambil oleh *ESP32-CAM* untuk dicari *index* RGB yang terdekat agar dapat mengetahui level kadar ammonia.

Pada Gambar 7 dapat dilihat flowchart untuk cara kerja sistem. Urutan proses yang akan terjadi adalah sensor suhu *DS18B20* akan dijalankan, setelah mendapatkan data suhu akan dikirimkan ke *MySQL* via *REST API PHP*. Kemudian pompa pertama akan memompa air ke dalam tabung acrylic, setelah itu camera akan mengambil gambar kertas test kit dan dikirimkan ke *Raspberry Pi* untuk di proses dengan *Python* untuk mengetahui level kadar ammonia kemudian dikirimkan kepada *MySQL* menggunakan metode *HTTP Request POST*, apabila sudah mengeluarkan hasil ideal sistem tidak perlu melakukan pergantian air otomatis, namun jika hasil mengeluarkan level *safe* atau lebih tinggi maka otomatisasi pergantian air akan berjalan. Setelah melakukan pergantian air, sistem akan melakukan pengecekan ulang sampai mendapatkan hasil Ideal atau *Safe*. Kemudian data pada *MySQL* yang dihasilkan oleh verifikasi warna RGB dan sensor Suhu akan di tampilkan pada *mobile app* yang dibuat dengan *framework flutter* dengan pengambilan data via *HTTP Request* kepada *API Endpoint* yang dibuat pada *local server*.



Gambar 7. Flowchart Sistem

4. IMPLEMENTASI SISTEM

Pada bab ini akan dibahas mengenai Implementasi Perangkat keras yang digunakan dan Implementasi Perangkat lunak yang digunakan.

4.1 Implementasi Perangkat Keras Yang Digunakan

Sistem Monitoring kadar ammonia ini dibuat dengan menggunakan Raspberry Pi sebagai Localhost Server, ESP32-CAM sebagai microcontroller, Sensor Suhu DS18B20, Motor Servo MG996R, Relay, dan 3 (tiga) buah pompa air. Untuk pembuatan program yang akan menjalankan fungsi-fungsi pada ESP32-CAM akan digunakan *source code editor Arduino IDE*.

4.2 Implementasi Perangkat Lunak Yang Digunakan

Aplikasi BeWare pada skripsi ini dibuat menggunakan Flutter SDK versi 2.0.6 dengan Bahasa pemrograman *Dart* dan *Visual Studio Code* sebagai *source code editor*. Untuk *backend API* digunakan *PHP REST API* dan database menggunakan *MySQL* pada *PHPMyAdmin*.

5. PENGUJIAN

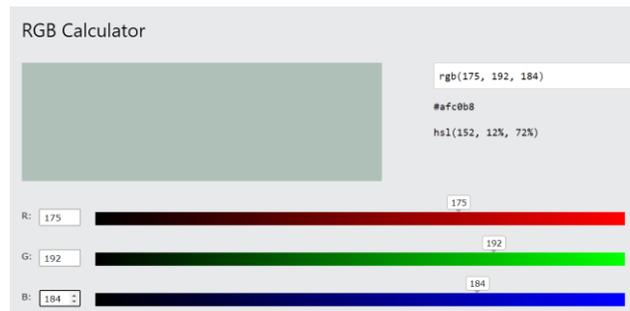
Bab ini membahas tentang pengujian deteksi Verifikasi Warna RGB, pengujian akurasi test kadar ammonia pada air akuarium, dan pengujian keberhasilan kontrol dengan sistem yang dibuat. Pengujian sistem dimulai dengan test akurasi sensor suhu, deteksi RGB *Color Card*, pengujian akurasi test kadar ammonia dengan pembandingan, dan yang terakhir adalah pengujian keberhasilan kontrol kadar ammonia. Tujuan dari pengujian sistem adalah untuk mengetahui apakah program yang dibuat sesuai dengan kebutuhan.

5.1 Pengujian Deteksi RGB *Color Card*

Pengujian akurasi untuk pendeteksian RGB pada *color card* sebagai tolak ukur untuk test pendeteksian kadar ammonia. Jadi pada pengujian ini yang akan dilakukan adalah *color card* akan difoto dengan *camera ESP32-CAM*, kemudian masing-masing kotak akan di deteksi RGB-nya kemudian akan dicocokkan antara foto asli *color card* dengan RGB yang didapatkan oleh program verifikasi RGB dengan cara memasukkan RGB kepada *RGB Calculator*.



Gambar 8. RGB original *Color Card* Pembandingan *Stress*



Gambar 9. RGB *Stress Camera ESP32-CAM*

Salah satu contoh Perbandingan warna dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9, dimana gambar yang diambil dari ESP32-CAM memiliki warna yang cenderung lebih berwarna gelap daripada warna yang ada pada *color card*.

5.2 Pengujian akurasi Sensor Suhu

Pengujian akurasi sensor suhu dilakukan dengan melakukan pembacaan suhu dengan thermometer dan sensor suhu DS18B20. Lalu hasil pengukurannya dibandingkan untuk dilihat akurasinya. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Suhu

Thermometer	DS18B20	Error	Error%
32	31.56	0.44	1.3%
33	32.65	0.35	1.0%
32	31.75	0.25	0.7%
31	30.82	0.18	0.5%
30	29.87	0.13	0.4%

Berdasarkan hasil percobaan, dihitung selisih dari suhu yang terbaca pada thermometer dan sensor suhu DS18B20. Perbedaan hasil pengukuran tersebut dihitung persentase error-nya sehingga didapatkan error rata-rata 0.7%.

5.3 Pengujian Akurasi Test Ammonia

Pengujian akurasi test ammonia dilakukan dengan menggunakan test kit pembandingan yaitu Salifert NH3 Profi Test. Hasil test dari Test Kit FishCo Aquarium Water test akan dibandingkan untuk dilihat akurasinya. Untuk pengujian kali ini, akan digunakan 3 (tiga) sampel air yang memiliki kadar ammonia yang berbeda-beda.



Gambar 10. Tiga sampel air dengan kadar amonia berbeda

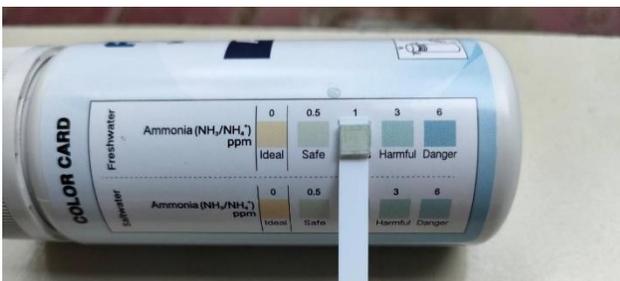
Pada Gambar 10 dapat dilihat terdapat 3 sampel air, untuk kepentingan pengujian parameter air, akan diberikan tetesan amonia (cairan dalam botol tutup biru) agar kadar amonia pada masing-masing sampel test dapat bervariasi. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Pengukuran Amonia

Salifert	FishCo	Error	Error%
0.15 ppm	0 ppm	0.15	100
0.5 ppm	0.5 ppm	0	0%
1 ppm	1 ppm	0	0%



Gambar 11. Hasil test sampel kedua (Salifert)



Gambar 12. Hasil test sampel kedua (FishCo)

Dari salah satu contoh test pengujian akurasi yang dapat dilihat pada Gambar 11 dan Gambar 12 terdapat hasil test dari sampel air pertama, dimana seharusnya terdapat 0.5ppm pada sampel air tersebut. Kedua test kit, *FishCo* dan *Salifert* sama-sama mendapatkan hasil yang sama yaitu 0.5ppm.

5.4 Pengujian Keberhasilan Pengontrolan Amonia

Untuk pengujian pergantian air secara otomatis digunakan sebuah akuarium yang memiliki dimensi lebih kecil, yaitu 60cm x 30cm x

30cm dengan kapasitas *maximum* 54L. Untuk mengetahui upaya pengontrolan *ammonia* dapat berjalan dengan baik atau tidak, digunakan cairan untuk menambah kadar ammonia pada air agar kadar ammonia dalam air dapat mencapai level *Stress/Harmful*. Berikut adalah jumlah air yang akan digantikan berdasarkan level amonia:

- *Ideal* = 0% -> 0 detik
- *Safe* = 30% -> 35 detik
- *Stress* = 35% -> 42 detik
- *Harmful* = 40% -> 48 detik
- *Danger* = 50% -> 1 menit

Tabel 3. Tabel Pengukuran Kadar Ammonia

Percobaan ke-	Suhu	Level Ammonia
29-06-2022	30.82°C	Stress
29-06-2022	29.87°C	Safe
30-06-2022	31.56°C	Harmful
30-06-2022	31.75°C	Safe
01-07-2022	30.63°C	Ideal
02-07-2002	32.65°C	Danger
02-07-2022	32.25°C	Safe
02-07-2022	31.56°C	Safe

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa pada tanggal 29 juni siklus program berjalan dua kali karena begitu sudah mencapai level ammonia "Safe" siklus program akan otomatis berhenti dan menunggu ganti hari, pada hari pertama waktu yang dibutuhkan untuk pompa membuang dan mengisi air masing-masing 42 detik. Pada tanggal 30 siklus program juga berjalan sebanyak dua kali namun kali ini pengujian dilakukan sedikit berbeda karena cairan ammonia yang di campurkan ke dalam air berjumlah lebih banyak sehingga menghasilkan level ammonia Harmful, pada hari kedua ini masing-masing pompa berjalan selama 48 detik untuk mengganti air sebesar $\pm 40\%$ dari total kapasitas akuarium. Pada tanggal satu siklus program hanya berjalan satu kali saja karena level ammonia yang didapat adalah "Ideal". Pada tanggal 2 kali ini siklus program sedikit berbeda yaitu berjalan sebanyak tiga kali, namun pada hari ke-4 ini terjadi sebuah error yang seharusnya tidak terjadi yaitu saat hasil test ammonia sudah menunjukkan level "Safe" seharusnya program tidak melanjutkan siklus program. Tetapi mungkin karena dimulai dari keadaan air danger dan terjadi kesalahan penerimaan data saat melakukan siklus program kedua.

5.5 Diskusi

Berdasarkan hasil uji coba pengujian akurasi test *ammonia* dan pengujian keberhasilan kontrol kadar *ammonia* yang telah dijelaskan di sub bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa pada sistem yang dibuat pada skripsi ini masih memiliki *margin error* yang cukup besar yaitu berada dikisaran 33.3% karena alat test kit *FishCo* melakukan pendeteksian ammonia dengan *range* pengujian yang cukup besar dari 0-5 sehingga membuat *margin of error* semakin tinggi. Selain dari itu untuk pengujian keberhasilan kontrol kadar ammonia masih tergolong berhasil karena dari 8 percobaan yang dilakukan dalam kurun 4 hari hanya 1 siklus yang mengalami error yaitu pada hari terakhir apabila kadar ammonia dipasang ke tingkat "danger", sehingga membuat siklus program melakukan *loop* tambahan yang seharusnya tidak terjadi.

Kegagalan untuk mendapatkan akurasi yang tinggi bisa terjadi karena beberapa faktor, yang pertama adalah range untuk pengujian kadar nya terlalu jauh yaitu 0-5 ppm, kedua adalah faktor dari camera ESP32-CAM yang membaca hasilnya kurang akurat, karena camera tidak focus atau terjadi ketelatan pengiriman data kepada database akibat sinyal wifi yang kurang lancar/microcontroller mengalami error sehingga harus melakukan *reboot*.

6. KESIMPULAN

Dari hasil pembuatan Monitoring Kadar Amonia dalam Aquarium Ikan menggunakan Metode Verifikasi Warna RGB dengan memanfaatkan ESP32-CAM yang terhubung dengan sensor camera, solenoid water valve, dan Motor Servo MG996R, dapat diambil kesimpulan berdasar pengujian sistem yang dilakukan, sistem pendeteksian kadar ammonia pada akuarium ini memiliki tingkat akurasi sebesar 67.7%. Kesimpulan ini untuk menjawab rumusan masalah nomor 1. Berdasar hasil pengujian yang dilakukan selama 4 hari, dapat disimpulkan bahwa sistem pergantian air otomatis pada skripsi ini memiliki tingkat akurasi sebesar 87.5% (8 kali percobaan dengan 1 gagal) dalam menjaga parameter air tetap aman bagi ikan. Ini untuk menjawab rumusan masalah nomor 2.

7. REFERENSI

- [1] Floyd, R. F., Watson, C., Petty, D., & Pouder, D. B. 2015. AMMONIA IN AQUATIC SYSTEMS. Retrieved January 30, 2022, from <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/FA031#:~:text=Ammonia%20accumulates%20easily%20in%20aquatic,metabolic%20waste%20product%20is%20ammonia>.
- [2] Luthfi, M. M. 2016, July 17. Mari Mengetahui Apa itu Internet of Thing (IoT). Retrieved January 30, 2022, from

<https://idcloudhost.com/mari-mengenal-apa-itu-internet-thing-iot/>.

- [3] Muh, R. 2018, October 2. Program Motor Servo. Retrieved 30 May, 2022 from <https://mikrokontroler.mipa.ugm.ac.id/2018/10/02/program-motor-servo/>
- [4] Nugroho, Muhammad Akbar. "Sistem Kontrol dan Monitoring Kadar Amonia untuk Budidaya Ikan yang Diimplementasi pada Raspberry Pi 3-B." JURNAL TEKNIK ITS Vol. 7, No. 2, 2018, pp. A374
- [5] Raspberry Pi Foundation. 2019. What is a Raspberry Pi?. Retrieved 27 February, 2022, from <https://www.raspberrypi.org/help/what-%20is-a-raspberry-pi/#:~:text=The%20Raspberry%20Pi%20is%20a,language%20like%20Scratch%20and%20Python>.
- [6] Robert M. D., David M. C. and Martin W. B. 1997. Ammonia in Fish Ponds. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC). Publication No. 463.
- [7] Suharda, R. 2016. Mengontrol Kadar Ammonia dalam Budidaya Perikanan. Retrieved January 30, 2022, from <https://www.isw.co.id/post/2016/05/21/mengontrol-kadar-ammonia-dalam-budidaya-perikanan#:~:text=Ammonia%20akan%20menjadi%20racun%20bagi,menjadi%20lesu%2C%20sakit%20dan%20mati>.
- [8] Talanta, Dimasanggie Elul. "Rancang Bangun Kontrol Kadar Amonia dan PH air berbasis Arduino pada Budidaya Ikan." Otopro Volume 17 No. 1, Nov 2021, pp. 27-32, doi:10.26740/otopro.v17n1.p27-32