



TUGAS AKHIR - TE 141599

**SISTEM KONTROL DAN *MONITORING* KADAR AMONIA
UNTUK BUDIDAYA IKAN YANG DIIMPLEMENTASI
PADA RASPBERRY PI 3-B**

Muhammad Akbar Nugroho
NRP 0711144000036

Dosen Pembimbing
Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.

DEPATERMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - TE 141599

**SISTEM KONTROL DAN *MONITORING* KADAR AMONIA UNTUK
BUDIDAYA IKAN YANG DIIMPLEMENTASI PADA RASPBERRY
PI 3-B**

Muhammad Akbar Nugroho
NRP 0711144000036

Dosen Pembimbing
Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT - TE 141599

***CONTROL SYSTEM AND MONITORING OF AMMONIA LEVELS FOR
AQUACULTURE IMPLEMENTED ON RASPBERRY PI 3-B***

Muhammd Akbar Nugroho
NRP 07111440000036

Supervisor
Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.

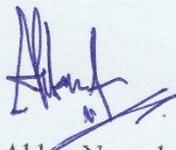
ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Electrical Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2018

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul “Sistem Kontrol dan *Monitoring* Kadar Amonia untuk Budidaya Ikan yang Diimplementasi pada Raspberry Pi 3-B” adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 01 Juni 2018



Muhammad Akbar Nugroho
NRP. 0711144000036

.....*Halaman ini sengaja dikosongkan*.....

**SISTEM KONTROL DAN *MONITORING* KADAR
AMONIA UNTUK BUDIDAYA IKAN YANG
DIIMPLEMENTASI PADA RASPBERRY
PI 3-B**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Elektronika
Departemen Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Dosen Pembimbing



Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.
NIP: 196904261994031003

**SURABAYA
JULI, 2018**

.....*Halaman ini sengaja dikosongkan*.....

Sistem Kontrol dan *Monitoring* Kadar Amonia untuk Budidaya Ikan yang Diimplementasi pada Raspberry Pi 3-B

Nama : Muhammad Akbar Nugroho
Pembimbing : Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.

ABSTRAK

Kualitas air berpengaruh terhadap tingkat kesehatan ikan, salah satu hal yang harus dijaga adalah kadar amonia. Kadar amonia yang dibiarkan tinggi akan berbahaya terhadap kesehatan ikan, bahkan dapat menyebabkan kematian. Selain itu kualitas air pada perairan harus tetap dijaga karena dapat berpengaruh terhadap laju pengembangbiakan ikan. Pada penelitian ini telah dirancang dan dibuat sebuah sistem kontrol dan *monitoring* kadar amonia untuk budidaya ikan yang berguna untuk mengukur kualitas air dalam suatu akuarium. Pada dasarnya pengukuran yang dilakukan pada sistem ini memiliki dua variabel utama yang diukur yaitu; tingkat dari pH air dan kadar amonia. Pada penelitian ini menggunakan dua jenis sensor yaitu sensor pH dan sensor MQ-135 untuk mengukur kadar amonia yang dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino dan *Single Board Computer* Raspberry. Peralatan ini juga dilengkapi dengan teknologi yang berbasis *Internet of Things*. Hasil pengukuran akan ditampilkan pada aplikasi *Smart Phone*. Pada sistem ini nilai pH akan dijaga agar tetap netral (6,5 – 7,5). Ketika melebihi batas dari nilai tersebut kontrol otomatis akan bekerja dan menyalurkan cairan asam asetat (CH_3COOH) menuju akuarium untuk menentralkan nilai pH. Hasil dari pengujian sistem ini menunjukkan bahwa sistem dapat melakukan kontrol secara otomatis dan manual. Pada pengukuran data sensor pH memiliki rata-rata kesalahan 1,88%. Pengontrolan manual dari aplikasi terhadap kondisi aktif dan tidaknya aerator dan filter air memiliki *delay* sekitar 10 detik. Pada segi *monitoring* sistem dengan *delay* sekitar 10 detik, dapat dilakukan melalui aplikasi *smartphone* sehingga dapat menginformasikan jika terdapat kenaikan kadar pH dan amonia yang berbahaya untuk ikan.

Kata kunci: Amonia, Sensor pH, *Internet of Thing*, Basisdata

.....*Halaman ini sengaja dikosongkan*.....

CONTROL SYSTEM AND MONITORING OF AMMONIA LEVELS FOR AQUACULTURE IMPLEMENTED ON RASPBERRY PI 3-B

Name : Muhammad Akbar Nugroho
1st Advisor : Dr. Muhammad Rivai, ST., MT.

ABSTRACT

Water quality affects the level of fish health, one of the things that must be maintained is the level of ammonia. If Ammonia level is high, it will be harmful to fish health, and also it can kill the fish. In addition, water quality in the waters must be maintained because it can affect the rate of fish breeding. In this research has been designed and made a system of control and monitoring of ammonia levels for fish farming is useful to measure the quality of water in an aquarium. Basically, the measurements made on this system have two main variables measured which is; levels of pH in the water and ammonia levels. In this research used two types of sensors, pH sensor and MQ-135 sensor to measure ammonia levels associated with Arduino microcontroller and Single Board Computer Raspberry. This research is also equipped with technology based on the Internet of Things. The measurement results will be displayed in the Smart Phone application. In this system will be kept pH value neutral (6,5 - 7,5). When exceeding the limit of the value the automatic control will work and deliver acetic acid liquor (CH_3COOH) to the aquarium to centralize the pH value. The results of this system test show that the system can perform controls automatically and manually. On the measurement to pH sensor data has an average error of 1.88%. Manual control of activate and deactivate aerators and air filters have delay about 10 seconds. In terms of monitoring the system also has a delay about 10 seconds, it can be done through a smartphone application, so as to increase the pH and ammonia are advantageous for fish.

Key Word: Ammonia, pH Sensor, Internet of Things, Database

.....*Halaman ini sengaja dikosongkan*.....

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas rahmat yang telah diberikan oleh Tuhan Yang Maha Esa. Karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Selama proses penelitian Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan bantuan dari berbagai pihak baik dukungan secara moril maupun materiil. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang mendukung dan membantu dalam tugas akhir ini, diantaranya :

1. Dr. Muhammad Rivai, ST., MT. selaku dosen pembimbing, atas bimbingan, inspirasi, pengarahan, dan motivasi yang diberikan selama pengerjaan penelitian tugas akhir ini.
2. Ir. Tasripan, MT., Dr.Eng. Ir. Totok Mujiono, M.Kom., Dr. Astria Nur Irfansyah, S.T., M.Eng., dan Fajar Budiman, S.T., M.Sc. Selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran serta rekomendasi untuk penelitian ini.
3. Kedua orang tua serta kakak saya, yang tidak pernah putus atas seluruh dukungan, doa, nasihat, motivasi, serta bantuan dalam berbagai hal.
4. Seluruh dosen-dosen Departemen Teknik Elektro, khususnya dosen-dosen bidang studi Elektronika.
5. Teman-teman laboratorium Elektronika Industri B402 dan Elektronika Dasar B202 yang senantiasa membantu dan memberikan dukungan dalam mengerjakan tugas akhir.

Penulis sadar bahwa Tugas Akhir ini masih belum sempurna dan masih banyak hal yang perlu diperbaiki. Saran, kritik dan masukan baik dari semua pihak sangat membantu penulis terutama untuk berbagai kemungkinan pengembangan lebih lanjut.

Surabaya, 1 Juni 2018

Muhammad Akbar Nugroho
NRP. 0711144000036

.....*Halaman ini sengaja dikosongkan*.....

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	VII
ABSTRAK.....	I
<i>ABSTRACT</i>	III
KATA PENGANTAR.....	V
DAFTAR ISI.....	VII
DAFTAR GAMBAR.....	X
DAFTAR TABEL.....	XIII
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
1.7 Relevansi.....	7
BAB II.....	9
TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Budidaya Perikanan.....	9
2.1.1 Penyakit Ikan Budidaya Air Tawar.....	10
2.1.2 Tindakan Terhadap Penyakit.....	14
2.2 Sensor.....	15
2.2.1 Sensor Gas Amonia.....	15
2.2.2 Sensor pH.....	18
2.3 Arduino UNO.....	22
2.4 Raspberry Pi 3B.....	23
2.5 Relay.....	24
2.6 Aerasi.....	26
2.7 Filter Air.....	27
2.8 <i>Dosing Pump</i>	28
2.9 <i>Driver Motor (L298N)</i>	29
2.10 Pengendali Proporsional.....	31
2.11 PWM (<i>Pulse Width Modulation</i>).....	32
2.12 Android.....	33

2.12.1	Pengertian Android.....	34
2.12.2	Versi Android.....	34
2.12.3	Android SDK.....	34
2.12.4	Android Studio.....	35
2.13	Java.....	36
2.14	XML.....	36
2.15	Server.....	37
2.15.1	PHP.....	37
2.15.2	Domain.....	39
2.15.3	<i>Hosting</i>	39
2.15.4	cPanel.....	39
2.15.5	Basis data.....	40
2.15.6	phpMyAdmin.....	40
2.15.7	MySQL.....	42
2.16	<i>Internet of Things</i>	43
BAB III.....		45
PERANCANGAN SISTEM.....		45
3.1	Diagram Blok Sistem.....	46
3.2	Perancangan Perangkat Keras.....	50
3.2.1	Modul <i>Relay</i>	50
3.2.2	Sensor Gas MQ-135.....	51
3.2.3	Sensor pH.....	52
3.2.4	Pompa dan Filter Air.....	53
3.2.5	Aerator.....	54
3.2.6	Arduino UNO.....	55
3.2.7	Raspberry Pi 3 Model B.....	56
3.2.8	<i>Smart Phone</i>	56
3.3	Perancangan Perangkat Lunak.....	57
3.3.1	Perancangan Perangkat Lunak ADC Sensor Amonia.....	57
3.3.2	Perancangan Perangkat Lunak Sensor pH.....	59
3.3.3	Perancangan Perangkat Lunak Aplikasi <i>Smartphone</i>	60
3.3.4	Perancangan Pengiriman Data ke <i>Smartphone</i>	61
BAB IV.....		65
PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM.....		65
4.1	Realisasi Desain Akuarium dan <i>Box Controller</i>	65
4.2	Realisasi Desain Aplikasi <i>Smartphone</i>	66

4.3	Pengujian Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	67
4.3.1	Pengujian Kalibrasi Sensor Gas Amonia	67
4.3.1.1	Melakukan Kalibrasi Awal MQ-135	67
4.3.1.2	Pembacaan PPM Hasil dari Kalibrasi.....	72
4.3.1.3	Pengujian Karakteristik Sensor MQ-135.....	73
4.3.2	Pengujian Kalibrasi Sensor pH.....	74
4.3.2.1	Prosedur Kalibrasi Sensor pH.....	74
4.3.2.2	Penentuan Model Matematis Kalibrasi Sensor PH .	75
4.3.2.3	Perbandingan pH <i>Buffer</i> dengan Hasil Sensor pH..	78
4.3.3	Pengujian Kontrol Otomatis	79
4.4	Pengujian Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	81
4.4.1	Pengujian Fitur <i>Monitoring</i> pada Aplikasi	81
4.4.2	Pengujian Fitur Kontrol Manual pada Aplikasi	82
4.5	Pengujian Keseluruhan Sistem	82
4.6	Analisis Keseluruhan Perancangan Sistem	86
BAB V		89
PENUTUP.....		89
5.1	Kesimpulan	89
5.2	Saran	90
DAFTAR PUSTAKA.....		91
LAMPIRAN A		95
BIODATA PENULIS		99

.....*Halaman ini sengaja dikosongkan*.....

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ichthyophthirius multifiliis	11
Gambar 2. 2 Saprolegniaceae.....	12
Gambar 2. 3 Aeromonas sp.....	13
Gambar 2. 4 Sensor MQ-135.....	16
Gambar 2. 5 Grafik Sensitivitas Sensor MQ-135	17
Gambar 2. 6 Rangkaian sensor Semikonduktor MQ-135.....	17
Gambar 2. 7 Skema elektroda Kaca	19
Gambar 2. 8 Proses dari Pertukaran ion H^+	19
Gambar 2. 9 Kurva Perubahan pH dengan Beda potensial	20
Gambar 2. 10 Rangkaian Elektroda pada Sensor pH.	21
Gambar 2. 11 <i>Circuit</i> Modul Sensor pH.....	22
Gambar 2. 12 Rangkaian Sensor dan Arduino UNO	23
Gambar 2. 13 Raspberry Pi 3 Model B	24
Gambar 2. 14 Modul <i>Relay 2 Channel</i>	25
Gambar 2. 15 Aerator RC-350.....	26
Gambar 2. 16 Filter Air	28
Gambar 2. 17 <i>Dosing Pump</i>	29
Gambar 2. 18 Modul <i>Driver Motor</i> L298N.....	29
Gambar 2. 19 Rangkaian Modul <i>Driver Motor</i> L29N	30
Gambar 2. 20 Diagram Blok Pengendali Proporsional	31
Gambar 2. 21 <i>Duty Cycle</i> Pada PWM	32
Gambar 2. 22 Logo Android	33
Gambar 2. 23 Logo Android Studio	35
Gambar 2. 24 Logo PHP.....	38
Gambar 2. 25 Logo cPanel.....	40
Gambar 2. 26 Logo phpMyAdmin	42
Gambar 2. 27 Logo MySQL	43
Gambar 3. 1 Skema Sistem Secara Keseluruhan	45
Gambar 3. 2 Blok Diagram Sistem Kontrol dan <i>Monitoring</i> Kadar Amonia	47
Gambar 3. 3 Rangkaian <i>2 Channel Relay</i>	51
Gambar 3. 4 Perancangan Pengujian Karakteristik Sensor MQ-135	52
Gambar 3. 5 Perancangan Kalibrasi Sensor pH.....	53

Gambar 3. 6 Perencanaan Peletakan Pompa dan Filter Air	54
Gambar 3. 7 Perencanaan Posisi Slang Aerator	55
Gambar 3. 8 <i>Smartphone</i> Dengan Sistem Operasi Android	57
Gambar 3. 9 <i>Flowchart</i> Kalibrasi Sensor MQ-135	58
Gambar 3. 10 <i>Flowchart</i> Kalibrasi Sensor pH.....	60
Gambar 3. 11 Perancangan Awal Tampilan Aplikasi	61
Gambar 3. 12 <i>Flowchart</i> Proses Pengiriman Data ke Basisdata.....	62
Gambar 3.13 <i>Flowchart</i> Proses Penerimaan Data pada Aplikasi <i>Smartphone</i>	63
Gambar 4. 1 Tampilan <i>Controller Box</i>	65
Gambar 4. 2 Realisasi Akuarium	66
Gambar 4. 3 Realisasi Desain yang Digunakan pada Aplikasi <i>Smartphone</i>	67
Gambar 4. 4 Skematik Sensor Gas Amonia.....	68
Gambar 4. 5 Posisi RL pada Modul Sensor MQ-135.....	68
Gambar 4. 6 Pengukuran RL pada Modul Sensor MQ-135	69
Gambar 4. 7 Nilai dari Ro Pada Sensor MQ-135.....	70
Gambar 4. 8 Besar Nilai Rs Pada Sensor MQ-135	71
Gambar 4. 9 Hasil Pengukuran Sensor dalam Keadaan Normal	72
Gambar 4. 10 Grafik Hasil Pengukuran Karakteristik Sensor MQ-135	73
Gambar 4. 11 Buffer pH 4, 7, dan 10.	74
Gambar 4. 12 Proses Persiapan Kalibrasi Sensor	75
Gambar 4. 13 Grafik Kalibrasi Sensor pH.....	76
Gambar 4. 14 Diagram Blok Sistem Kontrol Otomatis.....	79
Gambar 4. 15 <i>Dosing Pump</i>	80
Gambar 4. 16 Tampilan Basis Data Sensor dan Aplikasi <i>Smartphone</i>	81
Gambar 4. 17 Tampilan Basis Data <i>Switch</i> dan Aplikasi <i>Smartphone</i>	82
Gambar 4. 18 Keadaan Awal	83
Gambar 4. 19 Keadaan Setelah Kontrol Otomatis Pertama.....	84
Gambar 4. 20 Keadaan Setelah Ditambahkan Amonia	85
Gambar 4. 21 Keadaan Setelah Kontrol Otomatis Kedua	85

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Parameter Kualitas Air untuk Budidaya.....	9
Tabel 2. 2 Komoditas Akuakultur yang Dibudidayakan di Indonesia	10
Tabel 2. 3 Spesifikasi Filter	27
Tabel 2. 4 Spesifikasi <i>Dosing Pump</i>	28
Tabel 2. 5 Tabel Kebenaran L298.....	31
Tabel 3. 1 Tabel Penggunaan Pin Arduino UNO.....	55
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Karakteristik Sensor MQ-135	73
Tabel 4. 2 Hasil Pembacaan ADC Sensor pH pada Setiap Buffer ..	76
Tabel 4. 3 Parameter-Parameter yang Dibutuhkan	77
Tabel 4. 4 Hasil Sensor pH dengan <i>Buffer</i>	78
Tabel 4. 5 Perbandingan Nilai Pembacaan Sensor dengan <i>Buffer</i> ..	78
Tabel 4. 6 Percobaan Pengukuran Tegangan terhadap DC	80
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Sistem.....	83
Tabel 4. 8 Nilai Amonia Beracun (Tidak Terionisasi) dalam Larutan Berair pada Nilai pH dan Suhu Berbeda. Dihitung dari Data di Emerson, <i>et al.</i> (1975).	87

.....*Halaman ini sengaja dikosongkan*.....

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penelitian ini bermula berdasarkan ketertarikan penulis terhadap budidaya perikanan yang ada di Indonesia. Budidaya merupakan salah satu kegiatan alternatif dalam meningkatkan produksi perikanan [1]. Contoh dari budidaya perikanan sendiri salah satunya terdapat pada tambak dalam perikanan atau yang biasa dikenal dengan kolam buatan, biasanya tambak ini terdapat di daerah pantai, yang diisi air dan dimanfaatkan sebagai sarana budaya perairan (akuakultur).

Pada umumnya para nelayan yang melakukan budidaya perikanan ini sering kali menjumpai beberapa dari ikan yang mereka budidayakan terserang penyakit bahkan sampai menyebabkan kematian pada ikan-ikan mereka, kematian pada ikan ini menjadi masalah yang sering kali ditemukan pada budidaya ikan yang menyebabkan pendapatan para pembudidaya ikan ini mengalami penurunan. Untuk menghasilkan komoditas ikan/udang yang unggul, maka proses pemeliharaan harus memperhatikan aspek internal yang meliputi asal dan kualitas benih; serta faktor eksternal mencakup kualitas air budidaya, pemberian pakan, teknologi yang digunakan, serta pengendalian hama dan penyakit [2]. Permasalahan utama yang seringkali ditemukan adalah kualitas air pada tambak atau kolam buatan yang buruk selama masa pemeliharaan. Selain dari kualitas air yang harus dipertahankan kebersihannya, hal lain yang sebenarnya juga sangat sering terjadi dan patut diwaspadai adalah meningkatnya kadar pH dan kadar amonia pada perairan tambak atau kolam buatan tersebut. Meningkatnya kadar ammonia dan kadar pH ini dapat menjadi racun tersendiri bagi ikan-ikan tersebut. Kadar amonia yang terlalu tinggi dapat menyebabkan ikan-ikan tersebut tidak dapat mengekstrak energi dari pakan secara efisien sehingga hal tersebut menyebabkan kematian pada ikan. Kematian ini tentunya akan merugikan para pembudidaya ikan. Manajemen kualitas air selama proses pemeliharaan mutlak diperlukan. Beberapa parameter kualitas air yang sering diukur dan berpengaruh pada pertumbuhan udang dan ikan yaitu oksigen terlarut (DO), suhu, pH, salinitas, amonia, dan alkalinitas [3]. Sehingga perlu adanya kontrol serta monitoring

khusus terhadap kadar ammonia dan pH yang terdapat pada tambak ikan, sehingga kualitas air yang baik dapat dijaga untuk kelangsungan kehidupan ikan pada perairan tersebut sebelum masa panen tiba.

Pada tugas akhir ini akan dibuat sebuah sistem kontrol serta *monitoring* untuk menjaga kadar pH dan kadar amonia yang terdapat pada suatu *miniplan*. Selain itu juga alat yang akan dibuat memiliki system yang berbasis *IoT (Internet of Things)*. *IoT* atau *Internet of Things* merupakan teknologi yang dapat mengkoneksikan suatu peralatan dengan internet untuk menjalankan berbagai fungsi. Perangkat *IoT* dapat diimplementasikan menggunakan *embedded system* (sistem tertanam), karena cenderung hemat daya. Salah satu perangkat yang menggunakan teknologi pengontrol jarak jauh dengan sistem tertanam berbasis ARM (Advanced RISC Machine) adalah Raspberry Pi. Raspberry Pi (disingkat raspi) adalah suatu mini komputer yang dapat bekerja seperti halnya personal komputer [4].

Untuk mengawali penelitian, penulis memulainya dengan mencari informasi tentang pengaruh dari amonia pada tambak ikan serta cara-cara untuk mencegah peningkatan amonia tersebut. Sumber yang didapat menyebutkan peningkatan amonia diakibatkan oleh pemberian pakan yang terlalu banyak terhadap ikan dapat meningkatkan kadar amonia pada perairan. Pemberian pakan harus tepat untuk menjaga kesehatan ikan, pertumbuhan, serta pengembangbiakan ikan. Pakan yang tidak termakan harus cepat dibersihkan agar tidak menjadi polusi di dalam air yang nantinya dapat menurunkan kualitas dari air itu sendiri. Konsentrasi dari amonia itu sendiri harus dijaga agar nilainya tetap dibawah 0.2 mg/l [5]. Selain itu peningkatan suhu serta perubahan pH juga mempengaruhi peningkatan kadar amonia.

Seperti penjelasan yang telah dipaparkan sebelumnya bahwa dalam suatu ekosistem perairan khususnya untuk perikanan sangat diperlukan pengendalian terhadap kadar amonia yang telah diketahui bahwa sangat berbahaya dan mengancam kesehatan dari ikan-ikan yang berada pada perairan tersebut. Selain itu hal yang membuat lonjakan kadar amonia salah satunya yang sangat berperan adalah pH yang terlalu rendah [6]. Sehingga perlu dilakukan *monitoring* terhadap kadar tingkat pH pada perairan tersebut. Kedua hal ini yang menjadi acuan terhadap tugas akhir ini agar dapat dilakukan *monitoring* serta pengontrolan terhadap kedua variable tersebut.

1.2 Perumusan Masalah

1. Jenis sensor yang digunakan untuk mendeteksi kadar ammonia.
2. Bagaimana menurunkan kadar ammonia
3. Jenis sistem kontrol yang digunakan untuk menurunkan kadar ammonia
4. Bagaimana cara mengimplementasikan sistem ini

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Penggunaan sensor gas MQ-135 untuk mengukur kadar ammonia di dalam air
2. Penggunaan aerasi dan kontrol kadar pH untuk menurunkan kadar ammonia
3. Perancangan dan pembuatan kontrol proposional digunakan untuk mengatur kerja aktuator dalam menjaga kadar pH dan ammonia pada ambang batas yang ditentukan
4. Perancangan sistem yang diimplementasikan dalam mikrokontroler Arduino dan Raspberry

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Tidak adanya komposisi gas lain selain gas ammonia saat sistem beroperasi.
2. Medium yang digunakan yaitu berupa akuarium dengan ukuran 40 cm x 24 cm x 26 cm.
3. Sensor yang digunakan adalah sensor MQ-135 dan sensor kadar keasaman.
4. Pada akuarium sistem kontrol pH bekerja ketika tingkat kebasahan tinggi yaitu lebih dari pH 7,5.

1.5 Metodologi Penelitian

Penulisan tugas akhir ini akan digunakan metodologi penelitian sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi literatur berisi serangkaian kegiatan pengumpulan dan pengkajian dasar teori yang relevan dan terpercaya untuk

menunjang penulisan tugas akhir ini, selain itu studi dilakukan terhadap cara kerja dari sensor-sensor dan aktuator yang digunakan. Seperti penggunaan dari sensor pH dan sensor MQ-135. Studi literatur juga dilakukan untuk mencari cara penanggulangan terhadap masalah tingkat keasaman serta kadar ammonia yang meningkat. Literatur dapat bersumber dari paper, jurnal, artikel, buku, maupun website yang bertaraf nasional dan internasional, serta dari hasil konsultasi dengan dosen pembimbing. Namun, terdapat satu sumber rujukan utama yang telah dilakukan yakni IEEE Explore.

2. Perancangan hardware Sistem kontrol dan monitoring serta pembuatan miniplant

Pada tahap ini dilakukan perancangan dari miniplant serta hardware dan peletakan lokasi komponen-komponen yang dibutuhkan dalam Sistem kontrol dan Monitoring Kadar Amonia Untuk Budidaya Ikan yang berupa sensor-sensor seperti sensor gas amonia, dan sensor pH. Selain itu perancangan pada sisi hardware ini juga meliputi pemilihan aktuator untuk sistem kontrol yang tepat.

3. Pengujian hardware Sistem kontrol dan monitoring

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian terhadap keseluruhan hardware dan komponen-komponen yang telah dirancang dan dipersiapkan sebelumnya. Pengujian ini dilakukan guna melihat apakah sistem dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan atau tidak dalam segi hardware.

4. Perancangan software Sistem kontrol dan monitoring

Perancangan pada segi software ini meliputi perancangan pengiriman data dari mikrokontroler hingga sampai pada aplikasi yang nantinya akan diinstall pada smart phone untuk melihat hasil dari pengukuran yang dilakukan oleh sensor-sensor yang digunakan, serta melakukan perintah untuk melakukan kontrol jika terdapat nilai yang melebihi atau kurang dari treshold value. Selain itu perancangan yang akan dilakukan juga ditekankan

pada sisi tampilan aplikasi (user interface) yang akan dibuat sebaik dan sesimpel mungkin, agar pengguna merasa nyaman dan mudah saat menggunakan aplikasi tersebut. Pada perancangan dan pembuatan aplikasi ini nantinya akan menggunakan Android Visual Studio.

5. Pengujian software sistem kontrol dan *monitoring*

Pada proses pengujian ini, akan dilakukan pengujian terhadap keseluruhan sistem pada segi software yang bertujuan untuk melakukan sinkronisasi antara mikrokontroler terhadap aplikasi pada smart phone yang telah dibuat. Selain itu pengujian juga dilakukan terhadap data yang dikirimkan oleh mikrokontroler dengan data yang diterima dan ditampilkan pada aplikasi, yang diharuskan sesuai atau sama nilainya antara data yang terbaca pada mikrokontroler dengan data yang ditampilkan kepada pengguna.

6. Pengujian kinerja hardware dan software dari sistem kontrol dan *monitoring*

Pada tahap ini pengujian dilakukan terhadap keseluruhan alat dan sistem dari mulai sensor sampai aktuator, baik dari segi software maupun segi hardware. Pertama dilakukan pengujian kembali pada masing-masing bagian dari sensor-sensor yang masuk ke mikrokontroler hingga software yang berupa aplikasi pada handphone, hal ini dilakukan agar jika terjadi masalah, pemecahan masalah akan lebih mudah dilakukan. Kemudian Software yang telah dibuat sebelumnya akan diimplementasikan langsung ke hardware. Setelah itu dilakukan juga pengujian kinerja sistem kontrol yang akan dilakukan oleh aktuator yang dipilih, aktuator ini akan bekerja sesuai dengan perintah yang diberikan dari aplikasi pengguna.

Tahap pengujian dilakukan untuk menentukan kendala dari sistem yang telah dibuat, software maupun hardware. Lokasi pengujian software dilakukan di laboratorium B403 dengan arahan dari dosen pembimbing. Sedangkan, pengujian hardware dilakukan pada miniplant yang telah dibuat.

7. Analisa dan Evaluasi

Analisa dilakukan terhadap hasil pengujian sehingga karakteristik software dan hardware dapat diketahui. Analisa dilakukan pada tiga bagian utama, yaitu pembacaan sensor-sensor yang digunakan, proses pada mikrokontroler, dan penampilan data informasi pada aplikasi smart phone. Apabila karakteristik dari tiga bagian utama tersebut belum sesuai, maka perlu dilakukan evaluasi pada sistem untuk dirancang dan diuji kembali.

8. Penyusunan Laporan

Tahap penyusunan laporan merupakan tahap terakhir dari proses pengerjaan tugas akhir ini. Laporan berisi seluruh hal yang berkaitan dengan tugas akhir yang telah dikerjakan yaitu meliputi pendahuluan, studi literatur, tinjauan pustaka, perancangan dan pembuatan sistem, pengujian dan analisa, serta penutup.

9. Penyusunan POMITS

Pada tahap terakhir ini penyusunan jurnal ilmiah dilakukan berdasarkan hasil yang didapatkan dari hasil penelitian tugas akhir ini.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan buku tugas akhir ini, pembahasan yang diberikan mengenai sistem yang dibuat secara keseluruhan terbagi kedalam lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

- Bab I: Pendahuluan
Bab ini terdapat penjelasan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metodologi, sistematika penulisan, dan relevansi.
- Bab II: Tinjauan Pustaka
Bab ini menjelaskan tentang teori penunjang yang terkait maupun yang dibutuhkan dalam pengerjaan tugas akhir ini. Dasar teori yang menunjang meliputi, Budidaya Perikanan, Sensor, *Dosing Pump*, *Driver Motor*, Pengendali Proporsional, Android, dan Server.

- Bab III: Perancangan sistem
Bab ini menjelaskan dan memaparkan tentang perencanaan sistem yang meliputi perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*) untuk pembuatan Sistem kontrol dan *monitoring* kadar amonia.
- Bab IV: Pengujian dan Analisis
Bab ini menjelaskan tentang proses dan hasil yang didapat dari pengujian tiap blok sistem secara keseluruhan.
- Bab V: Penutup
Bab ini meliputi kesimpulan yang diperoleh dari pembuatan alat serta saran untuk pengembangan ke depan.

1.7 Relevansi

Sistem Kontrol dan Monitoring Kadar Amonia Untuk Budidaya Ikan merupakan suatu inovasi untuk membantu para pembudidaya ikan dalam melakukan kontrol serta monitoring terhadap tambak/kolam buatan yang mereka miliki. Dengan sistem yang telah dibuat ini diharapkan para peternak ikan dapat mengalami peningkatan ketika melakukan panen ikan, karena kualitas air sangat mempengaruhi kesehatan ikan serta jumlah ikan dari pengembiakan ikan itu sendiri. Selain itu dengan adanya sistem ini dapat memudahkan para pembudidaya ikan dalam melakukan kontrol serta monitoring terhadap tambak/kolam buatan mereka, karena sistem yang dibuat sudah berbasis IoT (Internet of Things) yang telah diintegritasikan pada sebuah aplikasi android yang dapat diinstal pada handphone.

.....*Halaman ini sengaja dikosongkan*.....

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Budidaya Perikanan

Budidaya perikanan memiliki beberapa istilah, antara lain akuakultur, perikanan budidaya, budidaya ikan dan budidaya perairan. Akuakultur berasal dari bahasa Inggris *aquaculture* (*aqua* = perairan, *culture* = budidaya) dan diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia menjadi budidaya perairan atau budidaya perikanan. *Aquaculture* merupakan istilah budidaya perikanan yang sudah mendunia dan diadopsi ke dalam bahasa Indonesia menjadi akuakultur.

Budidaya perikanan adalah usaha pemeliharaan dan pengembangbiakan ikan atau organisme air lainnya. Perikanan budidaya air tawar ialah perikanan yang terdapat di sawah, sungai, danau, kolam dan rawa.

Keberhasilan budidaya dalam perikanan air tawar sangat bergantung terhadap lingkungannya yaitu kualitas air yang digunakan. Air merupakan media kehidupan untuk ikan, sehingga kualitas pada air harus sangat diperhatikan seperti suplai oksigen terlarut, kadar keasaman, dan kadar amonia pada air harus dalam keadaan normal, pada tabel 2.1 ditampilkan parameter kualitas air yang digunakan untuk budidaya perikanan air tawar.

Tabel 2. 1 Parameter Kualitas Air untuk Budidaya[7]

No	Parameter Kualitas Air	Batasan
1	Dissolved Oxygen (DO)	(4-10) ppm
2	Amonia	(0-0.1) ppm
3	pH	(6.5-7.5) ppm
4	Suhu	21°C – 33°C
5	Salinitas	(0-2) ppt
6	Carbonates (CO_3^{-2})	(20-40) ppm
7	Bicarbonates (HCO_3^-)	(150-500) ppm
8	Nitrates (NO_3)	(0-0.3) ppm
9	Sour Gas (H_2S)	(0-0.4) ppm

Tabel 2. 2 Komoditas Akuakultur yang Dibudidayakan di Indonesia[8]

Sistem	Komoditas
Kolam air deras	Ikan mas
Kolam air tenang	Ikan nila, mas, gurami, udang galah, patin, bawal, tawes, ikan hias
Jaring apung	Ikan kerapu, kakap, ikan hias laut, ikan mas, nila, mujair, gurami, patin, bawal, ikan hias air tawar, udang windu
Jarring tancap	Ikan kerapu, kakap, ikan hias laut, ikan mas, nila, mujair, gurami, patin, bawal, ikan hias air tawar, udang windu
Keramba	Ikan mas, mujair, nila, patin, gurami
Kombongan	Ikan mas, ikan nila
Tambak	Udang windu, bandeng, belanak, mujair, nila, kakap putih, kerapu, rumput laut, kepiting bakau, udang galah
Akuarium	Ikan hias, benih ikan konsumsi, plankton pakan alami

Pada sistem budidaya ikan terdapat beberapa komoditas yang sudah lazim dibudidayakan di Indonesia dapat dilihat pada tabel 2.2

2.1.1 Penyakit Ikan Budidaya Air Tawar

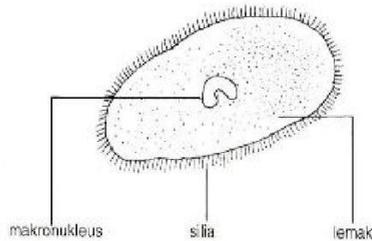
Salah satu penyebab gagalnya kegiatan budidaya ikan adalah karena faktor penyakit. Munculnya penyakit pada ikan umumnya merupakan hasil interaksi kompleks/ tidak seimbang antara tiga komponen dalam ekosistem perairan yaitu inang (ikan yang lemah), patogen yang ganas, dan kualitas lingkungan yang memburuk [8].

Secara umum penyakit ikan dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

1. Penyakit infeksi

Penyakit infeksi merupakan penyakit yang disebabkan oleh:

a. Parasit



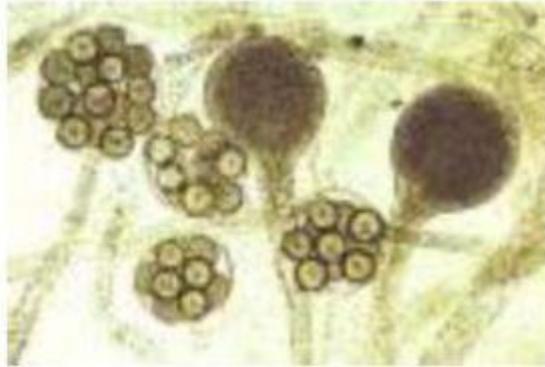
Gambar 2. 1 Ichthyophthirius multifiliis[22]

Akibat dari penyakit yang disebabkan oleh parasit secara ekonomis cukup merugikan yaitu dapat menyebabkan kematian, menurunkan bobot, bentuk serta ketahanan tubuh ikan sehingga dapat dimanfaatkan sebagai jalan masuk bagi infeksi sekunder oleh patogen lain seperti jamur, bakteri dan virus. Salah satu jenis protozoa yang paling sering menjadi kendala dalam budidaya ikan adalah Ichthyophthirius multifiliis atau ich (penyakit bintik putih).

Secara umum gejala ikan yang terserang protozoa adalah ikan tampak pucat, nafsu makan berkurang, gerakan lambat (sering menggosok-gosokkan tubuhnya pada dinding kolam), adanya bercak-bercak putih pada permukaan tubuh ikan, dan pada infeksi lanjut ikan megap-megap dan meloncat-loncat ke permukaan air untuk mengambil oksigen. Parasit Ichthyophthirius multifiliis dapat dilihat pada Gambar 2.1.

b. Jamur

Semua jenis ikan air tawar termasuk telurnya rentan terhadap infeksi jamur. Beberapa faktor yang sering memicu terjadinya infeksi jamur adalah penanganan yang kurang baik (transportasi) sehingga menimbulkan luka pada tubuh ikan, kekurangan gizi, suhu, dan oksigen terlarut yang rendah, bahan organik tinggi, kualitas telur buruk/tidak

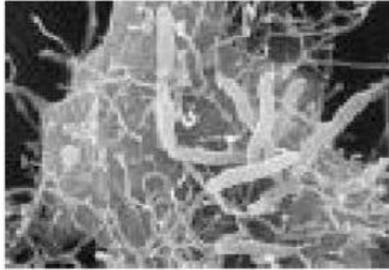


Gambar 2. 2 Saprolegniaceae[22]

terbuahi dan padatnya telur pada kakaban. Penyakit ini menular terutama melalui spora di air. Gejala-gejalanya dapat dilihat secara klinis adanya benang-benang halus menyerupai kapas yang menempel pada telur. Salah satu jenis jamur yang sering menjadi kendala adalah dari *family saprolegniaceae*. *Saprolegniaceae* dapat dilihat pada Gambar 2.2.

c. Bakteri

Penyakit yang disebabkan oleh bakteri adalah penyakit yang paling banyak menyebabkan kegagalan pada budidaya ikan air tawar. Penyakit akibat infeksi bakterial masih sering terjadi dengan intensitas yang variatif. Umumnya pembudidaya masih mengandalkan antibiotic. Jenis penyakit yang disebabkan oleh bakteri antara lain adalah penyakit merah yang disebabkan oleh bakteri gram negatif (*Aeromonas hydrophila*), penyakit columnaris atau luka kulit, sirip dan inang yang disebabkan oleh infeksi bakteri *Flavobacterium columnare*, penyakit *tuberculosis* yang tergolong sangat kronis disebabkan oleh bakteri gram positif *Mycrobacterium sp*, dan penyakit *Streptocociasis* yang disebabkan oleh bakteri gram positif *Streptococcus sp*. *Aeromonas sp* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 *Aeromonas* sp[22]

d. Virus

Patogen virus juga menyebabkan penyakit pada budidaya ikan air tawar. Belum banyak diketahui penyakit yang disebabkan oleh virus di Indonesia kecuali penyakit Lymphocystis dan Koi Hervesvirus (KHV). Infeksi Lymphocystis hanya bersifat kronis dan bila menyerang ikan hias akan mengalami kerugian yang berarti merusak keindahan ikan. Sampai saat ini KHV merupakan penyakit yang paling serius dan sporadis terutama untuk komoditi ikan mas koi.

2. Penyakit non-infeksi

Penyakit non-infeksi merupakan penyakit yang diakibatkan karena factor lingkungan. Pengaruh dari penyakit yang diakibatkan faktor lingkungan sering mengakibatkan kerugian yang serius karena kematian yang berlangsung sangat cepat, tiba-tiba, dan mematikan seluruh populasi ikan. Penyebabnya seperti keracunan akibat peledakan populasi plankton, kenaikan kadar amonia dan kadar ph, keracunan pestisida/limbah industri, bahan kimia dan lainnya.

Faktor lingkungan yang buruk akan menyebabkan ikan menjadi:

- Tercekik yaitu kekurangan oksigen yang umumnya terjadi menjelang pagi hari pada perairan yang punya populasi Phytoplankton tinggi.

- Keracunan nitrit, yang sering disebut penyakit darah cokelat karena disebabkan oleh konsentrasi nitrit yang tinggi di dalam air yang berasal dari hasil metabolisme ikan.
- Keracunan ammonia, terjadi hampir sama dengan nitrit tetapi pada umumnya karena pengaruh pemberian pakan yang berlebihan atau bahan organik, sedangkan populasi bakteri pengurai tidak mencukupi. Yang sangat beracun adalah dalam bentuk NH_3 .
- Fluktuasi suhu air yang ekstrim, dimana perubahan suhu air yang ekstrim akan merusak keseimbangan hormonal dan fisiologis tubuh ikan dan pada umumnya ikan tidak mampu untuk beradaptasi terhadap perubahan dan mengakibatkan ikan stress bahkan kematian.

2.1.2 Tindakan Terhadap Penyakit

Secara umum tindakan preventif terhadap penyakit dapat dilakukan dengan cara melakukan pengolahan budidaya ikan secara baik, seperti:

1. Melakukan persiapan kolam dengan baik dan tepat yaitu pengeringan kolam, pengapuran dan pemupukan.
2. Melakukan pencucian akuarium atau bak yang akan dipakai dengan menggunakan desinfektan.
3. Mempertahankan kadar keasaman pada kadar yang normal.
4. Melakukan penanganan ikan secara baik pada saat penaburan maupun panen sehingga tidak menimbulkan luka yang dapat menyebabkan infeksi.
5. Mencegah agar tidak terjadi kontak langsung antara ikan sakit dan sehat dengan cara mengisolasi ikan yang terserang penyakit.
6. Menjaga agar kualitas air media tetap pada kondisi optimal.

7. Menjaga kualitas pakan agar tetap baik dan cukup dalam jumlah pakan yang diberikan.

2.2 Sensor

Pada tugas akhir ini menggunakan dua buah sensor yang bekerja untuk mengetahui kualitas air pada ekosistem akuarium/*miniplan*, sensor yang digunakan yaitu sensor gas amonia dan sensor pH.

2.2.1 Sensor Gas Amonia

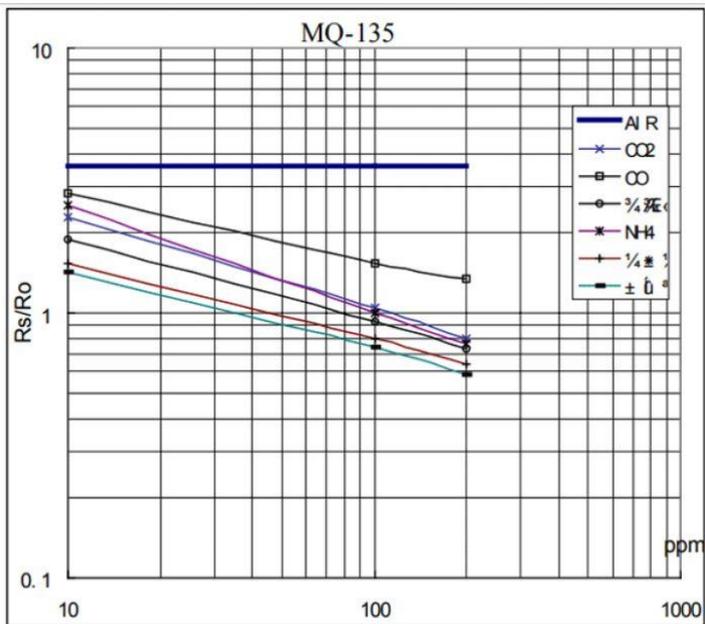
Pada budidaya ikan salah satu kadar yang harus diperhatikan untuk menjaga kelangsungan hidup ikan dan ekosistem yang ada pada perairan tersebut yaitu dengan mengetahui kadar amonia. Sehingga kadar amonia ini harus dimonitor dan dijaga agar tetap pada kadar yang rendah. Sensor yang digunakan pada tugas akhir ini untuk mengetahui kadar amonia yaitu sensor semikonduktor MQ-135. Seperti pada gambar 2.4. Merupakan sensor yang peka terhadap senyawa amonia, senyawa amonia ini merupakan senyawa yang menguap dari ekosistem perairan akibat metabolisme, hasil pakan, dan defakasi dari ikan yang dapat menjadi racun.

Sensor Gas adalah alat yang dapat menghasilkan sinyal listrik sebagai fungsi dari interaksinya dengan suatu senyawa kimia, dalam hal ini yaitu gas atau uap senyawa organik[9]. Sensor MQ-135 adalah salah satu sensor yang sensitif terhadap amonia. Bahan utama sensor ini adalah SnO₂ dengan konduktifitas rendah pada udara bersih. Jika terdapat gas amonia disekitar sensor maka konduktifitas sensor menjadi lebih tinggi, setiap kenaikan konsentrasi gas maka konduktifitas sensor juga naik.

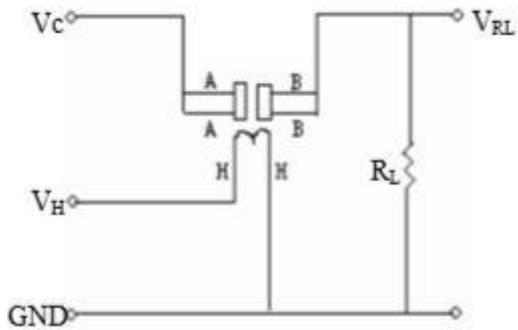


Gambar 2. 4 Sensor MQ-135[23]

Sensor MQ-135 dapat berfungsi untuk mendeteksi keberadaan gas amonia. Pada dasarnya sensor ini terdiri dari tabung aluminium yang dikelilingi oleh silikon dan di pusatnya terdapat elektroda yang terbuat dari aurum di mana ada element pemanasnya. Ketika terjadi proses pemanasan, kumparan akan dipanaskan sehingga SnO₂ keramik menjadi semikonduktor atau sebagai penghantar sehingga melepaskan elektron dan ketika amonia dideteksi oleh sensor dan mencapai aurum elektroda maka output sensor MQ-135 akan menghasilkan tegangan analog. Sensor MQ-135 adalah sensor gas yang dapat mendeteksi amonia yang memiliki keluaran berupa ADC (*Analog to Digital Converter*), sensor ini memiliki tegangan *input* sebesar 5 volt dan berfungsi untuk mendeteksi berbagai macam senyawa seperti *alcohol*, *benzene*, *smoke*, *carbon dioxide*, dan sebagainya. Sensor ini memiliki sensitivitas yang cukup tinggi dan waktu respon yang cepat. Pada sensor ini juga terdapat nilai resistensi sensor (R_s) yang nilainya dapat berubah jika terkena gas dan juga sensor ini harus dipanaskan terlebih dahulu (*preheating*) melalui sumber 5 volt yang berfungsi sebagai pemberian ruangan sensor dari kontaminasi udara luar. Agar sensor ini dapat berjalan dengan baik, sensor MQ-135 ini memerlukan rangkaian sederhana dan juga memerlukan tegangan pemanas (*power heater*) sebesar 5 volt, resistansi beban (*load resistance*). Gambar 2.5. menunjukkan grafik sensitivitas sensor MQ-135.



Gambar 2. 5 Grafik Sensitivitas Sensor MQ-135[23]



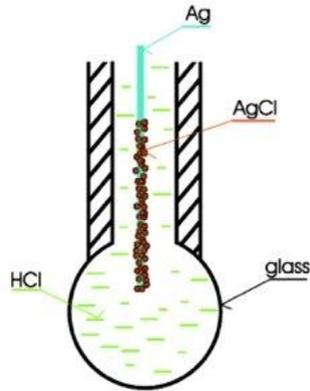
Gambar 2. 6 Rangkaian sensor Semikonduktor MQ-135[23]

Pada sensor ini membutuhkan 2 sumber tegangan yaitu sumber tegangan untuk rangkaian sensor (V_c) (gambar 2.6) dan sumber tegangan untuk pemanas sensor (V_h). Tegangan pemanas (V_h) dipakai untuk mempertahankan panas sensor pada suhu tertentu agar sensor dapat bekerja secara optimal dan dalam performa yang baik. Tegangan sirkuit sensor (V_s) digunakan untuk mendeteksi tegangan (VRL) pada resistansi beban (RL) yang diseri dengan sensor.

2.2.2 Sensor pH

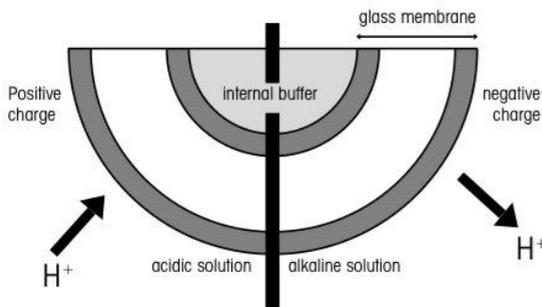
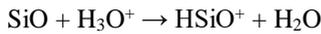
Untuk menjaga agar kualitas air pada ekosistem perairan tetap dalam keadaan yang baik, salah satu elemen yang harus diperhatikan adalah tingkat keasaman dan kebasaan air dalam akuarium. Faktor ini adalah salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kesehatan ikan. Karena pH yang baik dalam ekosistem perairan ikan adalah pH 6,5 sampai pH 7,5, maka diperlukan sensor yang dapat mengetahui kualitas air dari segi keasaman. Sensor pH produk DF Robot, yang memiliki data keluaran berupa tegangan dengan satuan milivolt. Sehingga memerlukan rangkaian tambahan untuk mengubah satuan tersebut menjadi satuan volt, kemudian tegangan yang telah diubah menjadi satuan volt tersebut dapat dikonversikan kedalam ADC untuk diproses oleh mikrokontroler[10].

Prinsip kerja dari pH meter yaitu terletak pada sensor probe yang berupa electrode kaca (gambar 2.7) dengan tujuan mengukur ion H_3O^+ didalam larutan. Ujung elektroda yaitu lapisan kaca yang berbentuk bulat (*bulb*). *Bulb* ini dipasang dengan silinder kaca non konduktor, yang diisi dengan larutan HCl, terendam sebuah kawat electrode panjang berbahan perak yang permukaannya terbentuk senyawa setimbang Ag/AgCl yang memiliki nilai potensial stabil.



Gambar 2. 7 Skema elektroda Kaca[11]

Inti dari sensor pH terdapat pada permukaan bulb kaca yang memiliki kemampuan untuk bertukar ion positif (H^+) dengan larutan terukur. Kaca tersusun atas molekul silikon dioksida dengan sejumlah ikatan logam alkali. Pada saat bulb kaca ini terekspos air, ikatan SiO akan terprotonasi membentuk membran tipis $HSiO^+$ sesuai dengan reaksi berikut:



Gambar 2. 8 Proses dari Pertukaran ion H^+ [12]

Pada gambar 2.8 terlihat bahwa pada permukaan *bulb* terdapat lapisan semacam “gel” sebagai tempat pertukaran ion H^+ . Jika larutan bersifat asam, maka ion H^+ akan terikat pada permukaan *bulb*. Hal ini mengakibatkan muatan positif terakumulasi pada permukaan “gel”. Sedangkan jika larutan basa maka ion H^+ pada dinding *bulb* terlepas untuk bereaksi dengan larutan tadi. Hal ini berakibat muatan negative pada dinding *bulb*.

Pertukaran ion hidronium (H^+) yang terjadi antara permukaan *bulb* kaca dengan larutan sekitarnya inilah yang menjadi kunci pengukuran jumlah ion H_3O^+ di dalam larutan[38]. Keseimbangan pertukaran ion yang terjadi di antara dua fase dinding kaca *bulb* dengan larutan, menghasilkan beda potensial di antara keduanya.

$$E_{\text{dinding kaca/larutan}} \approx |RT/2,303F \log a(H_3O^+)| \quad (1)$$

Dimana;

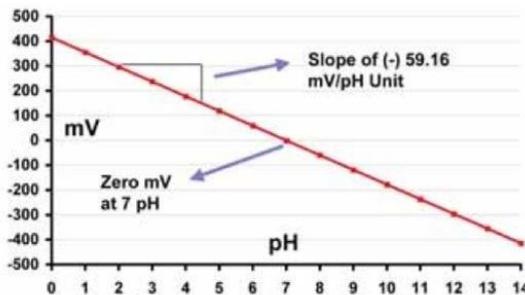
R = konstanta molar gas (8,314 J/mol K)

T = temperatur (Kelvin)

F = konstanta Faraday 96.485,3 C/mol

2,303 = angka konversi antara logaritma alami dengan umum

$a(H_3O^+)$ = aktivitas dari hidronium (bernilai rendah jika konsentrasinya rendah)



Gambar 2. 9 Kurva Perubahan pH dengan Beda potensial[12]

Perhitungan nilai aktivitas hidronium ($a(H_3O^+)$) pada persamaan di atas memiliki rentang yang sangat lebar yakni antara 10

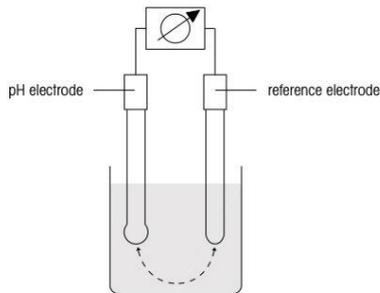
hingga 10^{-15} mol/dm³. Sehingga untuk meringkas persamaan, maka lahirlah istilah pH dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{pH} = -\log a(\text{H}_3\text{O}^+) \quad (2)$$

Tanda negatif adalah untuk membuat semua nilai pH dari berbagai larutan, kecuali larutan yang bersifat sangat ekstrim asam, menjadi bernilai positif.

Pada *bulb* kaca berisi larutan HCl yang merendam sebuah elektrode perak. HCl ini memiliki pH konstan karena ia berada pada sistem yang terisolasi. Karena pH konstan inilah maka ia menciptakan beda potensial yang konstan pada temperatur yang konstan pula. Sebut saja potensial tersebut bernilai E' , maka persamaan (1) di atas bersama dengan persamaan (2) didapatkan persamaan beda potensial total dari elektrode kaca:

$$E_{\text{elektrode kaca}} = E' - RT/2,303F \text{ pH}$$



Gambar 2. 10 Rangkaian Elektroda pada Sensor pH.[12]

Elektrode referensi memiliki nilai potensial yang konstan, sehingga persamaan rangkaian potensiometer secara keseluruhan dapat ditulis sebagaiberikut:

$$E = E_{\text{elektrode referensi}} + E_{\text{elektrode kaca}} \quad (3)$$

Dengan memasukkan persamaan (3) ke dalam persamaan di atas, didapatkan persamaan dasar perhitungan pH.

$$E = E_{\text{elektrode referensi}} + E' - RT/2,303F \text{ pH} \quad (4)$$

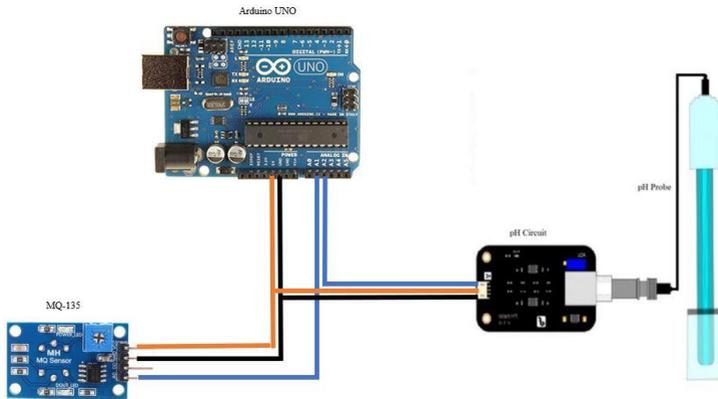


Gambar 2. 11 *Circuit* Modul Sensor pH[12]

Selain sensor pH tersebut terdapat juga modul (Gambar 2.14) yang digunakan untuk mengubah keluaran dari pengukuran sensor pH agar dapat dibaca sebagai masukan pada mikrokontroler. Modul yang digunakan ini adalah produk dari DF Robot juga yang memiliki 3 pin yang digunakan sebagai sumber tegangan 5 volt, *ground*, dan data analog sebagai hasil dari pembacaan sensor[13].

2.3 Arduino UNO

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 [37]. Bahasa pemrograman yang digunakan oleh Arduino memiliki kemiripan *syntax* dengan bahasa pemrograman C. Arduino juga memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB. Arduino uno merupakan sub sistem pengolahan data pembacaan untuk sensor pH, dan sensor MQ-135. Selain itu pada tugas akhir ini Arduino memiliki peran dalam melakukan kontrol terhadap kenaikan pH dan amonia. Pemrograman pada Arduino UNO dilakukan melalui perangkat lunak



Gambar 2. 12 Rangkaian Sensor dan Arduino UNO

IDE (integrated development environment) yang dirancang untuk mendukung penggunaan perangkat Arduino [17].

2.4 Raspberry Pi 3B

Raspberry Pi, sering disingkat dengan nama Raspi, adalah komputer papan tunggal (*single-board circuit; SBC*) yang seukuran dengan kartu kredit yang dapat digunakan untuk menjalankan program perkantoran, permainan komputer, dan sebagai pemutar media hingga video beresolusi tinggi[15]. Raspberry Pi dikembangkan oleh yayasan nirlaba, Rasberry Pi Foundation, yang digawangi sejumlah pengembang dan ahli komputer dari Universitas Cambridge, Inggris.

Pada Raspberry Pi 3 Model B memiliki kapasitas penyimpanan RAM sebesar 512 MB. Pada tugas akhir ini Raspberry Pi 3B ini berfungsi untuk membaca data sensor yang telah diproses oleh Arduino dan diteruskan menuju server dan basis data, sehingga data pembacaan dapat ditampilkan pada *smartphone*. Selain itu Raspberry Pi 3B ini juga berfungsi untuk memberikan perintah dari *smartphone* terhadap Arduino. Pemilihan model B ini dikarenakan pada model ini memiliki modul wifi *onboard* yang disesuaikan dengan keseluruhan sistem tugas akhir ini yang menggunakan prinsip *Internet of Thing*.



Gambar 2. 13 Raspberry Pi 3 Model B[24]

Pada tugas akhir ini yang menggunakan Raspberry Pi yang bertujuan untuk sebagai media penerima informasi berupa data sensor yang nantinya data sensor tersebut akan dikirimkan menuju server dan basis data. Selain itu penggunaan raspberry ini juga sebagai penerima intruksi perintah dari *smartphone* untuk menyalakan dan mematikan aktuator-aktuator yang digunakan.

2.5 Relay

Relay adalah suatu peralatan elektronik yang berfungsi untuk memutuskan atau menghubungkan suatu rangkaian elektronik yang satu dengan rangkaian elektronik yang lainnya. Relay adalah komponen listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi medan elektromagnetis. Jika sebuah penghantar dialiri oleh arus listrik, maka di sekitar penghantar tersebut timbul medan magnet. Medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik tersebut selanjutnya diinduksikan ke logam ferromagnetis. Logam ferromagnetis adalah logam yang mudah terinduksi medan elektromagnetis. Ketika ada induksi magnet dari lilitan yang membelit logam, logam tersebut akan menjadi

magnet buatan yang sifatnya sementara. Cara ini biasa digunakan untuk membuat magnet non permanen. Sifat kemagnetan pada logam ferromagnetis akan tetap ada selama pada kumparan yang melilitinya teraliri arus listrik. Sebaliknya, sifat kemagnetannya akan hilang jika suplai arus listrik ke lilitan diputuskan.

Kontak-kontak atau kutub-kutub dari relay umumnya memiliki tiga dasar pemakaian yaitu:

- Bila kumparan ini dialiri arus listrik maka kontaknya akan menutup dan disebut sebagai kontak Normally Open (NO).
- Bila kumparan dialiri arus listrik maka kontaknya akan membuka dan disebut dengan kontak Normally Close (NC).
- Tukar-sambung (Change Over/ CO), relay jenis ini mempunyai kontak tengah yang normalnya tertutup tetapi melepaskan diri dari posisi ini dan membuat kontak dengan lain bila relay dialiri listrik.

Gambar 2.11. merupakan bentuk relay yang digunakan pada tugas akhir ini.



Gambar 2. 14 Modul *Relay 2 Channel*[25]

2.6 Aerasi

Aerasi adalah suatu proses penambahan udara atau oksigen di dalam air dengan cara memberikan gelembung-gelembung halus pada bagian bawah perairan dan membiarkannya untuk naik melalui air (udara ke dalam air), atau dengan cara menyemprotkan air ke udara (air ke dalam udara). Aerasi ini sangat penting dalam ekosistem perairan karena selain dapat memberikan suplai berupa oksigen terlarut dan mengurangi karbondioksida, aerasi juga digunakan untuk mengurangi hingga menghilangkan kadar amonia dan beberapa senyawa organik lainnya yang memiliki sifat *volatile* (menguap) yang ada kaitannya dengan rasa dan bau. Aerasi ini dapat menambahkan oksigen kedalam air akuarium yang berfungsi untuk sumber kehidupan bagi ikan dan sebagai media pengikat terhadap amonia. Pengikatan ini terjadi tanpa reaksi kimia, melainkan melalui fenomena pelarutan NH_3 kedalam oksigen dan membuat amonia ikut menguap kepermukaan. Fenomena ini dipengaruhi oleh kondisi operasi pada sistem seperti, suhu dan tekanan. Akan tetapi, dikarenakan tidak terjadinya perubahan suhu dan tekanan yang signifikan, maka pengikatan NH_3 terhadap oksigen yang terjadi tidak besar.

Pada tugas akhir ini sistem aerasi yang digunakan yaitu dengan memberikan gelembung-gelembung halus pada bagian bawah air (udara ke dalam air) dengan menggunakan aerator (Gambar 2.12) yang berupa pompa udara (RC-350) yang berfungsi melakukan proses aerasi pada akuarium untuk mengurangi serta menghilangkan senyawa-senyawa organik yang bersifat *volatile*.



Gambar 2. 15 Aerator RC-350

2.7 Filter Air

Filter air ini berfungsi sebagai media penyaring kotoran dan sisa makanan ikan yang tidak termakan. Dengan kata lain berfungsi untuk membersihkan air dari kotoran dan sisa makanan ikan. Kedua hal tersebut jika dibiarkan dapat larut dan merusak kualitas air pada akuarium, kotoran dan sisa makanan ikan jika dibiarkan dapat meningkatkan kadar amonia, nitrat dan mengubah nilai pH yang ada di dalam air. Hal tersebut tentu sangat dihindari, sehingga diperlukan adanya filter air yang dapat menjaga agar kualitas air tersebut tetap optimal.

Filter air yang digunakan terdiri dari pompa air yang berfungsi untuk menghisap air dan menyalurkannya melalui sebuah selang berukuran 2 cm dan mengarahkan aliran air tersebut menuju *box* filter untuk menyaring kotoran dan sisa-sisa makanan ikan, kemudian air yang telah disaring dialirkan kembali ke akuarium. Spesifikasi filter ini ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 3 Spesifikasi Filter[26]

Parameter	Nilai
Sumber Tegangan	220-240 Volt AC
Frekuensi Kerja	50 Hz
Daya	8 Watt
Panjang <i>Box</i> Filter	18 cm
Lebar <i>Box</i> Filter	8,5 cm
Tinggi <i>Box</i> Filter	7,5 cm



Gambar 2. 16 Filter Air[26]

2.8 Dosing Pump

Pada tugas akhir ini untuk mengontrol pH agar tetap pada *range* yang normal dibutuhkan tambahan larutan yang disuntikan ke dalam akuarium ketika kadar pH mengalami kenaikan dari batas normal. Untuk dapat menyuntikan cairan tersebut dibutuhkan aktuator berupa motor DC yang bekerja sebagai pompa. Tegangan maksimal yang dibutuhkan oleh *dosing pump* ini akan bervariasi antara 0 – 12volt disesuaikan dengan kebutuhan dari pH akuarium. Gambar 2.14 adalah motor DC yang digunakan sebagai *dosing pump* pada tugas akhir ini. Spesifikasi *Dosing Pump* disajikan pada tabell 2.3.

Tabel 2. 4 Spesifikasi *Dosing Pump*[36]

Parameter	Nilai
Sumber Tegangan	12 Volt DC
<i>Load Current</i>	0.3 A
<i>Max. Flow</i>	2-3 L/Min
<i>Total Size</i>	85 x 40 x 32 mm/3.3” x 1.6” x 1.2” (L,W,H)
<i>Material</i>	<i>Metal and Plastic</i>
<i>Nett Weight</i>	110 g



Gambar 2. 17 *Dosing Pump*[36]

2.9 Driver Motor (L298N)

Pada tugas akhir ini untuk menggerakkan motor DC yang digunakan sebagai *dosing pump* memerlukan sebuah *driver* motor. *Driver* motor yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu modul *driver* motor L298N dan digunakan untuk mengatur arah putar gerak motor (*Counter Clock Wise* atau *Clock Wise*) dan kecepatan gerak putar motor DC. Pengaturan arah putar motor dan kecepatan motor ditentukan dari program perintah yang diberikan oleh mikrokontroler Arduino. Gambar 2.15 menunjukkan tampilan *driver module* motor yang digunakan.



Gambar 2. 18 Modul *Driver* Motor L298N[27]

Tabel 2. 5 Tabel Kebenaran L298[27]

EN (Enable)	IN 1	IN 2	Fungsi
1	1	0	Putar Kanan
1	0	1	Putar Kiri
1	1	1	Henti Segera
1	0	0	Henti Segera
0	X	X	Henti Lambat

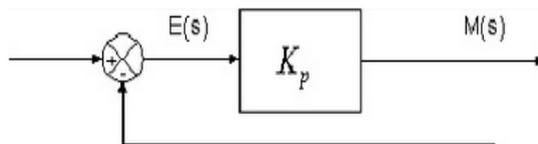
2.10 Pengendali Proporsional

Pengendali Peroporsional ini adalah sistem kontrol yang digunakan pada tugas akhir ini. Pengendali proporsional memiliki keluaran atau *output* yang sebanding dengan besarnya sinyal kesalahan (*error*) hal ini terjadi karena selisih antara besaran yang diinginkan (*set point*) dengan nilai actual yang terjadi. Dengan kata lain keluaran pengandali proporsional adalah perkalian antara konstanta proporsional dengan masukannya. Jika terjadi perubahan terhadap sinyal masukan akan menyebabkan sistem secara langsung mengubah keluaran konstanta pengalinya[16]. Persamaan dibawah ini menunjukkan rumus dari pengendali proporsional:

$$P = K_p \times \text{Error} \quad (1)$$

Pada rumus diatas menggunakan proporsi *error* sistem untuk mengontrol sistem itu sendiri. Pada aksi ini, *offset* terdapat pada sistem.

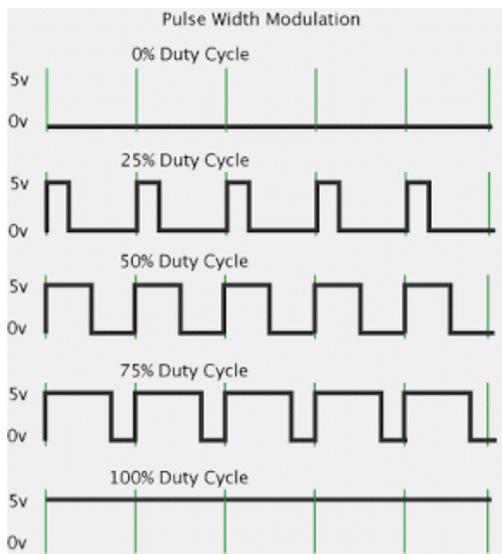
Pada gambar 2.17 menunjukkan blok diagram hubungan antara besaran yang diatur, besaran actual, dan besaran dari proporsional.



Gambar 2. 20 Diagram Blok Pengendali Proporsional[16]

2.11 PWM (*Pulse Width Modulation*)

PWM atau yang dikenal dengan *Pulse Width Modulation* adalah salah satu jenis dari teknik modulasi. Dalam aplikasi penggunaan dasar dari *pulse width modulation* ini banyak digunakan untuk pengaturan kecepatan dari motor DC, pengendalian untuk motor servo, dan juga digunakan untuk pengaturan terang-gelap LED dan sebagainya. Pada pengaplikasian untuk elektronika daya, PWM biasa digunakan untuk pengaturan konversi daya DC/DC, DC/AC, dan lainnya. Lebar pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Satu siklus pulsa merupakan kondisi high kemudian berada di zona transisi ke kondisi low. Pulsa yang bernilai *high* ini yang akan menentukan nilai dari *duty cycle*. Pada penggunaan PWM untuk motor DC, semakin besar nilai dari *duty cycle* akan mengakibatkan semakin cepat putaran motor tersebut, dan berlaku sebaliknya. Semakin kecil nilai dari *duty cycle* maka putaran motor DC akan semakin lambat. Pulsa PWM dengan *duty cycle* yang berbeda-beda ditunjukkan pada gambar 2.23.



Gambar 2. 21 *Duty Cycle* Pada PWM[28]



Gambar 2. 22 Logo Android[29]

2.12 Android

Dalam mengembangkan aplikasi mobile terdapat berbagai sistem operasi yang bisa digunakan. Saat ini terdapat empat sistem operasi populer di dunia yaitu, Android, iOS, Windows Phone, dan Blackberry OS. Android awalnya dikembangkan oleh Android, Inc., dengan dukungan finansial dari Google, yang kemudian membelinya pada tahun 2005. Sistem operasi ini dirilis secara resmi pada tahun 2007, bersamaan dengan didirikannya Open Handset Alliance, konsorsium dari perusahaan-perusahaan perangkat keras, perangkat lunak, dan telekomunikasi yang bertujuan untuk memajukan standar terbuka perangkat seluler. Ponsel Android pertama mulai dijual pada bulan Oktober 2008. Logo Android ditunjukkan pada gambar 2.18.

Antarmuka pengguna Android didasarkan pada manipulasi langsung, menggunakan masukan sentuh yang serupa dengan tindakan di dunia nyata, seperti menggesek, mengetuk, mencubit, dan membalikkan cubitan untuk memanipulasi obyek di layar. Android adalah sistem operasi dengan sumber terbuka, dan ditulis dalam versi kustomisasi bahasa pemrograman Java.

2.12.1 Pengertian Android

Android merupakan sistem operasi ponsel pintar yang berjalan diatas Linux Kernel. Aplikasi pada android dikembangkan berdasarkan bahasa Java[14]. Oleh karena itu pengembang dapat mengembangkan aplikasi melalui bahasa Java. Kode pada bahasa Java bisa mengatur perangkat ponsel android melalui Google-enabled Java Libraries.

2.12.2 Versi Android

Sistem operasi buatan Andy Rubin yang diakuisi oleh google pada 25 Agustus 2005 ini telah melakukan berbagai perbaikan dan cukup rajin dalam melakukan pembaharuan sistem. Pembaharuan sistem pada android biasanya semakin besar apabila versi dinaikan. Saat ini, android yang sejak pembaharuan ketiga menggunakan nama makanan penutup untuk setiap versinya telah memiliki 12 tingkatan versi, yaitu:

- Alpha (versi 1.0)
- Beta (versi 1.1)
- Cupcake (versi 1.5)
- Donut (versi 1.6)
- Eclair (versi 2.0 – 2.1)
- Froyo (versi 2.2 – 2.2.3)
- Gingerbread (versi 2.3 – 2.3.7)
- Honeycomb (versi 3.0 – 3.2.6)
- Ice Cream Sandwich (versi 4.0 – 4.0.4)
- Jelly Bean (versi 4.1 – 4.3.1)
- Kitkat (versi 4.4 – 4.4.2)
- Lollipop (versi 5.0 – 5.01)
- Marshmallow (versi 6.0)
- Nougat (versi 7.0), dan Oreo (versi 8.0)

2.12.3 Android SDK

Pada proses pengembangan dan pembuatan sebuah aplikasi Android, terdapat bantuan untuk membuatnya yaitu dengan menggunakan perangkat bantuan berbasis perangkat lunak yang dikenal sebagai Android SDK. Android SDK merupakan perangkat

API (Application Programming Interface) yang dibutuhkan untuk memulai pengembangan dan pembuatan aplikasi pada platform Android, dalam proses tersebut digunakan bahasa pemrograman Java.

Dengan adanya Android SDK dapat membantu developer untuk mengembangkan aplikasi yang bukan merupakan bawaan dari mobilephone / smartphone tersebut.

2.12.4 Android Studio

Android Studio adalah lingkungan pengembangan Android berdasarkan IntelliJ IDEA. Mirip dengan Eclipse dengan ADT Plugin, Android Studio menyediakan alat pengembang Android terintegrasi untuk pengembangan dan debugging. Android Lab merupakan *platform* editor yang berbasis *Gradle*, dengan Android lab proses *refactoring* dan perbaikan berlangsung dengan cepat, hal tersebut dapat dilakukan karena ada *tools* bernama Lint untuk menangkap kinerja, kegunaan, kompatibilitas versi Android dan masalah lainnya. Android Lab juga merupakan sebuah *layout editor* yang kaya akan fitur yang memungkinkan untuk *drag-and-drop* komponen UI. Logo Android Studio ditunjukkan pada gambar 2.19.



Gambar 2. 23 Logo Android Studio[30]

2.13 Java

Java adalah suatu bahasa pemrograman yang bersifat object-oriented, memiliki fitur yang lengkap dan dapat digunakan untuk membuat aplikasi pada berbagai perangkat lunak di semua platform seperti server, desktop, dan mobile.

Java memiliki beberapa kelebihan, diantaranya yaitu:

- a. Sederhana
Fitur-fitur singkat yang dimiliki oleh java membuatnya mudah untuk digunakan dan dipelajari.
- b. Aman
Java dapat dikatakan sebagai bahasa pemrograman yang aman dikarenakan diantara aplikasi jaringan dengan komputer disediakan adanya *firewall*.
- c. *Portable*
Java bersifat sangat fleksibel karena dapat dijalankan pada berbagai bentuk *platform* tanpa harus melakukan *compile* ulang.
- d. *Object-oriented*
Dikarenakan Java adalah tipe bahasa pemrograman *object-oriented*, maka dalam hal ini membuatnya dapat digunakan dengan mudah dalam mendesain, membuat, dan mengembangkan, serta mengalokasikan kesalahan terhadap program secara cepat, mudah dan juga terorganisir.
- e. *Multithreaded*
Memungkinkan pengguna dalam menjalankan beberapa aktivitas di dalam java.

2.14 XML

XML adalah singkatan dari Extensible Markup Language. XML adalah bahasa markup yang memiliki fungsi untuk membedakan suatu informasi dengan informasi lainnya dan dapat juga digunakan untuk mendesain tampilan menu.

Salah satu kelebihan XML yaitu dapat bertukar data dengan perangkat lunak yang berbeda, misalkan suatu dokumen yang dibuat dengan Microsoft Word disimpan dalam format XML dapat dibuka di perangkat lunak lain seperti OfficeLibre.

2.15 Server

Server adalah sebuah sistem dari komputer yang menyediakan jenis layanan (service) tertentu dalam sebuah jaringan komputer. Server harus didukung dengan adanya komputer dengan prosesor yang memiliki skalabilitas yang baik dan juga harus memiliki RAM (*Random Access Memory*) yang besar, karena komputer server ini berfungsi untuk memberikan layanan sumberdaya kepada komputer *client* atau komputer dibawahnya[18]. Selain itu sistem operasi yang dimiliki oleh komputer server adalah sistem operasi yang khusus dan biasanya menggunakan sistem operasi yang berbeda dengan sistem operasi yang biasa dikenal seperti Windows 10, MacOS X, dan sebagainya.

Jenis-jenis komputer server, diantaranya; *web server*, *virtual server*, aplikasi server, basis data server, FTP server, file server, game server, jaringan server, nama server, *mail server*, *chat server*, *proxy server*, dan *print server*.

Dari berbagai macam jenis-jenis komputer server diatas, dapat dikelompokkan menjadi 3 fungsi utama dari komputer server, berikut ini penjelasannya:

1. Server Aplikasi

Server ini berfungsi untuk menyimpan berbagai macam aplikasi yang digunakan dan diakses oleh *client*.

2. Server Data

Server jenis ini adalah server yang digunakan untuk menyimpan berbagai macam data, baik data yang masih belum diolah maupun data yang sudah diolah menjadi sebuah informasi. Data ini dapat diakses oleh *client* dengan bantuan aplikasi.

3. Server *Proxy*

Sedangkan untuk server *proxy* ini berfungsi untuk mengatur lalu lintas di jaringan melalui pengaturan *proxy*.

2.15.1 PHP

PHP adalah singkatan dari "*PHP: Hypertext Preprocessor*", yaitu bahasa pemrograman yang digunakan secara luas untuk penanganan pembuatan dan pengembangan sebuah situs web dan bisa

digunakan bersamaan dengan HTML. PHP ini dapat digunakan dengan gratis (*free*) dan juga bersifat *open source*. PHP diciptakan oleh Rasmus Lerdorf pertama kali tahun 1994. Pada awalnya PHP adalah singkatan dari "*Personal Home Page Tools*". Selanjutnya diganti menjadi FI ("*Forms Interpreter*"). Sejak versi 3.0, nama bahasa ini diubah menjadi "*PHP: Hypertext Preprocessor*" dengan singkatannya "PHP". PHP versi terbaru adalah versi ke-5. Gambar 2.20 menunjukkan logo PHP.



Gambar 2. 24 Logo PHP[31]

PHP juga banyak diaplikasikan untuk pembuatan program-program seperti sistem informasi klinik, rumah sakit, akademik, keuangan, manajemen aset, manajemen bengkel dan lain-lain. Dapat dikatakan bahwa program aplikasi yang dulunya hanya dapat dikerjakan untuk desktop aplikasi, saat ini PHP sudah dapat mengerjakannya.

PHP juga disebut bahasa pemrograman *server side* karena PHP diproses pada komputer server. Hal ini berbeda dibandingkan dengan bahasa pemrograman *client-side* seperti JavaScript yang diproses pada web browser (*client*).

2.15.2 Domain

Nama Domain adalah identitas atau nama sebuah website di Internet. Setiap website disimpan pada suatu server dan setiap server memiliki IP *address*. Untuk dapat mengakses suatu website, pengunjung harus mengetikkan alamat IP suatu website melalui browsernya (misalnya 45.127.133.99, itu adalah IP *address* dari *anwaterquality.xyz*). Tanpa nama domain, pengunjung harus mengetikkan alamat IP tersebut secara benar melalui browsernya. Domain bersifat unik dan berbeda antara satu dengan lainnya. Domain memiliki ekstensi dibelakangnya. Contoh: *anwaterquality.xyz*, *anwaterquality* adalah nama domain, sedangkan *.xyz* adalah ekstensi domainnya. Untuk dapat memiliki sebuah nama domain maka terlebih dahulu harus melakukan pembelian domain atau penyewaan domain pada perusahaan penyedia domain.

2.15.3 Hosting

Hosting adalah sebuah layanan yang dapat digunakan oleh perorangan, organisasi, atau perusahaan untuk menyimpan berbagai data *website* sehingga dapat diakses melalui internet. Dengan kata lain *hosting* ini adalah *space* dari *hard disk* dalam komputer server yang digunakan untuk penyimpanan basis data, *email*, dan *file web*.

2.15.4 cPanel

Cpanel adalah kontrol panel terproteksi. Gambar 2.21 adalah logo dari *cPanel*. Untuk masuk kedalam kontrol panel perlu username dan password. Informasi alamat akses *Cpanel* dan *login* ada dalam *email* aktivasi *hosting*. *Cpanel* sendiri ditampilkan dalam format *web base*, artinya bisa diakses melalui *browser* internet, semisal Internet Explorer, Firefox, Safari, dll. Fungsi *Cpanel* adalah sebagai jembatan perintah-perintah teknis ke program-program pendukung *website* yang berada di *web server*. Program pendukung *website* misalnya *database* MySQL, Apache/LiteSpeed, PHP, dll. Karena fungsinya sebagai jembatan, maka web designer bisa mengelola kebutuhan *website*. Beberapa di antaranya adalah:

- Membuat atau menghapus alamat email.
- Membuat email *forwarder*.



Gambar 2. 25 Logo cPanel[32]

- Membuat atau menghapus nama atau *user database* MySQL.
- Melakukan *upload* terhadap data-data pada *website* dan *database*.
- Mengatur konfigurasi PHP.
- Melihat statistic pengunjung *website*.
- Melakukan konfigurasi keamanan *folder/website*.
- Pengaturan terhadap subdomain.

2.15.5 Basis data

Basis data dalam bahasa inggris dikenal dengan kata *database*, basis data adalah kumpulan dari informasi-informasi yang disimpan di dalam suatu komputer atau suatu media secara sistematis sehingga untuk memperoleh informasi dari basis data tersebut dibutuhkan suatu program komputer. Basis data berfungsi untuk menyimpan serta menampung data, dimana masing-masing dari data yang terdapat pada tabel atau *file* tersebut saling berhubungan antara satu sama lainnya (terintegrasi satu dengan lainnya) dimana pengguna diberikan wewenang untuk dapat mengakses (seperti menambah, mengubah, dan menghapus) data dalam tabel-tabel tersebut. Selain itu tujuan adanya basis data yaitu adalah agar pengambilan data informasi dapat dilakukan dengan lebih cepat dan data yang disimpan pada basis data juga dapat dimanipulasi untuk kebutuhan pengguna.

2.15.6 phpMyAdmin

phpMyAdmin adalah sebuah perangkat lunak bebas yang biasa dikenal dengan *free software* (perangkat lunak yang dapat secara gratis diakses dan digunakan) yang ditulis dalam bahasa pemrograman PHP yang digunakan untuk menangani administrasi dari MySQL melalui jejaring jagat jembar (*world wide web*). *phpMyAdmin* (Gambar 2.22) mendukung berbagai operasi MySQL

dengan kata lain phpMyAdmin bersifat sebagai *support* untuk operasi MySQL yang diantaranya:

- Mengelola basis data
- Mengelola tabel-tabel
- Mengelola bidang (*fields*)
- Mengelola relasi (*relations*)
- Mengelola indeks
- Mengelola pengguna (*users*)
- Mengelola perizinan (*permissions*)

Berikut ini beberapa fitur dalam phpMyAdmin:

- Antarmuka berbasis *web*.
- Dukungan banyak fitur MySQL:
 - Menelusuri dan drop basisdata (*database*), tabel, pandangan (*view*), bidang (*fields*) dan indeks.
 - Membuat, menyalin, drop, dan mengubah nama basis data, tabel, kolom dan indeks.
 - Pemeliharaan server, basis data dan tabel, dengan server konfigurasi.
 - Melaksanakan, mengedit dan penunjuk pernyataan-SQL, bahkan *batch-queries*
 - Mengelola pengguna MySQL dan hak istimewa.
 - Mengelola prosedur penyimpanan.
- Impor data dari CSV dan SQL
- Ekspor data ke berbagai format: CSV, SQL, XML, PDF, ISO.
- Membuat grafik PDF dari tampilan basis data anda.
- Membuat kompleks *query* menggunakan *Query-by-example* (QBE).
- Pencarian global dalam basis data.
- Transformasi data disimpan ke dalam format yang menggunakan satu set fungsi yang telah ditetapkan, seperti menampilkan data *blob-data* atau *download-link*.



Gambar 2. 26 Logo phpMyAdmin[33]

2.15.7 MySQL

MySQL adalah sebuah perangkat lunak system manajemen basis data SQL atau biasa disebut *Structured Query Language* (DBMS: *Database Management System*) yang *multithread*, dan *multi-user*. MySQL adalah implementasi dari system manajemen basisdata relasional (RDBMS). Pada saat ini MySQL merupakan database server yang sangat terkenal di dunia, semua itu tak lain karena bahasa dasar yang digunakan untuk mengakses database yaitu SQL.

Istilah SQL dapat diartikan sebagai suatu bahasa yang digunakan untuk mengakses suatu data dalam database relasional dan terstruktur sedangkan MySQL dalam hal ini menjadi software atau tools untuk mengelola atau memajemen SQL dengan menggunakan *Query* atau bahasa khusus. Pada dasarnya database yang dikelola dalam MySQL memang tidak jauh berbeda dari Microsoft Acces yakni berbentuk tabel-tabel yang berisi informasi tertentu. Perbedaannya terletak pada penggunaan serta pengelolaan *database* tersebut. Logo MySQL ditunjukkan pada gambar 2.23.



Gambar 2. 27 Logo MySQL[34]

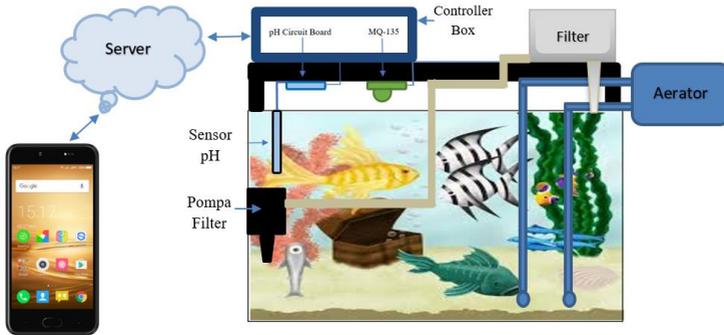
2.16 *Internet of Things*

Internet of Things adalah sebuah sistem dimana benda-benda di dunia fisik dapat dihubungkan ke internet oleh sensor, selain itu dikatakan juga sebagai suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas pemanfaatan dari penggunaan internet yang tersambung secara terus menerus[19]. Pemanfaatan Internet of Things atau yang biasa disebut dengan IoT ini diterapkan pada penelitian ini agar pada sistem ini memiliki teknologi yang terkini sehingga dapat selalu terkoneksi dengan *smartphone* pengguna kapan saja. Selain itu penggunaan *internet of things* ini bertujuan untuk melakukan pemantauan atau *monitoring* terhadap objek dan melakukan pengendali atau kontrol terhadap objek yang diteliti.

Pada IoT setiap benda harus memiliki sebuah IP *address*[20]. IP *address* adalah sebuah identitas dalam jaringan yang membuat benda tersebut bisa diperintahkan dari peralatan lain dalam jaringan yang sama. IP *address* dalam setiap peralatan tersebut akan dikoneksikan ke jaringan internet

.....*Halaman ini sengaja dikosongkan*.....

BAB III PERANCANGAN SISTEM



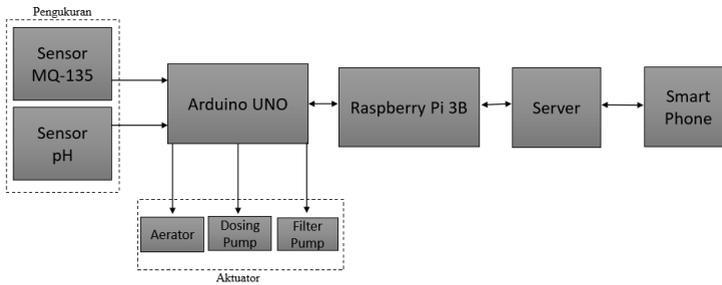
Gambar 3. 1 Skema Sistem Secara Keseluruhan

Sistem kontrol dan *monitoring* kadar amonia untuk budidaya ikan ini terdiri dari fungsi kontrol dan fungsi untuk memonitor kadar amonia dan kadar pH air yang terdapat pada akuarium. Sistem kontrol dan monitor ini tergabung dari beberapa bagian utama yang ditunjukkan oleh gambar 3.1. Konsep IoT (*Internet of Thing*) diimplementasikan pada sistem kontrol dan *monitoring* ini guna mempermudah pengguna mengetahui informasi tentang kualitas akuariumnya. Proses untuk melakukan monitor pH dan amonia pada sistem ini berawal dari pembacaan sensor terhadap kondisi akuarium yang kemudian hasil pembacaannya dapat dilihat pada *user interface (UI)* layar *smart phone*. Platform *smart phone* yang digunakan pada sistem kontrol dan *monitoring* ini yaitu dengan menggunakan sistem operasi Android dengan versi android terendahnya yaitu Lollipop atau dikenal dengan Android versi 5.0. Selain itu untuk melakukan kontrol hidup dan mati terhadap aktuator yang digunakan oleh sistem ini dapat dilakukan secara langsung pada aplikasi *smart phone* itu sendiri, seperti menyalakan atau mematikan aerator dan filter air. Selain itu sistem ini juga memiliki sistem kontrol terhadap pH air yang akan dijaga pada batas 6,5 sampai 7,5 dengan pengendali proporsional yang akan mengatur kinerja *dosing pump* dalam menyuntikan larutan penetral pH pada akuarium secara otomatis.

Pada keseluruhan sistem ini terdiri dari dua bagian utama yaitu bagian perangkat keras dan perangkat lunak. Pada sub bab ini akan menjelaskan dengan lebih jelas tentang kedua bagian tersebut. Bagian perangkat keras yang ada pada sistem kontrol dan *monitoring* kadar amonia untuk budidaya ikan ini meliputi juga meliputi bagian-bagian mekanik yang berupa bagian filter air, aerator dan *dosing pump*. Sedangkan untuk bagian elektrik yang digunakan pada sistem ini yaitu Arduino UNO, Raspberry Pi model 3B, Relay, sensor pH, sensor amonia (MQ-135), dan *driver* motor. Perangkat lunak atau *software* yang digunakan meliputi program yang berupa program pembacaan sensor, program pengiriman data pada server, program pengambilan data dari server, dan juga program pembuatan aplikasi android pada *smart phone*.

3.1 Diagram Blok Sistem

Seperti yang telah dipaparkan sebelumnya bahwa secara keseluruhan sistem ini berfungsi untuk memonitor dan mengontrol kadar amonia yang berbasis IoT(*Internet of Thing*). Sistem kontrol dan *monitoring* ini menggunakan *smart phone* sebagai media kontrol manual dan *monitoring* terhadap kualitas aquarium. Secara garis besar sistem ini menggunakan Arduino UNO untuk mengolah data, data, data yang diolah adalah data pembacaan sensor dan kontrol terhadap aktuator yang digunakan. Kemudian Raspberry Pi yang bekerja sebagai SDC (*Single Board Computer*) berperan sebagai jembatan antara arduino dengan server dan basis data. Sedangkan *smart phone* berfungsi untuk memonitor dan melakukan kontrol manual terhadap aktuator. Pada gambar 3.2 menunjukkan diagram blok sistem secara keseluruhan.



Gambar 3. 2 Blok Diagram Sistem Kontrol dan *Monitoring* Kadar Amonia

Pengiriman data ini dimulai dengan pembacaan nilai pH dan amonia oleh sensor pH dan sensor MQ-135. Hasil pengukuran sensor yang telah diolah datanya oleh Arduino tersebut dikirimkan menuju *single board computer* (Raspberry Pi 3B) dan kemudian menggunakan metode *API Endpoint* yang ditembakkan pada suatu *link* PHP basis data yang telah dibuat pada server. Kemudian data tersebut disimpan pada basis data yang berada di server dan data yang telah disimpan pada basis data tersebut diunduh oleh aplikasi pada *smartphone* untuk ditampilkan. Data yang ditampilkan pada *smart phone* ini merupakan data *ter-update* yang ada di basisdata dengan kata lain data tersebut adalah data hasil pembacaan terbaru yang diukur oleh kedua sensor tersebut. Data pembacaan dari *smart phone* akan selalu diperbarui (*update*) dalam rentang waktu 10 detik. Selain itu pada aplikasi *smartphone* juga memiliki fitur kontrol manual, yaitu menyalakan dan mematikan aerator dan filter air pada akuarium. Proses kontrol manual ini juga dengan menggunakan bantuan dari basis data pada server yang nantinya akan diakses oleh Raspberry dan Arduino yang akan mengeksekusi perintah yang diberikan lewat *smart phone*.

Perangkat keras pada sistem kontrol dan *monitoring* ini adalah:

- Modul Sensor Gas Amonia
Sensor yang digunakan adalah sensor MQ-135, yang berfungsi untuk mengukur dan mendeteksi nilai gas amonia.
- Modul Sensor pH

Sensor pH berfungsi untuk membaca nilai keasaman dan kebasaan air pada akuarium untuk dimonitor dan dilakukan kontrol agar pH pada air dapat tetap dijaga pada batas normal.

- Modul Relay
Modul relay berfungsi sebagai *switch* atau saklar yang digunakan untuk pengontrolan dengan cara memutuskan atau menyambungkan aerator dan filter air dengan sumber tegangan.
- Filter dan Pompa Air
Pompa berguna untuk menyalurkan air pada akuarium menuju filter air untuk dilakukan penyaringan terhadap kotoran dan sisa makanan ikan yang tidak termakan. Penyaringan ini dilakukan guna menjaga kualitas air agar tetap baik dan mengurangi peningkatan kadar amonia.
- Aerator
Aerator berfungsi memberikan suplai udara didalam air agar kadar oksigen di dalam air meningkat, selain itu aerator juga berperan terhadap pengontrolan amonia, Amonia adalah gas terlarut, sehingga dengan aerasi, penambahan oksigen terlarut dapat menyingkirkan amonia. Aerasi dapat mempercepat difusi gas amonia dari air kolam ke udara.
- *Driver Motor dan Dosing Pump*
Driver motor digunakan untuk mengubah sinyal PWM (*pulse width modulation*) menjadi besaran tegangan yang digunakan untuk sumber bagi *Dosing Pump* untuk menyuplai larutan asam ke akuarium.
- Arduino UNO
Arduino UNO berfungsi untuk mengolah dan menghitung semua data yang ada pada sistem kontrol dan *monitoring*.
- Raspberry Pi 3B
Raspberry Pi 3 Model B ini berfungsi untuk mengolah data dari Arduino untuk dikirimkan ke server dan basisdata, serta mengolah data kontrol manual dari *smartphone* untuk diubah menjadi sebuah perintah untuk Arduino.
- Smart Phone

Smart phone digunakan untuk menampilkan data yang diperoleh selama sistem bekerja dan untuk memberikan instruksi kontrol manual.

- *Akuarium dan Box Controller*
Akuarium yang digunakan sebagai wadah objek penelitian sistem kontrol dan *monitoring* kadar amonia untuk budidaya ikan. *Box controller* berfungsi untuk tempat menyimpan segala elektronik seperti mikrokontroler, *single board computer*, relay, *driver motor*, *dosing pump*, dan modul circuit sensor pH.

Sedangkan perangkat lunak atau *software* dari sistem kontrol dan *monitoring* secara umum adalah:

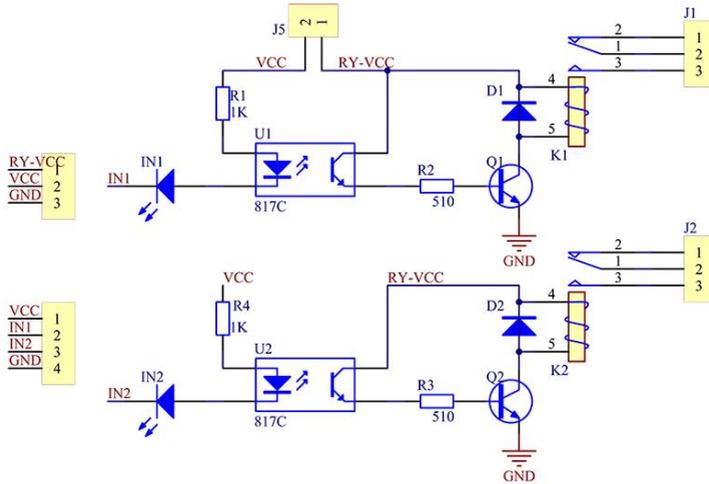
- *Perangkat lunak pada mikrokontroler*
Pada mikrokontroler, perangkat lunak dirancang untuk tujuan melakukan proses pembacaan ADC, komunikasi serial terhadap SDC (*single board computer*), proses kontrol pH dan kontrol aktuator.
- *Perangkat lunak pada SDC (Single Board Computer)*
Pada SDC atau dikenal dengan *Single Board Computer* perangkat lunak dirancang untuk keperluan komunikasi serial dengan mikrokontroler, pembacaan data dari mikrokontroler, pengiriman data menuju server, dan pengambilan data dari server atau basis data.
- *Perangkat lunak pada smart phone*
Pada *smart phone* membutuhkan sebuah perangkat lunak yang berupa aplikasi untuk menampilkan data selama sistem bekerja. Aplikasi ini ditujukan hanya untuk sistem operasi Android dan pembuatan aplikasi ini menggunakan Android Studio dengan bahasa pemrograman XML dan Java.
- *Server dan Basisdata*
Pada tugas akhir ini penggunaan server dan basis data untuk menyimpan data dan memberikan instruksi kontrol manual dari aplikasi *smartphone* yang membutuhkan media jembatan menuju *single board computer*. Penyewaan domain dan *hosting* ini disewa dari perusahaan penyedia jasa server yaitu Domainsia.

3.2 Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras pada sistem kontrol dan *monitoring* meliputi komponen dari modul sensor pH, modul sensor gas amonia MQ-135, modul relay, filter dan pompa air, aerator, akuarium, *smart phone*, *driver* motor dan *dosing pump*, Arduino UNO, dan Raspberry Pi 3 model B.

3.2.1 Modul Relay

Relay merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk memutuskan dan menyambungkan suatu rangkaian listrik. *Relay* yang digunakan untuk mengontrol nyala dan mati dari actuator dengan sumber 220 VAC pada sistem kontrol dan *monitoring* ini. Sumber tegangan yang digunakan untuk *relay* modul ini bekerja yaitu 5 VDC. Kemudian penggunaan *relay* yaitu sumber dari actuator salah satu sisinya dihubungkan dengan bagian *common relay* dan bagian lainnya disambungkan dengan kontak *relay normally open*. Hal ini berarti ketika tidak diberikan sinyal tegangan dari mikrokontroler maka aktuator tidak mendapatkan sumber tegangan karena posisi kontak *relay normally open*. Ketika diberikan sinyal tegangan oleh mikrokontroler maka *relay* menyambungkan aktuator dengan sumber tegangan 220 VAC. Gambar 3.3 merupakan rangkaian dari modul *relay 2 channel*.



Gambar 3. 3 Rangkaian 2 Channel Relay[35]

3.2.2 Sensor Gas MQ-135

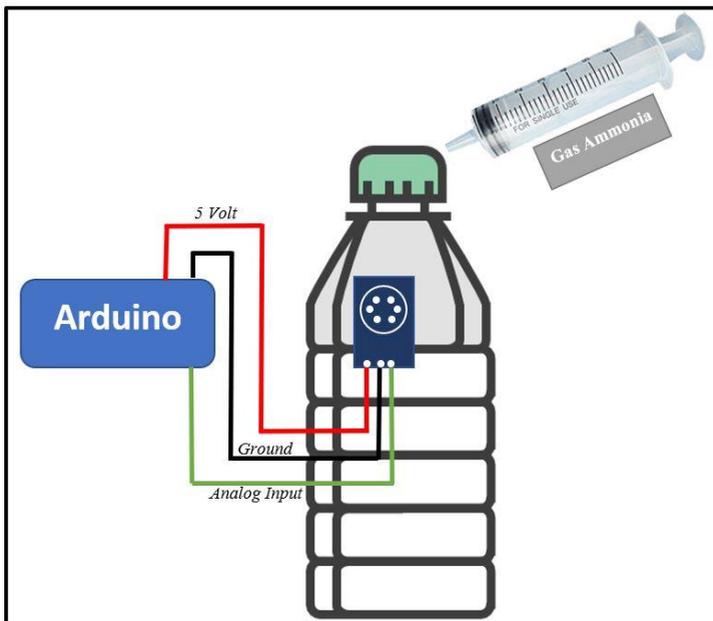
Modul sensor gas MQ-135 merupakan salah satu dari beberapa jenis sensor gas semikonduktor yang mampu mendeteksi beberapa kandungan gas CO₂ (Karbon Dioksida), *Benzene*, *Alcohol*, *smoke*, *ammonia*, dan lain-lain. Tetapi pada sistem kontrol dan *monitoring* ini hanya difokuskan pada perubahan amonia di udara saja. Pada sensor MQ-135 terdapat pin Aout yang merupakan pin yang akan menghasilkan nilai sebagai masukan untuk mikrokontroler Arduino UNO. Nilai keluaran dari sensor MQ-135 adalah ADC, agar sensor MQ-135 dapat dikonversi menjadi PPM (*part per million*) maka diperlukan kalibrasi terhadap sensor ini. Proses kalibrasi ini memerlukan perhitungan matematis berdasarkan grafik karakteristik sensor terhadap masing-masing gas pada *datasheet*. Sehingga agar sensor MQ-135 ini dapat mengukur kadar amonia yang menguap di udara harus dilakukan kalibrasi dan karakterisasi terhadap sensor ini.

Arduino UNO akan membaca data berupa tegangan ADC dari sensor MQ-135 yang telah dilakukan kalibrasi dengan pendekatan matematis kemudian untuk melihat karakteristik sensor MQ-135 akan dilakukan percobaan dengan menyuntikan gas yang

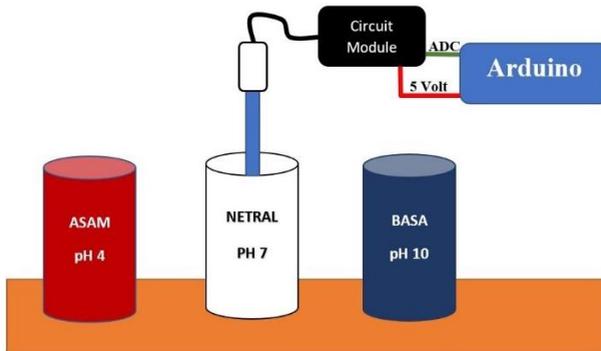
berisi amonia pada sebuah wadah yang tertutup dan akan dilihat karakteristik MQ-135 berdasarkan pengukuran dengan metode ini. Gambar 3.4 Perancangan percobaan untuk melihat karakteristik sensor MQ-135. Gambar 3.4 perancangan percobaan karakteristik sensor amonia.

3.2.3 Sensor pH

Sensor pH yang digunakan pada tugas air ini bertujuan untuk mengukur derajat keasaman pada air yang berada di akuarium. Karena air yang berada pada akuarium tidak boleh melebihi batas pH 6,5-7,5 maka diperlukan lah sensor pH yang berguna untuk mengukur derajat keasaman tersebut. Data yang dihasilkan oleh sensor pH berupa nilai ADC yang kemudian akan dikonversikan kedalam satuan pH.



Gambar 3. 4 Perancangan Pengujian Karakteristik Sensor MQ-135

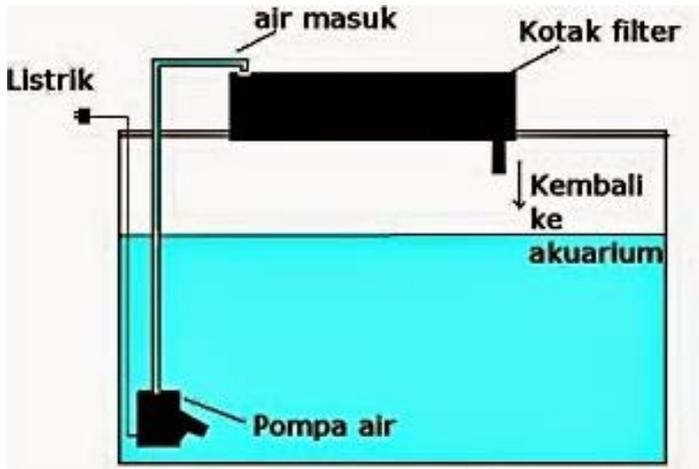


Gambar 3. 5 Perancangan Kalibrasi Sensor pH

Proses konversi nilai data yang awalnya ADC menjadi pH ini disebut dengan kalibrasi. Proses kalibrasi pada sensor pH ini menggunakan tiga cairan pH yang memiliki derajat keasaman yang berbeda-beda. Nilai data ADC yang terbaca dan terukur akan disesuaikan dengan ketiga cairan pH yang diukur. Proses kalibrasi sensor pH ini menggunakan tiga cairan yang bersifat asam, netral, dan basa, dengan digunakannya ketiga cairan pH ini akan membuat proses kalibrasi lebih akurat. Gambar 3.4 merupakan perancangan proses kalibrasi sensor pH.

3.2.4 Pompa dan Filter Air

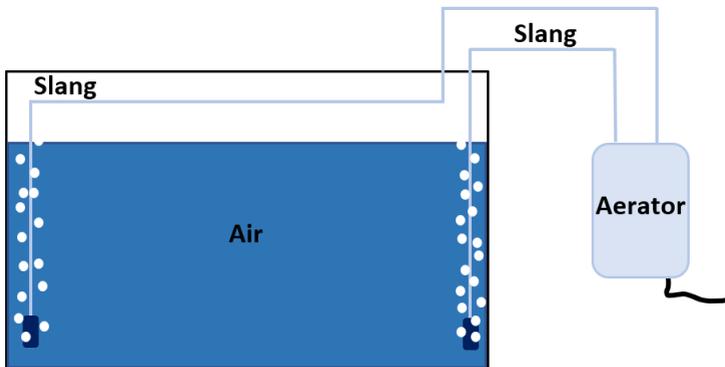
Pada tugas akhir ini salah satu perangkat keras atau *hardware* yang digunakan adalah pompa beserta filter air. Pompa berguna untuk menyalurkan air pada akuarium menuju filter untuk dilakukan penyaringan terhadap kotoran dan sisa makanan ikan yang tidak termakan. Penyaringan ini dilakukan guna menjaga kualitas air agar tetap baik dan mengurangi peningkatan kadar amonia. Tegangan sumber yang digunakan yaitu 220 VAC dengan frekuensi 50 Hz dan daya 8 Watt. Gambar 3.5 merupakan perancangan penempatan pompa dan filter air.



Gambar 3. 6 Perencanaan Peletakan Pompa dan Filter Air

3.2.5 Aerator

Aerator merupakan salah satu komponen yang sangat diperlukan untuk budidaya ikan. Karena aerator berfungsi memberikan suplai udara didalam air agar kadar oksigen terlarut di dalam air meningkat, selain itu aerator juga berperan terhadap pengontrolan amonia, amonia adalah gas terlarut, sehingga dengan aerasi, penambahan oksigen terlarut dapat menyingkirkan amonia. Sehingga aerasi dapat mempercepat difusi gas amonia dari air kolam ke udara. Perencanaan peletakan slang aerator pada akuarium ditunjukkan pada gambar 3.6.



Gambar 3. 7 Perencanaan Posisi Slang Aerator

3.2.6 Arduino UNO

Arduino UNO merupakan mikrokontroler pada sistem kontrol dan *monitoring* kadar amonia yang digunakan untuk membaca nilai sensor, memproses data dan mengontrol actuator. Pemilihan Arduino UNO sebagai mikrokontroler dikarenakan ukuran Arduino ini tidak terlalu besar dan pin-pin yang tersedia sudah cukup untuk digunakan. Penggunaan pin analog sebanyak dua pin dan pin digital sebanyak 6 pin. Selain itu pin 5 Volt dan pin *ground* juga digunakan untuk *output* suplai daya elektronik lain. Pada tabel 3.7 menjelaskan penggunaan pin pada Arduino.

Tabel 3. 1 Tabel Penggunaan Pin Arduino UNO

No.	Pin Arduino	Komponen	Keterangan
1	A0	Sensor Gas	Membaca nilai ADC sensor gas
2	A1	Sensor pH	Membaca nilai ADC sensor pH
3	D7	<i>Driver Motor</i>	IN1 <i>dosing pump</i>
4	D8	<i>Driver Motor</i>	IN2 <i>dosing pump</i>
5	D9	<i>Driver Motor</i>	enA <i>dosing pump</i>
6	D6	Relay 1	Aerator
7	D5	Relay 2	Filter air

3.2.7 Raspberry Pi 3 Model B

Pada tugas akhir ini pemilihan Raspberry Pi 3B ini dikarenakan selain berfungsi sebagai SBC (*Single Board Computer*) Raspberry Pi 3B ini juga memiliki modul *wi-fi onboard* yang dapat digunakan secara langsung untuk mengkoneksikan sistem dengan internet. Hal ini tentu sangat menunjang sistem kontrol dan *monitoring* yang telah dibuat yang berbasis IoT (*Internet of Thing*). Raspberry Pi ini juga bertindak dalam menghubungkan antara mikrokontroler dengan server yang telah disewa. Gambar 3.7 menunjukkan bentuk fisik dari Raspberry Pi 3B.

3.2.8 Smart Phone

Pada sistem kontrol dan *monitoring* kadar amonia ini berbasis IoT (*Internet of Thing*) yang menggunakan *smartphone* sebagai media untuk melakukan monitor serta kontrol manual terhadap sistem. Penggunaan *smartphone* pada sistem dikarenakan pada saat ini penggunaan *smartphone* di dunia sudah sangat umum yang menyebabkan kemudahan akses terhadap internet sudah sangat memungkinkan dan mudah didapatkan dengan *smartphone*. Dengan begitu penggunaan aplikasi kontrol dan *monitoring* yang diintegrasikan terhadap *smartphone* ini akan lebih memudahkan pengguna. Pada sistem yang dibuat ini dikhususkan untuk *smartphone* dengan sistem operasi Android (gambar 3.8) dengan versi paling rendahnya yaitu OS Lollipop.



Gambar 3. 8 *Smartphone* Dengan Sistem Operasi Android[30]

3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Pada bab perancangan perangkat lunak ini menggunakan Arduino UNO untuk melakukan proses ADC pada sensor, pengendali proporsional, komunikasi serial dengan Raspberry Pi 3B, dan kontrol relay. Pada Raspberry Pi 3 B perancangan perangkat lunak meliputi, pengambilan data dari serial komunikasi dengan Arduino UNO, pengiriman data menuju basis data, pengambilan data dari basis data, dan pengiriman data menuju Arduino UNO. Pada Android Studio perancangan perangkat lunak meliputi desain tampilan layout dari aplikasi android yang dibuat dengan bahasa pemrograman XML, penampilan data monitoring, pengontrolan manual terhadap aktuator, dan HTML serta PHP pada server untuk sebagai jembatan antara Raspberry Pi 3B dengan smartphone.

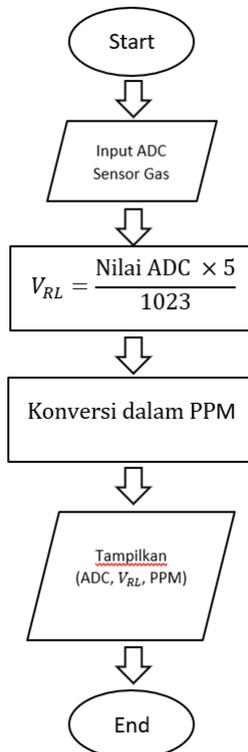
3.3.1 Perancangan Perangkat Lunak ADC Sensor Amonia

Sensor Amonia adalah sensor semikonduktor yang memiliki input tegangan 5 volt DC, dan memiliki nilai keluaran berupa ADC. Nilai ADC tersebut akan dikonversikan ke dalam PPM (*Part Per Million*), maka diperlukan data berupa V_{out} dari sensor gas amonia.

ADC tersebut yang nantinya akan diproses oleh mikrokontroler Arduino UNO yang memiliki ADC 110 bit. Perhitungan tegangan ADC (*Analog to Digital Converter*) dapat dirumuskan pada persamaan 3.1:

$$\text{Tegangan ADC} = \frac{V_{in} \times 1024}{V_{ref}} \quad (3.1)$$

Untuk dapat dikonversi kedalam satuan ppm maka diperlukan model matematis, seperti yang ditunjukkan pada flowchart dibawah ini.



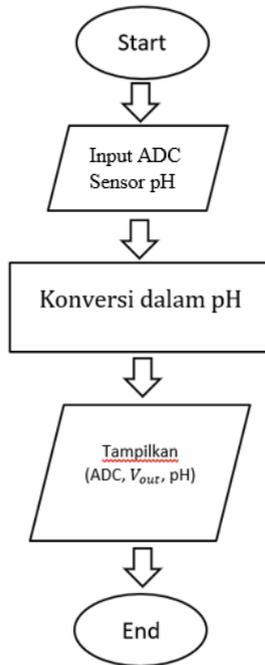
Gambar 3. 9 Flowchart Kalibrasi Sensor MQ-135

3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak Sensor pH

Sensor pH adalah sensor yang digunakan untuk mengukur kualitas suatu air, dengan cara melihat derajat keasaman. Tegangan masukan sensor pH adalah 5 volt DC, dan memiliki keluaran berupa nilai ADC. Nilai ADC tersebut akan dikonversikan ke dalam satuan pH. Arduino nantinya akan memproses ADC tersebut dengan ADC 10 bit. Perhitungan tegangan ADC (*Analog to Digital Converter*) dapat dirumuskan dengan persamaan 3.1:

$$\text{Tegangan ADC} = \frac{V_{in} \times 1024}{V_{ref}} \quad (3.1)$$

Untuk dapat dikonversi kedalam satuan ppm maka diperlukan model matematis, seperti yang ditunjukkan pada *flowchart* dibawah ini.



Gambar 3. 10 *Flowchart* Kalibrasi Sensor pH

3.3.3 Perancangan Perangkat Lunak Aplikasi *Smartphone*

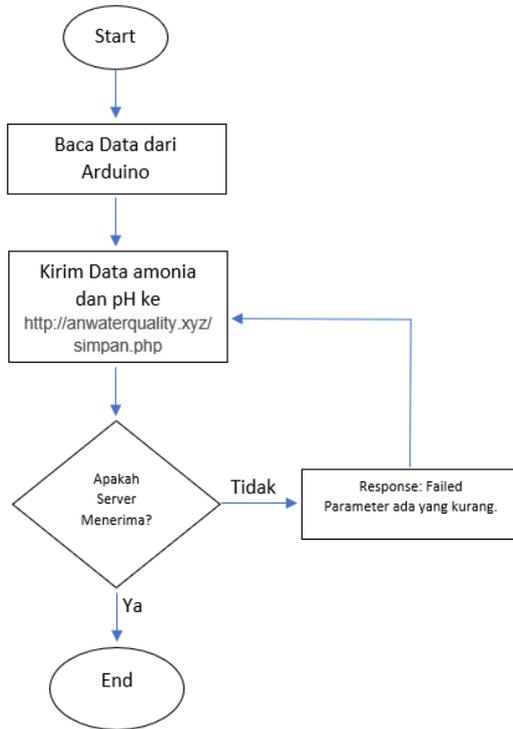
Perangkat lunak pada aplikasi *smartphone* ini berfungsi untuk menampilkan data yang dikirimkan oleh Raspberry dan bertujuan untuk memonitor kualitas air akuarium, selain itu juga untuk melakukan kontrol manual terhadap aktuator. Aplikasi ini dibuat dengan bantuan Android Studio dengan menggunakan bahasa pemrograman XML dan java. Gambar 3.11 menunjukkan perancangan desain awal aplikasi.



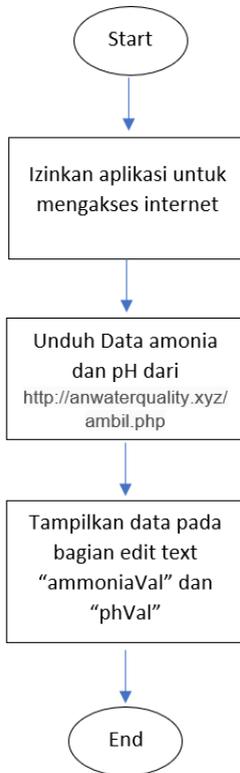
Gambar 3. 11 Perancangan Awal Tampilan Aplikasi

3.3.4 Perancangan Pengiriman Data ke *Smartphone*

Pengiriman data dilakukan melalui Raspberry Pi 3B berdasarkan data yang telah diolah oleh Arduino. Data yang diterima dari Arduino pertama akan dikirim menuju server. Kemudian akan disimpan pada basisdata, setelah basisdata berhasil menyimpan data tersebut, kemudian aplikasi pada *smartphone* bias mengakses data yang berada pada basisdata tersebut. Data yang akan ditampilkan oleh *smartphone* hanya data terbaru yang berhasil disimpan pada basisdata oleh Raspberry. Gambar 3.12 dan 3.13 adalah *flowchart* dari sistem pengiriman dan penerimaan data.



Gambar 3. 12 Flowchart Proses Pengiriman Data ke Basisdata



Gambar 3. 13 *Flowchart* Proses Penerimaan Data pada Aplikasi *Smartphone*

.....*Halaman ini sengaja dikosongkan*.....

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM

4.1 Realisasi Desain Akuarium dan *Box Controller*



Gambar 4. 1 Tampilan *Controller Box*

Gambar 4.1 menunjukkan desain *controller box* dengan dimensi 30 cm x 8 cm x 15 cm. Dengan menggunakan bahan akrilik dengan tebal bahan 3 mm, *controller box* ini dibuat untuk meringkat komponen-komponen elektronik dalam satu tempat. Selain itu untuk akuarium yang digunakan memiliki dimensi 40 cm x 24 cm x 26 cm. Pada bagian atas akuarium terdapat penutup akrilik yang desainnya disesuaikan dengan kebutuhan filter, sensor MQ-135, sensor pH, dan beberapa slang yang masuk kedalam akuarium. Tebal akrilik dari bagian penutup akuarium ini adalah 5 mm. Realisasi akuarium ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Realisasi Akuarium

4.2 Realisasi Desain Aplikasi *Smartphone*

Pada UI (*User Interface*) yang ditunjukkan oleh gambar 4.3 terdapat dua data *monitoring* yaitu amonia dan pH, yang nantinya akan *ter-update* sesuai dengan keadaan pengukuran pada alat yang berguna untuk memantau kualitas dari air pada akuarium. Pada realisasi desain yang dibuat terdapat sedikit perubahan unsur utama yaitu pada bagian kontrol manual, untuk realisasi desain hanya memiliki dua kontrol manual, yaitu kontrol manual terhadap aerator dan filter air. Kontrol manual ini berfungsi untuk mengatur nyala dan matinya kedua aktuator yaitu aerator dan filter air. Gambar 4.3 menunjukkan realisasi desain aplikasi pada *smartphone* yang telah dibuat menggunakan Android Studio.



Gambar 4. 3 Realisasi Desain yang Digunakan pada Aplikasi *Smartphone*

4.3 Pengujian Perangkat Keras (*Hardware*)

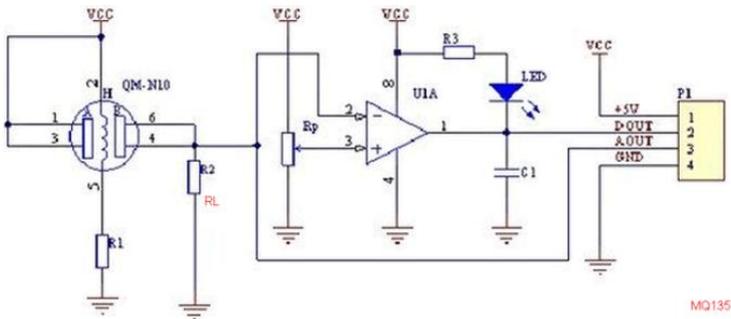
Pada pengujian *Hardware* ini dilakukan dengan cara menguji masing-masing dari tiap-tiap komponen yang digunakan pada Sistem Kontrol dan *Monitoring* Kadar Amonia Untuk Budidaya Ikan, yaitu sensor gas amonia, sensor pH, *dosing pump*, dan kontrol *relay*.

4.3.1 Pengujian Kalibrasi Sensor Gas Amonia

Rangkaian dari sensor MQ-135 merupakan rangkaian pembagi tegangan dengan sumber tegangan sebesar 5 volt DC, sedangkan nilai tegangan yang dikeluarkan oleh sensor MQ-135 adalah nilai yang digunakan dalam proses kalibrasi agar dapat di konversi menjadi PPM (*Part per Million*). Proses pengujian dilakukan dalam sebuah wadah tempat tertutup dengan melakukan pengujian kalibrasi sensor amonia.

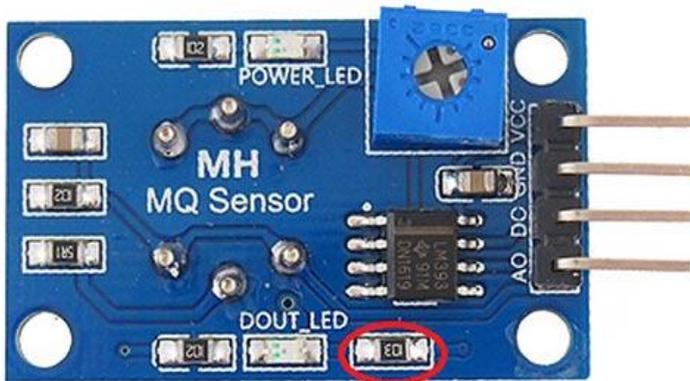
4.3.1.1 Melakukan Kalibrasi Awal MQ-135

Pada sensor gas amonia MQ-135 proses kalibrasi sensor ini dapat menggunakan informasi-informasi yang ada di *datasheet*. Pada gambar 4.4 menunjukkan skematik sensor MQ-135.

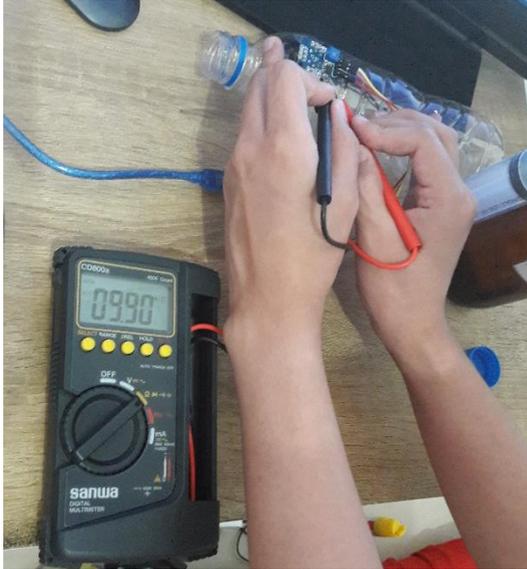


Gambar 4. 4 Skematik Sensor Gas Amonia[23]

Pada skematik diatas terdapat RL (*Load Resistance*) yang berada diantara *ground* dan VRL. Sedangkan pada modul sensor secara langsung dapat diukur nilai dari RL (lingkaran merah pada gambar 4.5).



Gambar 4. 5 Posisi RL pada Modul Sensor MQ-135



Gambar 4. 6 Pengukuran RL pada Modul Sensor MQ-135

Pada gambar 4.6 pengukuran secara langsung dilakukan pada modul sensor gas amonia MQ-135 dan didapatkan nilai dari RL adalah sebesar 10k ohm, hal ini sesuai karena pada *datasheet* dikatakan besaran untuk RL pada sensor MQ-135 yaitu kisaran 10k ohm sampai 47k ohm. Setelah mendapatkan harga dari RL, kemudian kembali kepada acuan *datasheet*, pada *datasheet* terdapat grafik karakteristik sensitivitas dari sensor MQ-135 yang dapat dilihat pada gambar 2.5.

Pada grafik tersebut terdapat perbandingan antara ppm dengan R_s/R_o . Dapat dilihat pada grafik bahwa rasio resistansi *fresh air* yaitu konstan. Berarti berdasarkan grafik dapat diperkirakan bahwa nilai R_s/R_o adalah:

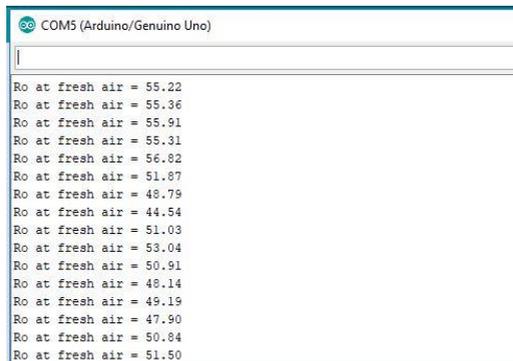
$$R_s/R_o = 3,6 \quad (4.1)$$

Dari *datasheet* kita dapat mengetahui formula untuk menghitung dan mendapatkan nilai R_s , yaitu dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Resistansi Sensor } (R_s): R_s = (V_c/V_{RL}-1) \times R_L \quad (4.2)$$

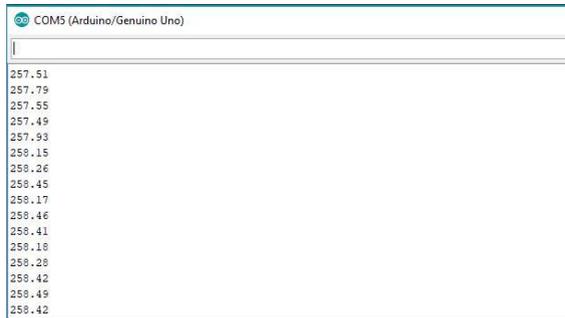
Berdasarkan rumus diatas kita telah mengetahui bahwa nilai dari V_c yang berarti tegangan sumber (+5V) dan nilai R_L yang telah diukur adalah 10k ohm. Kemudian untuk mendapatkan nilai R_s menggunakan program Arduino (Lampiran A). Hasil dari pengukuran R_o dapat dilihat pada gambar 4.8. Dapat disimpulkan nilai dari R_o sekitar 50k ohm.

Kemudian untuk nilai dari R_s (resistansi sensor) menggunakan persamaan 4.2 dan dikalkulasikan pada program Arduino didapatkan nilai R_s seperti pada gambar 4.9.



```
COM5 (Arduino/Genuino Uno)
Ro at fresh air = 55.22
Ro at fresh air = 55.36
Ro at fresh air = 55.91
Ro at fresh air = 55.31
Ro at fresh air = 56.82
Ro at fresh air = 51.87
Ro at fresh air = 48.79
Ro at fresh air = 44.54
Ro at fresh air = 51.03
Ro at fresh air = 53.04
Ro at fresh air = 50.91
Ro at fresh air = 48.14
Ro at fresh air = 49.19
Ro at fresh air = 47.90
Ro at fresh air = 50.84
Ro at fresh air = 51.50
```

Gambar 4. 7 Nilai dari R_o Pada Sensor MQ-135



Gambar 4. 8 Besar Nilai Rs Pada Sensor MQ-135

Kembali pada grafik karakteristik dari sensitivitas sensor. Garis NH3 mungkin terlihat linear tapi sebenarnya tidak, jadi sebenarnya hubungan antara Rs/Ro dan PPM adalah logaritmik, yang dapat direpresentasikan dengan rumus dibawah ini:

$$\log(y) = m \cdot \log(x) + b \quad (4.3)$$

Dimana,

y = rasio (Rs/Ro)

x = ppm

m = gradien

b = perpotongan

Untuk menentukan nilai dari m dan b dapat ditentukan dua titik (x1,y1) dan (x2,y2) pada grafik fungsi NH3. Sehingga kedua titik ditentukan pada (19,2) dan (100,1).

$$m = [\log(y_2) - \log(y_1)] / [\log(x_2) - \log(x_1)]$$

$$m = \log(1/2) / \log(100/19)$$

$$m = -0.417$$

Kemudian untuk mendapatkan nilai b titik yang diambil adalah titik tengah (40,1.55)

$$b = \log(y) - m \cdot \log(x)$$

$$b = \log(1.55) - m \cdot \log(40)$$

$$b = 0.323$$

Selanjutnya untuk mendapatkan PPM menggunakan rumus dibawah ini:

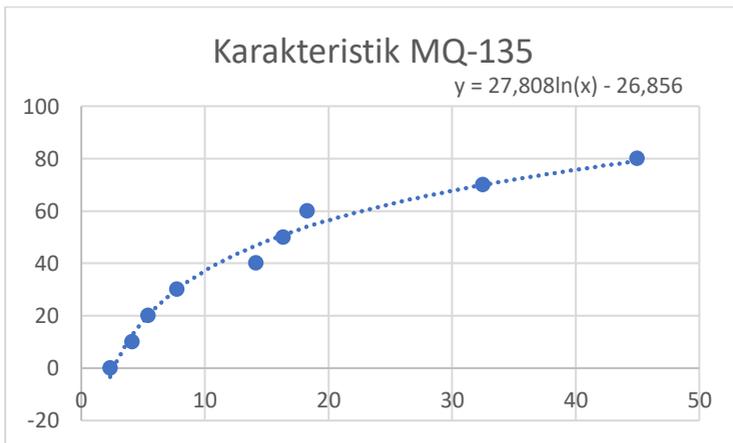
$$PPM = 10^{([\log(\text{ratio}) - b]/m)} \quad (4.4)$$

4.3.1.3 Pengujian Karakteristik Sensor MQ-135

Pengujian karakteristik terhadap sensor amonia MQ-135 ini bertujuan untuk melihat respon dari sensor amonia ini terhadap gas amonia yang diberikan secara berkala. Pemberian gas amonia ini secara bertahap dalam sebuah wadah tertutup, data hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Karakteristik Sensor MQ-135

No.	Tegangan MQ-135 (volt)	MQ-135 (PPM)	Volume (cc)
1	0,21	2,33	0
2	0,26	4,14	10
3	0,29	5,41	20
4	0,34	7,74	30
5	0,43	14,12	40
6	0,45	16,35	50
7	0,47	18,30	60
8	0,58	32,5	70
9	0,65	45,0	80



Gambar 4. 10 Grafik Hasil Pengukuran Karakteristik Sensor MQ-135



Gambar 4. 11 Buffer pH 4, 7, dan 10.

4.3.2 Pengujian Kalibrasi Sensor pH

Pada tugas akhir ini sensor pH yang digunakan merupakan modul sensor pH yang memiliki keluaran berupa ADC (*Analog to Digital Converter*) yang memiliki tegangan sumber 5 volt. Nilai ADC tersebut yang menjadi *output* yang akan dijadikan satuan pH dalam proses kalibrasi sensor ini. Pada proses kalibrasi sensor pH ini menggunakan 3 jenis buffer pH yang berbeda-beda.

4.3.2.1 Prosedur Kalibrasi Sensor pH

Prosedur kalibrasi pada sensor ini dimulai dengan menggunakan tiga jenis buffer pH yang masing-masing memiliki pH berbeda-beda. Buffer pH yang digunakan yaitu buffer pH 4, buffer pH 7, dan buffer pH 10.

Terdapat beberapa prosedur yang dilakukan dalam pengujian kalibrasi sensor pH, yaitu:

1. Mempersiapkan pH buffer yang akan digunakan sebagai objek yang akan menjadi acuan dalam pengukuran pH. Gambar 4.12 menunjukkan ketiga buffer pH yang digunakan.



Gambar 4. 12 Proses Persiapan Kalibrasi Sensor

2. Mempersiapkan sensor pH, *circuit* modul sensor, dan program untuk membaca nilai ADC sensor pH. Gambar 4.13 menunjukkan proses persiapan alat.
3. Mengukur ketiga macam buffer pH yang telah disiapkan dan mencatat hasil pengukuran dari ketiga buffer pH tersebut.

4.3.2.2 Penentuan Model Matematis Kalibrasi Sensor PH

Pada tugas akhir ini untuk mengurangi amonia pada akuarium menggunakan beberapa cara yaitu dengan memberikan filter air agar kotoran dan sisa makanan ikan yang tidak termakan tidak meningkatkan kadar amonia yang dapat menjadi racun bagi ikan. Di dalam air sebagian amonia akan terionisasi menjadi ion NH_4^+ dan sebagian lagi masih berupa NH_3 bebas yang berada dalam kesetimbangan dengan ionnya yaitu NH_4^+ dan OH^- . Semakin tinggi ion NH_4 (pada pH rendah) maka NH_3 akan semakin sedikit. Oleh sebab itu perlu dijaga kandungan amonia dalam air berupa ion atau dengan senyawa lain dengan jalan mereaksikan amonia dengan unsur lain agar dapat mengurangi kadar amonia bebas terlarut dalam limbah sehingga dapat mengurangi tingkat toksisitasnya. Maka dari itu perlu adanya pH meter yang mengukur tingkat kebasahan air pada akuarium agar tetap berada pada batas normal dan tidak terlalu tinggi.

Tabel 4. 2 Hasil Pembacaan ADC Sensor pH pada Setiap Buffer

No	Nilai ADC	Buffer pH
1	312	4
2	365	7
3	424	10

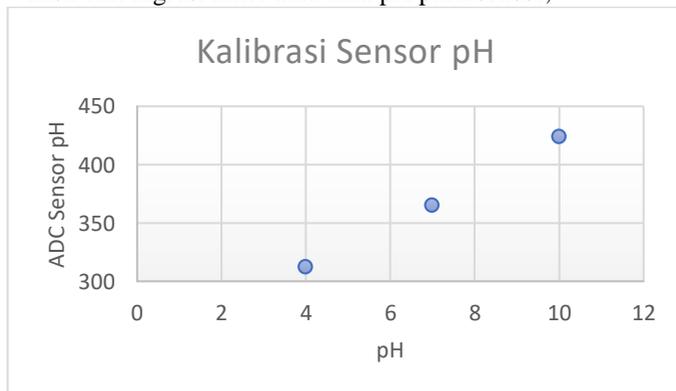
Untuk mendapatkan nilai pH tersebut maka diperlukan model matematis pada nilai ADC yang terukur oleh sensor pH. Tabel 4. Merupakan hasil pengukuran yang didapat, yaitu berupa nilai ADC terhadap ketiga buffer pH.

Metode matematis yang digunakan merupakan suatu persamaan garis atau kurva dengan menggunakan metode regresi linier. Regresi linier ini digunakan untuk mencari nilai dari setiap titik data (x,y) yang diketahui. Regresi linier ini memiliki keterbatasan yakni, hanya dapat digunakan pada kurva atau grafik yang mendekati garis lurus saja, karna akan mempengaruhi nilai kesalahan pada pengukuran. Berikut ini adalah persamaan regresi linier:

$$Y = a + bX \quad (4.5)$$

Dimana:

Y = hasil dari regresi linier atau nilai pH pada sensor,



Gambar 4. 13 Grafik Kalibrasi Sensor pH

a = konstanta,

b = gradien,

X = data di sumbu X, nilai dari ADC sensor pH

Beberapa parameter lain harus ditambahkan jika ingin menggunakan model matematis di atas. Parameter lain yang dibutuhkan dapat dilihat pada tabel 4.3.

Dari data yang telah didapatkan pada tabel 4.3 kemudian nilai yang didapatkan tadi dimasukkan pada rumus matematis pada persamaan 4.6 di bawah ini untuk mendapatkan nilai dari koefisien a pada regresi linier.

$$a = \frac{\sum Y \times \sum X^2 - \sum X \times \sum XY}{n \times \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (4.6)$$

Untuk mendapatkan nilai dari koefisien b pada regresi linier dapat menggunakan persamaan rumus 4.7 di bawah ini

$$b = \frac{n \times \sum XY - \sum X \times \sum Y}{n \times \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (4.7)$$

Berdasarkan perhitungan persamaan rumus 4.6 dan persamaan rumus 4.7 didapatkan nilai koefisien dari a dan b. Yaitu untuk koefisien a bernilai -12.642 dan koefisien b bernilai 0,0535. Kedua nilai dari koefisien a dan b dimasukkan kembali pada persamaan 4.5.

$$Y = -12.642 + 0,0535 \times X \quad (4.8)$$

Persamaan 4.8 adalah persamaan matematis regresi linier yang akan digunakan secara langsung untuk mendapatkan pH dari hasil pembacaan ADC sensor pH.

Tabel 4. 3 Parameter-Parameter yang Dibutuhkan

No.	ADC (Sensor pH) X	PH (Buffer pH) Y	X*Y	X ²
1	312	4	1248	97344
2	365	7	2555	133225
3	424	10	4240	179776
Σ	1101	21	8043	410345

Tabel 4. 4 Hasil Sensor pH dengan *Buffer*

No.	Sensor pH (pH)	Cairan <i>Buffer</i> (pH)
1	3,91	4
2	6,85	7
3	9,85	10

4.3.2.3 Perbandingan pH *Buffer* dengan Hasil Sensor pH

Berdasarkan hasil dari pengujian kalibrasi sensor pH, dengan memasukan data nilai ADC (*Analog to Digital Converter*) sensor kedalam persamaan matematis $Y = -12.642 + 0,0535 \times X$, maka akan didapatkan hasil dari pengukuran berdasarkan setiap cairan *buffer* yang digunakan adalah seperti yang ditunjukkan oleh tabel 4.4.

Berdasarkan tabel 4.4 menunjukan terdapatnya error dalam proses kalibrasi modul sensor pH dalam satuan pH. Untuk dapat mencari nilai dari error tersebut, maka dapat menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\text{Error} = \frac{|pH \text{ sebenarnya} - pH \text{ sensor}|}{pH \text{ sebenarnya}} \times 100\% \quad (4.9)$$

Keluaran dari sensor pH ini berupa ADC yang dikonversikan menjadi satuan pH, pada tabel 4.5 menunjukan bahwa terdapat error rata-rata pembacaan 1,88% atau selisih 0.08-0.15 pembacaan pH terhadap *buffer* pH.

Tabel 4. 5 Perbandingan Nilai Pembacaan Sensor dengan *Buffer*

No.	Sensor pH (pH)	<i>Buffer</i> pH (pH)	Selisih (pH)	<i>Error</i> (%)
1	3,91	4	0,08	2
2	6,85	7	0,15	2,14
3	9,85	10	0,15	1,5
Rata-rata			0,126	1,88



Gambar 4. 14 Diagram Blok Sistem Kontrol Otomatis

4.3.3 Pengujian Kontrol Otomatis

Kontrol otomatis ini bertujuan untuk menjaga pH agar tetap dibawah pH 7,5. Pengontrolan ini dilakukan oleh mikrokontroler terhadap kinerja dari *dosing pump* dalam mensuplai cairan asam masuk ke dalam akuarium. Cairan asam ini bertujuan untuk menetralkan pH akuarium ketika meningkat lebih dari 7,5. Kontrol otomatis ini menggunakan pengendali proporsional. Masukan atau (*set point*) diatur bernilai pH 7,5. Untuk blok diagram dapat dilihat pada gambar 4.14.

Nilai *error* dapat dicari dengan mengurangi nilai referensi dengan nilai pembacaan sensor seperti persamaan ini:

$$Error = \text{set point} - \text{pH sensor} \quad (4.10)$$

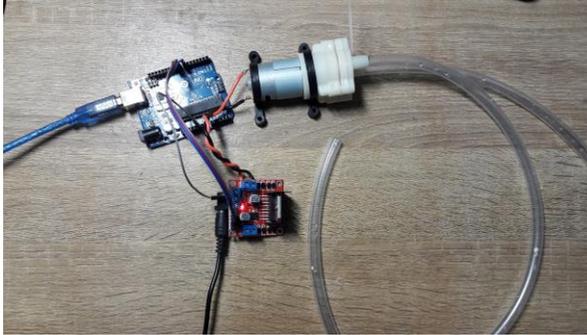
Dari persamaan diatas dapat diketahui ketika pembacaan pH dari sensor semakin tinggi dari *set point* (7,5) maka akan menyebabkan nilai *error* semakin besar.

Setelah nilai *error* didapatkan kemudian nilai tersebut dimasukan ke rumus matematis berikut ini:

$$P = Kp \times error \quad (4.11)$$

Nilai dari “P” tersebut yang akan menjadi nilai dari PWM (*Pulse Width Modulation*) yang akan mengatur *duty cycle* dari *dosing pump* saat bekerja. Semakin tinggi nilai *error* maka akan semakin besar nilai *duty cycle* yang dihasilkan oleh mikrokontroler.

Pada pengujian kontrol ini *feedback* sistem berdasarkan pembacaan dari sensor pH, yang akan dibandingkan dengan nilai pH pada *set point* yang bernilai 7,5. Ketika pH terukur bernilai diatasnya,



Gambar 4. 15 *Dosing Pump*

maka nilai dari *feedback* tersebut akan dikurangkan dengan nilai dari *set point* yang kemudian menjadi nilai *error* pada sistem kontrol.

Gambar 4.15 menunjukkan *dosing pump* yang digunakan. *Dosing pump* tersebut dapat bekerja untuk menyalurkan cairan asam ketika nilai dari *duty cycle* yang diberikan adalah lebih dari 33%. Pada tabel 4.6 menunjukkan percobaan pengukuran tegangan suplai pada motor dc terhadap beberapa perubahan *duty cycle*.

Tabel 4. 6 Percobaan Pengukuran Tegangan terhadap DC

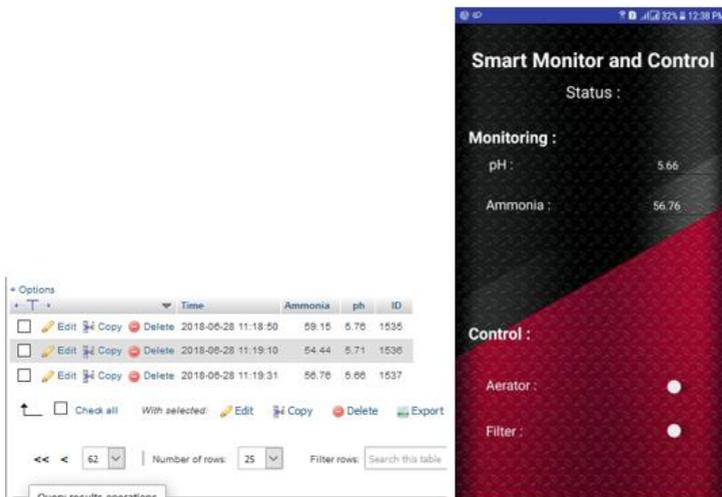
No.	DC	PWM Parameter	Voltage
1	33,3%	85	3,6 V
2	35,3%	90	3,9 V
3	37,2%	95	4,2 V
4	39,2%	100	4,3 V
5	41,1%	105	4,6 V
6	43,1%	110	4,8 V
7	45,1%	115	5,1 V
8	47%	120	5,3 V
9	49%	125	5,5 V
10	50,9%	130	5,8 V

4.4 Pengujian Perangkat Lunak (*Software*)

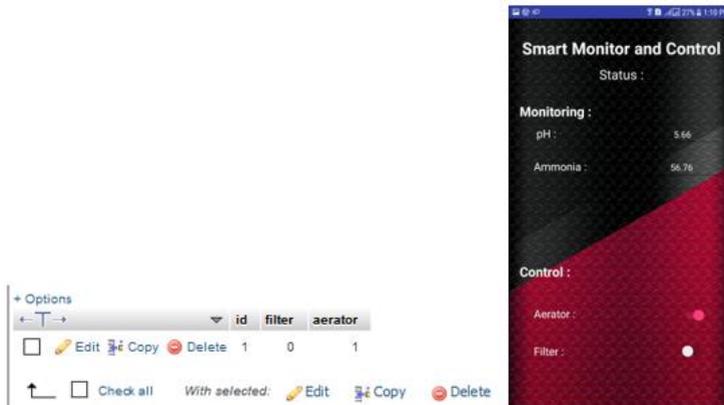
Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap perangkat lunak pada sistem aplikasi *smartphone* yang digunakan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui respon dari aplikasi yang telah dibuat terhadap keseluruhan alat penelitian.

4.4.1 Pengujian Fitur *Monitoring* pada Aplikasi

Pada gambar 4.14 menunjukkan pengiriman data dari basis data menuju aplikasi *smartphone* melalui koneksi internet dapat berjalan dengan benar. Data yang ditampilkan pada *smartphone* ini adalah data dari penyimpanan pada tabel basis data yang paling akhir. Dengan kata lain *Query* yang ditampilkan adalah data dengan ID yang paling besar. Pada gambar 4.14 menunjukkan *Query* yang ditampilkan yaitu dengan ID 1537 yang menyimpan data pengukuran pada tabel amonia 56,76 dan pH 5,66. Kemudian data yang ditampilkan pada *smartphone* yaitu data yang sesuai dengan ID 1537 atau data yang paling baru disimpan pada basis data.



Gambar 4. 16 Tampilan Basis Data Sensor dan Aplikasi *Smartphone*



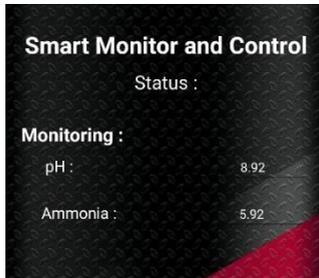
Gambar 4. 17 Tampilan Basis Data *Switch* dan Aplikasi *Smartphone*

4.4.2 Pengujian Fitur Kontrol Manual pada Aplikasi

Pada gambar 4.17 menunjukkan nilai dari perintah kontrol manual dari aplikasi *smartphone* pada basis data *switch* dan tampilan keadaan aerator dan filter pada aplikasi. Kontrol manual ini digunakan untuk mengatur kerja “on” dan “off” dari aerator dan filter air pada alat. Ketika aerator bernilai “true” pada aplikasi *smartphone*. Maka aplikasi akan mengirimkan data untuk mengisi *query* pada basis data *switch* dengan nilai Boolean “1” dan ketika filter pada aplikasi bernilai “false”, aplikasi *smartphone* akan mengirimkan data untuk mengisi *query* basis data *switch* dengan nilai Boolean “0”. Nilai pada *query* ini akan *update* setiap kali nilai dari aerator dan filter pada aplikasi diubah-ubah, dengan syarat aplikasi harus dapat terkoneksi dengan basis data melalui internet. Data pada basis data *switch* ini akan diterima oleh Raspberry dan diproses untuk memberikan instruksi kepada Arduino untuk menyalakan atau mematikan aerator dan filter air pada alat.

4.5 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pada pengujian keseluruhan sistem, dilakukan percobaan untuk menyalakan aerator dan filter air secara manual melalui aplikasi *smartphone*. Aerator dan filter air yang pada awalnya dalam

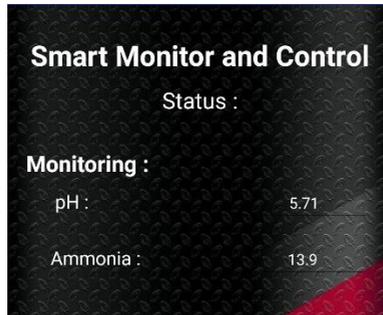


Gambar 4. 18 Keadaan Awal

kondisi mati dapat dinyalakan dengan baik melalui aplikasi *smartphone*. Selain melakukan pengujian terhadap kontrol manual sistem. Diberikan juga pengujian terhadap kontrol otomatis dan *monitoring* pada keseluruhan sistem dengan menyimulasikan suatu permasalahan pada akuarium, yaitu dengan dilakukan percobaan menaikkan kadar pH pada akuarium, seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.7. Pada percobaan ini mula-mula dilakukan pengukuran terhadap pH air akuarium.

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Sistem

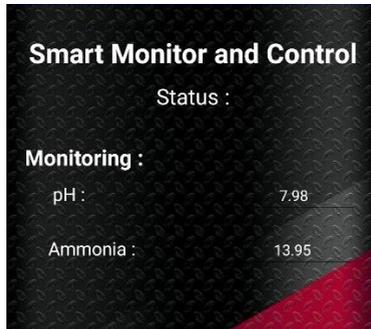
ID	pH	Amonia
2452	8.92	5.92
2453	8.86	4.55
2454	8.81	6.05
2455	7.37	6.31
2456	5.6	7.86
2457	5.6	8.33
2458	5.71	13.9
2459	6.14	7.56
2460	6.83	6.83
2461	7.47	13.01
2462	7.87	13.75
2463	7.98	13.95
2464	7.47	13.01
2465	7.37	12.79
2466	7.17	8.64
2467	7.05	8.3
2468	6.9	6.75



Gambar 4. 19 Keadaan Setelah Kontrol Otomatis Pertama

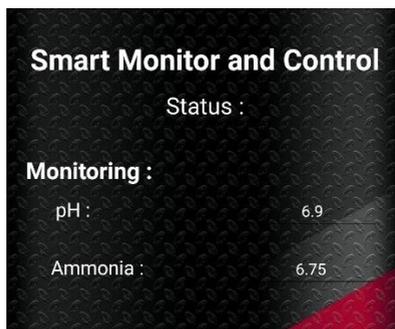
Pada pengukuran didapatkan bahwa pH air pada akuarium bernilai 8.92 dan amonia yang terukur sebesar 5.92 ppm. Gambar 4.18 menunjukkan hasil monitor terhadap akuarium. Kemudian sistem kontrol mulai dinyalakan yang berdampak bekerjanya *dosing pump* dalam memompa cairan asam menuju akuarium. Kinerja dari *dosing pump* tersebut bergantung terhadap keluaran dari pengendali proporsional terhadap kenaikan pH. Dalam waktu 10 detik, pH mengalami penurunan menjadi 7.37 dan terdapat sedikit kenaikan pembacaan sensor amonia menjadi 6.31 ppm. Kemudian 10 detik berikutnya pengukuran dari sensor pH menunjukkan penurunan pH secara drastis menjadi 5,71. Hal ini dapat terjadi dikarenakan kesalahan dari sistem kontrol yang menyebabkan air pada akuarium menjadi terlalu asam.

Kemudian percobaan selanjutnya ditambahkan kembali cairan amonia kedalam akuarium. Hal ini dilakukan untuk melihat respon dari sistem kontrol otomatis jika terjadi kenaikan pH. Hasilnya pada saat diberikan amonia cair kedalam akuarium, sensor gas amonia lebih cepat mendeteksi kenaikan amonia pada akuarium dari pada sensor pH dalam mendeteksi kenaikan pH yang terjadi. Gambar 4.19 menunjukkan pembacaan sensor ketika diberikan amonia cair pada akuarium. Pada Gambar 4.19 dapat dilihat nilai dari pembacaan sensor gas lebih cepat mendeteksi kenaikan amonia menjadi 13.9 ppm sedangkan sensor pH masih mendeteksi nilai pH sebesar 5.71. Hal ini terjadi dikarenakan ketika diberikan amonia cair, air pada akuarium



Gambar 4. 20 Keadaan Setelah Ditambahkan Amonia belum sepenuhnya tercampur dengan amonia tersebut. Sehingga pH yang terukur masih bernilai 5.71.

Setelah menunggu kurang dari 10 detik pH berangsur naik menjadi 7.47 dan amonia mengalami penurunan menjadi 13.01 ppm. Kemudian 10 detik berikutnya pH kembali naik menjadi 7,98 dan amonia bernilai 13,95 ppm (dapat dilihat pada gambar 4.20). Pada kondisi ini kontrol otomatis akan bekerja dalam menyalurkan cairan asam menuju akuarium, hasilnya 10 detik berikutnya pH dan amonia mengalami penurunan menjadi 7.47 dan 13.01 ppm. Selanjutnya nilai pH berangsur-angsur mengalami penurunan menuju pada nilai yang netral pada akuarium dan bergitu pula dengan kadar gas amonia yang terukur. Setelah beberapa saat pengukuran terakhir yang ditunjukkan pada aplikasi yaitu nilai pH sebesar 6.9 dan nilai amonia sebesar 6.75 ppm seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.21.



Gambar 4. 21 Keadaan Setelah Kontrol Otomatis Kedua

4.6 Analisis Keseluruhan Perancangan Sistem

Sistem kontrol dan *monitoring* ini untuk mengetahui kualitas air pada suatu akuarium dengan menggunakan teknologi *internet of things* yang bertujuan untuk memudahkan pengguna dalam melakukan proses monitor maupun pengontrolan sistem. Data *monitoring* ditampilkan pada aplikasi berdasarkan pengukuran kedua sensor yang digunakan, yaitu sensor pH dan sensor gas amonia.

Secara keseluruhan, sistem kontrol dan *monitoring* ini mampu bekerja sesuai dengan tujuan pembuatan. Pertama, sistem pada alat ini dapat melakukan *monitoring* terhadap amonia yang menguap diudara dan mengukur pH pada air akuarium dengan baik. Kedua, alat ini dapat melakukan kontrol dengan baik, baik kontrol secara otomatis terhadap kenaikan pH ketika nilai pH pada air akuarium lebih dari 7,5 maupun kontrol manual yang diperintahkan melalui aplikasi *smartphone*.

Pembacaan data kedua sensor dapat berjalan dengan baik dan dapat dibaca oleh mikrokontroler dengan benar. Pengiriman data hasil pembacaan menuju *single board computer* Raspberry juga dapat dilakukan dengan benar. Sehingga data pembacaan untuk *monitoring* dapat dikirimkan oleh Raspberry menuju basis data untuk disimpan. Pengiriman data menuju basis data sensor juga dapat berjalan dengan benar. Koneksi aplikasi terhadap basis data sensor juga dapat terkoneksi dengan benar untuk melakukan pengunduhan terhadap *query* yang akan ditampilkan pada aplikasi. Penampilan data *monitoring* pada aplikasi juga dapat berjalan dengan benar sesuai dengan pengukuran sensor pada alat.

Pada pengujian keseluruhan didapatkan respon dari keseluruhan sistem untuk melakukan *update* pada aplikasi *smartphone* memerlukan waktu lebih dari sepuluh detik. Hal tersebut terjadi karena akuisi data dari sensor menuju basis data memerlukan waktu sekitar sepuluh detik, kemudian aplikasi *smartphone* akan menampilkan data tersebut. Untuk kontrol otomatis dalam menjaga kadar pH memiliki kemungkinan terjadi kesalahan, yaitu ketika proses akuisisi data sensor terlalu lama yang menyebabkan *dosing pump* masih bekerja dalam menyalurkan cairan asam menuju akuarium, padahal pH akuarium telah melewati batas netral yang

dapat menyebabkan pH akuarium kurang dari 6,5. Sedangkan untuk kontrol manual terhadap kedua aktuator yaitu, aerator dan filter air dapat dilakukan dengan baik. Ketika memberikan perintah untuk menyalakan atau mematikan kedua aktuator saat pengujian diperlukan waktu sekitar sepuluh detik untuk sistem merespon perintah yang diberikan oleh pengguna aplikasi. Hal tersebut terjadi karena proses pengiriman dari aplikasi menuju basis data, kemudian diterima oleh Raspberry membutuhkan waktu beberapa saat.

Tabel 4. 8 Nilai Amonia Beracun (Tidak Terionisasi) dalam Larutan Berair pada Nilai pH dan Suhu Berbeda. Dihitung dari Data di Emerson, *et al.* (1975)[21].

pH	Temperatures (°C)												
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
7.0	.0013	.0016	.0018	.0022	.0025	.0029	.0034	.0039	.0046	.0052	.0060	.0069	.0080
7.2	.0021	.0025	.0029	.0034	.0040	.0046	.0054	.0062	.0072	.0083	.0096	.0110	.0126
7.4	.0034	.0040	.0046	.0054	.0063	.0073	.0085	.0098	.0114	.0131	.0150	.0173	.0198
7.6	.0053	.0063	.0073	.0086	.0100	.0116	.0134	.0155	.0179	.0206	.0236	.0271	.0310
7.8	.0084	.0099	.0116	.0135	.0157	.0182	.0211	.0244	.0281	.0322	.0370	.0423	.0482
8.0	.0133	.0156	.0182	.0212	.0247	.0286	.0330	.0381	.0438	.0502	.0574	.0654	.0743
8.2	.0210	.0245	.0286	.0332	.0385	.0445	.0514	.0590	.0676	.0772	.0880	.0998	.1129
8.4	.0328	.0383	.0445	.0517	.0597	.0688	.0790	.0904	.1031	.1171	.1326	.1495	.1678
8.6	.0510	.0593	.0688	.0795	.0914	.1048	.1197	.1361	.1541	.1737	.1950	.2178	.2422
8.8	.0785	.0909	.1048	.1204	.1376	.1566	.1773	.1998	.2241	.2500	.2774	.3062	.3362
9.0	.1190	.1368	.1565	.1782	.2018	.2273	.2546	.2836	.3140	.3456	.3783	.4116	.4453
9.2	.1763	.2008	.2273	.2558	.2861	.3180	.3512	.3855	.4204	.4557	.4909	.5258	.5599
9.4	.2533	.2847	.3180	.3526	.3884	.4249	.4618	.4985	.5348	.5702	.6045	.6373	.6685
9.6	.3496	.3868	.4249	.4633	.5016	.5394	.5762	.6117	.6456	.6777	.7078	.7358	.7617
9.8	.4600	.5000	.5394	.5778	.6147	.6499	.6831	.7140	.7428	.7692	.7933	.8153	.8351
10.0	.5745	.6131	.6498	.6844	.7166	.7463	.7735	.7983	.8207	.8408	.8588	.8749	.8892
10.2	.6815	.7152	.7463	.7746	.8003	.8234	.8441	.8625	.8788	.8933	.9060	.9173	.9271

Pada tabel 4.8 merupakan data yang didapatkan dari referensi jurnal yang mengidentifikasi perubahan nilai amonia terhadap perubahan nilai pH dan suhu yang diukur dengan sensor amonia terlarut. Pada tabel pengukuran yang didapat dari referensi menunjukkan, bahwa semakin tinggi pH dan suhu pada suatu air menyebabkan semakin tinggi pula amonia beracun (tidak terionisasi). Tabel 4.8 dapat dibandingkan dengan percobaan yang telah dilakukan sebelumnya, yang telah ditampilkan pada tabel 4.7. Bahwa hasil dari percobaan dan pengujian sistem memiliki kesamaan pola, yaitu nilai pembacaan amonia yang terdeteksi oleh sensor gas MQ-135 juga mengalami peningkatan sesuai dengan tingkat pH yang ditunjukkan

pada tabel 4.8. Selain itu ketika pH pada akuarium diturunkan, penurunan nilai pembacaan amonia dari sensor MQ-135 juga terjadi.

Penggunaan sensor gas MQ-135 ini, yaitu untuk mendeteksi gas amonia, pendeteksian ini dilakukan di udara karena amonia yang tidak terionisasi (beracun) di dalam air ini bersifat *volatile* (mudah menguap) sehingga memungkinkan untuk menggunakan sensor ini dalam melakukan pendekatan terhadap amonia yang berada di dalam air. Selain itu penggunaan sensor MQ-135 ini juga bertujuan untuk melakukan pengujian terhadap metode lain dalam mendeteksi peningkatan amonia pada akuarium yaitu dengan melakukan pengukuran di udara, serta membandingkan pengukuran amonia yang telah diukur tersebut dengan pengukuran amonia di dalam air pada referensi yang telah didapat. Pada pembacaan sensor gas MQ-135 memiliki pembacaan nilai yang berbeda dengan pembacaan sensor amonia terlarut yang ditunjukkan oleh tabel 4.8. Hal ini terjadi karena perbedaan sensor dan medium pengukuran yang dilakukan. Pada tingkat sensitifitas sensor MQ-135 tidak hanya sensitif terhadap amonia saja, tetapi sensor ini juga sensitif dalam mendeteksi senyawa-senyawa lain, hal tersebut yang menyebabkan sensor MQ-135 memiliki pembacaan nilai yang lebih tinggi.

Pengontrolan secara otomatis dan manual juga telah berjalan dengan benar, sesuai dengan penjelasan saat pengujian diatas. Untuk kontrol otomatis yang dilengkapi dengan pengendali proporsional yang akan mengatur kerja motor dc dari *dosing pump*. Pengontrolan secara otomatis ini, aktif ketika pH pada akuarium lebih dari 7,5 dan dapat menyalurkan cairan asam untuk menetralsir kondisi air pada akuarium juga dapat berjalan dengan baik. Selain itu kontrol manual untuk aktuator lainnya seperti aerator dan filter juga berjalan dengan baik yang dapat diatur hidup dan mati melalui aplikasi pada *smartphone*.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan percobaan dan pengujian yang telah dilakukan pada pelaksanaan penelitian ini didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Sistem kontrol dan *monitoring* ini adalah sebuah inovasi baru yang berguna untuk memonitor dan melakukan kontrol terhadap kualitas air untuk mengurangi kenaikan kadar amonia.
- b. Sistem kontrol dan *monitoring* ini berbasis IoT (*Internet of Things*) yang diimplementasikan untuk mempermudah dalam melakukan monitor dan kontrol terhadap akuarium.
- c. Sistem kontrol dan *monitoring* kadar amonia untuk budidaya ikan ini memiliki beberapa fitur seperti *monitoring* kadar amonia dan kadar pH, selain itu terdapat fitur kontrol otomatis dan kontrol manual pada aplikasi *smartphone*.
- d. Sistem kontrol otomatis pada alat ini berfungsi untuk menetralsisir kadar basa pada akuarium, dan sistem kontrol manual pada aplikasi *smartphone* berguna untuk mengurangi kenaikan kadar amonia yaitu dengan aerasi dan filter air.
- e. Pada percobaan diketahui bahwa *duty cycle* yang dibutuhkan oleh motor dc pada *dosing pump* untuk dapat bekerja menyalurkan cairan asam yaitu dibutuhkan *duty cycle* lebih dari 33%.
- f. Pada keseluruhan sistem penampilan data dan pemberian instruksi pada aplikasi terhadap alat terdapat *delay* lebih dari sepuluh detik.

5.2 Saran

Beberapa saran dari penulis untuk pengembangan tugas akhir ini kedepannya berdasarkan percobaan yang telah dilakukan adalah:

1. Pada pengembangan selanjutnya dapat dilakukan penambahan terhadap sistem kontrol dengan menggunakan PID dan kontrol terhadap tingkat keasaman.
2. Pada pengembangan kedepannya dapat digunakan sensor amonia terlarut untuk mengukur kadar amonia sehingga *monitoring* terhadap kadar amonia pada akuarium dapat lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hikmayani, Y., M. Yulisti, Hikmah. 2012. *Evaluasi Kebijakan Peningkatan Produksi Perikanan Budidaya*. Jurnal Kebijakan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan. 2(2): 85102.
- [2] Haliman, R.W. dan D. Adijaya. 2005. *Udang vannamei, Pembudidayaan dan Prospek Pasar Udang Putih yang Tahan Penyakit*. Penebar Swadaya. Jakarta: 75 hal
- [3] Wiranto, G. dan I. D. P. Hermida. 2010. *Pembuatan Sistem Monitoring Kualitas Air Real Time dan Aplikasinya Dalam Pengelolaan Tambak Udang*. Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi. Teknologi Indonesia. 33 (2): 107-113
- [4] Erma Susanti, Joko Triyono. 2016. *Prototype Alat Iot (Internet of Things) Untuk Pengendali Dan Pemantau Kendaraan Secara Realtime*. Simposium Nasional RAPI XV.
- [5] Joel Ogbonna F., dan Amajuoyi Chinomso A. 2010. *Determination of The Concentration of Ammonia That Could Have Lethal Effect on Fish Pond*. Nigeria: ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences.
- [6] Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan*. Yogyakarta: Kanisius.
- [7] K. Raghu Sita Rama Raju, G. Harish Kumar Varma. 2017. *Knowledge Based Real Time Monitoring System for Aquaculture Using IoT*. IEEE, 318-321.
- [8] Jasmanindar Y. 2011. *Prevalensi Parasit dan Penyakit Ikan Air Tawar yang Dibudidayakan Di Kota Kupang*. Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati dan Fisik.
- [9] Brilianda Adhi Wicaksono, Muhammad Rivai, Tasripan. 2014. *Rancang Bangun Sistem Pencacah Frekuensi Untuk Sensor Gas Quartz Crystal Microbalance*. Surabaya: Jurnal Teknik POMITS.

- [10] Fanny Astria, Mery Subito, Deny Wiria. 2014. *Rancang Bangun Alat Ukur Ph Dan Suhu Berbasis Short Message Service (Sms) Gateway*. Palu: Universitas Tadulako
- [11] Petr Vanysek. 2004. *The Glass pH Electrode*. The Electrochemical Society Interface.
- [12] Onny <URL: <https://artikel-teknologi.com/prinsip-kerja-ph-meter/>>. 12 April 2018.
- [13] Ningrum E.S, Susetyo P. W, Putra T.A, 2008. *Sistem Sensor Keasaman Air (pH) untuk Aplikasi Pengontrolan Kondisi Air Tambak Udang*. Tugas Akhir Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.
- [14] Nugra Arsyistawa, Muhammad Rivai, dan Suwito. 2017. *Aplikasi Wireless Sensor Network Untuk Pembacaan Meteran Air*. Surabaya: Jurnal Teknik ITS
- [15] Daniel K., Muhammad Rivai, dan Fajar Budiman. 2017. Identifikasi Jumlah dan Tingkat Aktivitas Orang Berbasis Pengolahan Citra Menggunakan Raspberry Pi. Surabaya: Jurnal Teknik ITS
- [16] K. Smirti Rao, Ravi Mishra 2014. *Comparative study of P, PI and PID controller for speed control of VSI-fed induction motor*. India: International Journal of Engineering Development and Research.
- [17] Muhammad Ichwan, Milda Gustiana, dan M. Iqbal. 2013. *Pembangunan Prototipe Sistem Pengendalian Peralatan Listrik Pada Platform Android*. Jurnal Informatika Institut Teknologi Nasional Bandung.
- [18] Darmaliputra A. dan Hermawan, H., 2014, *Pembuatan Web Server Berbasis Raspberry Pi Untuk Kontrol Lampu dan AC*. Calyptra, Vol. 3 (1).
- [19] Aston Kevin. 2009. *That "Internet of Things" Thing*. RFID Journal.

- [20] Dwita Mido, Muhammad Rivai, Tasripan. 2017. *Rancang Bangun Wireless Electronic Nose berbasis Teknologi Internet of Things*. Surabaya: Jurnal Teknik ITS
- [21] Robert M. Durborow, David M. Crosby, and Martin W. 1997. *Ammonia in Fish Ponds*. Southern Regional Aquaculture Center
- [22] Gusrina. 2008. *Budidaya Ikan Jilid 2*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- [23] Datasheet, MQ – 135 Gas Sensor [Online]. Available: <https://components101.com/sensors/mq135-gas-sensor-for-air-quality> [Accessed: 25-April-2018].
- [24] <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/> [Accessed: 25-April-2018].
- [25] <http://www.worldofrobotic.com/product/2524-modul-relay-2-channel-untuk-arduino.html> [Accessed: 25-April-2018].
- [26] <https://febiridhoblog.wordpress.com/2017/03/31/ikan-air-tawar/> [Accessed: 25-April-2018].
- [27] <http://christianto.tjahyadi.com/belajar-robotik/driver-motor-1298.html> [Accessed: 25-April-2018]
- [28] <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/PWM> [Accessed: 25-April-2018]
- [29] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Android_robot.svg [Accessed: 26-April-2018]
- [30] <https://pctechmag.com/2016/05/guide-how-to-create-your-first-android-app-with-android-studio/> [Accessed: 26-April-2018]
- [31] <https://en.wikipedia.org/wiki/PHP> [Accessed: 26-April-2018]

- [32] <https://cpanel.com/cpanel-brand-guide/> [Accessed: 26-April-2018]
- [33] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PhpMyAdmin_logo.svg [Accessed: 26-April-2018]
- [34] <https://id.wikipedia.org/wiki/MySQL> [Accessed: 26-April-2018].
- [35] <http://osoyoo.com/2017/05/27/2-channel-dc-5v-relay-module/> [Accessed: 12-Mei-2018]
- [36] https://en.wikipedia.org/wiki/Peristaltic_pump [Accessed: 26-April-2018]
- [37] Muhammad Syaif R., Muhammad Rivai. 2018. *Sistem Kontrol Tingkat Kekeuhan pada Aquarium Menggunakan Arduino Uno*. Surabaya: Jurnal Teknik ITS
- [38] Muhammad Rivai, Rudy Dikairono, dan Adi Tomi. 2010. *Sistem Monitoring PH dan Suhu Air dengan Transmisi Data Nirkabel*. Surabaya: Jurnal Teknik Elektro ITS.

LAMPIRAN A

1. Program *monitoring* dan kontrol pada Arduino

```
#define RL 10 //The value of resistor RL is 47K
#define m -0.417 //Enter calculated Slope
#define b 0.858 //Enter calculated intercept
#define Ro 50 //Enter found Ro value
#define MQ_sensor A0 //Sensor is connected to A4
#define sensorPin A1
int sensorValue = 0;

int motor_in1 = 7;
int motor_in2 = 8;
int motor_enA = 9;
float Kp = -50;
float set_point = 7.5;
float error = 0.0;
int PWM = 0;

void setup() {
  Serial.begin (9600);
  pinMode(motor_enA, OUTPUT);
  pinMode(motor_in1, OUTPUT);
  pinMode(motor_in2, OUTPUT);
}

void motor() {
  digitalWrite(motor_in1, LOW);
  digitalWrite(motor_in2,HIGH);
  analogWrite(motor_enA,PWM);
}

void loop() {
```

```

digitalWrite(5,HIGH);
digitalWrite(6,HIGH);
// ph sensor
sensorValue = analogRead(sensorPin);
// double PH = (3*sensorValue)+1;
double ph_sensor = 0.0535*(sensorValue) - 12.642;
//=====
=====

// MQ sensor
float VRL; //Voltage drop across the MQ sensor
float Rs; //Sensor resistance at gas concentration
float ratio; //Define variable for ratio
VRL = analogRead(MQ_sensor)*(5.0/1023.0); //Measure the
voltage drop and convert to 0-5V
Rs = ((5.0*RL)/VRL)-RL; //Use formula to get Rs value
ratio = Rs/Ro; // find ratio Rs/Ro
float ppm = pow(10, ((log10(ratio)-b)/m)); //use formula to calculate
ppm
//=====
=====

//Kontrol Motor
error = set_point - ph_sensor;
PWM = Kp * error;
PWM = bound(PWM, 85, 150);
if (PWM <= 80){
  PWM=0;
}

motor();

Serial.print(ppm);
Serial.print("\t");

```

```

Serial.print(ph_sensor);
Serial.print("\t");
delay (10000);
}

```

```
//pembatasan PWM
```

```

float bound(float x, float x_min, float x_max) {
  if (x < x_min) {x = x_min;}
  if (x > x_max) {x = x_max;}
  return x;}

```

2. Program Arduino untuk mencari Ro MQ-135

```

#define RL 10
#define Vc 5
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  float analog_value;
  float VRL;
  float Rs;
  float Ro;
  for(int test_cycle = 1 ; test_cycle <= 500 ; test_cycle++)
  {
    analog_value = analog_value + analogRead(A0);
  }
  analog_value = analog_value/500.0;
  VRL = analog_value*(5.0/1023.0);
  Rs = ((Vc/VRL)-1)*RL;
  //Rs = ((5.0/VRL)-1) * RL;
  //RS/RO is 3.6 as we obtained from graph of datasheet

```

```
Ro = Rs/3.6;  
Serial.print("Ro at fresh air = ");  
Serial.println(Ro);  
//Serial.println(Rs);  
delay(1000);  
}
```

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 24 September 1996. Sebagai anak kedua dari dua bersaudara. Penulis mengawali pendidikan formal di SD Al-Istiqomah Kota Tangerang, yang kemudian dilanjutkan di SMP Negeri 9 Kota Tangerang, SMA Negeri 8 Kota Tangerang dan pada tahun 2014 penulis diterima sebagai mahasiswa di Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Elektro, Institut

Teknologi Sepuluh Nopember. Selama menjalani perkuliahan, penulis aktif dalam kepanitiaan serta turut berpartisipasi sebagai asisten laboratorium dan asisten praktikum dibidang elektronika.

Email : akbarnugroho20@gmail.com
HP : 082225301010
ID Line : makbaar
Facebook : makbaarn
Instagram : makbaar
LinkedIn : Muhammad Akbar Nugroho