

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL OTOMATIS DAN
MONITORING KUALITAS AIR PADA KOLAM BUDIDAYA
IKAN NILA BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)**

Disusun dan diajukan oleh:

AINURRAHMAN LUKMAN

D041191121



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL OTOMATIS DAN MONITORING KUALITAS AIR PADA KOLAM BUDIDAYA IKAN NILA BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)

Disusun dan diajukan oleh

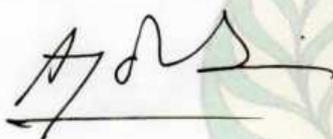
Ainurrahman Lukman

D041191121

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada Tanggal 18 Januari 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. A. Ejah Umraeni Salam, S.T., M.T.
NIP 197209081997022001

Pembimbing Pendamping,



Muh Anshar, S.T., M.Sc(Research), Ph.D.
NIP 197708172005011003

Ketua Program Studi,




Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T. IPM
NIP 19691026 199412 2 001



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ainurrahman Lukman
NIM : D041191121
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL OTOMATIS DAN MONITORING KUALITAS AIR PADA KOLAM BUDIDAYA IKAN NILA BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 18 Januari 2024

Yang Menyatakan



Ainurrahman Lukman



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpah rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Sholawat dan salam semoga tetap tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad Saw. Skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Kontrol Otomatis dan Monitoring Kualitas Air Pada Kolam Budidaya Ikan Nila Berbasis *Internet of Things* (IoT)” ini disusun sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Sarjana Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini dapat terwujud berkat bantuan arahan, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, saudara dan saudari penulis, serta seluruh keluarga yang senantiasa memberikan doa dan dukungan dalam bentuk apapun sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Dr. A. Ejah Umraeni Salam, S.T., M.T. selaku pembimbing utama yang sangat perhatian kepada penulis serta Bapak Muh. Anshar, ST., M.Sc(Research), Ph.D. selaku pembimbing pendamping yang telah meluangkan waktu dan memberikan bimbingan terhadap penelitian ini. Keduanya adalah inspirator bagi penulis.
3. Bapak Prof. Dr. Ing. Faizal Arya Samman, S.T., M.T. dan Ibu Ida Rachmaniar Sahali, ST., M.T. selaku dosen penguji yang memberikan banyak saran, koreksi, dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T. dan Bapak Dr. Ikhlas Kitta, S.T., M.T. selaku Ketua dan Sekretaris Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Seluruh dosen pengajar serta pegawai Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas bimbingan, didikan, kemudahan, dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis selama menempuh kuliah.



6. Teman-teman seperjuangan di Laboratorium Sistem Kendali dan Instrumentasi, yang telah memberi bantuan serta kerja sama dalam menghadapi setiap dinamika yang terjadi selama berjuang di laboratorium.
7. Seluruh teman-teman TR19GER yang telah menjadi teman seperjuangan, memberikan banyak pengalaman, cerita, suka dan duka, serta banyak memberikan inspirasi kepada penulis selama masa-masa perkuliahan.
8. Seluruh teman teman KKN Desa Passeno Gel. 109 yang banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
9. Kepada Kama', Issang, dan Ripal yang membantu penulis selama melaksanakan penelitian di Kebun Lambe-lambe.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dan mendukung dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari kata sempurna sehingga penulis dengan sangat terbuka menerima kritikan dan saran yang membangun untuk memperbaiki skripsi dan penelitian ini ke depannya.

Gowa, 22 Januari 2024



Penulis



ABSTRAK

AINURRAHMAN LUKMAN. *Rancang Bangun Sistem Kontrol Otomatis dan Monitoring Kualitas Air Pada Kolam Budidaya Ikan Nila Berbasis Internet of Things (IoT)* (dibimbing oleh A. Ejah Umraeni Salam dan Muh. Anshar)

Kualitas air memiliki pengaruh yang sangat serius terhadap kelangsungan hidup organisme yang hidup di dalamnya. Pemantauan kualitas air sangat penting untuk memastikan air memiliki kualitas yang baik sesuai dengan peruntukannya. Tujuan pemantauan terhadap kualitas suatu perairan, yaitu mengetahui nilai kualitas air dalam bentuk parameter kimia, fisika, dan biologi dan membandingkan nilai kualitas air dengan baku mutu sesuai peruntukannya. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat menggunakan beberapa sensor dan aktuator untuk mengontrol kualitas air kolam ikan agar terjaga pada kondisi yang ideal untuk pembesaran ikan. Selain itu, perancangan alat ini berbasis *internet of things* sehingga memudahkan dalam melakukan pemantauan parameter kualitas air dimana pun selama alat terhubung dengan jaringan *WiFi*. Melalui alat ini, parameter kualitas air dapat dipantau baik secara langsung (*offline*) melalui LCD yang terpasang pada *control box* ataupun secara *online* melalui aplikasi blynk dan website blynk. Prinsip kerja alat ini, yaitu melakukan pembuangan air dasar kolam secara otomatis apabila kualitas air buruk atau tidak sesuai dengan kondisi standar dan juga akan melakukan pengisian air apabila volume air kolam ikan berkurang. Penelitian ini berhasil mengontrol kualitas air kolam sehingga tetap terjaga dan berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan nila. Pada kolam dengan sistem kontrol, penambahan bobot ikan dalam waktu 1 bulan pemeliharaan meningkat sebesar 7,26 Kg, lebih tinggi dibandingkan dengan kolam konvensional yang memiliki penambahan bobot ikan sebesar 5,31 Kg. Nilai FCR kolam terkontrol sebesar 1:1,65 sedangkan kolam konvensional sebesar 1:2,26. Adapun tingkat kelangsungan hidup ikan nila pada kolam terkontrol sebesar 94,55% sedangkan kolam konvensional sebesar 92,36%.

Kata Kunci: Sistem Kendali, Sensor, Kualitas Air, Ikan Nila, Kolam, Pertumbuhan, Monitoring, *Internet of things* (IoT)



ABSTRACT

AINURRAHMAN LUKMAN. *Design and Development of an Automatic Control and Monitoring System for Water Quality in Tilapia Cultivation Ponds Based on Internet of Things (IoT)* (supervised by A. Ejah Umraeni Salam and Muh. Anshar)

Water quality has a very serious influence on the survival of the organisms that live in it. Water quality monitoring is very important to ensure that water has good quality according to its use. The purpose of the monitoring of the quality of a waters is to know the value of water quality in the form of chemical, physics, and biological parameters and compare the value of water quality with quality standard. This research aims to design a device using several sensors and actuators to control the water quality of fish ponds so that they are maintained in ideal conditions for fish rearing. Moreover, the design of this device is based on the Internet of Things, making it easier to monitor water quality parameters from anywhere as long as the device is connected to a WiFi network. Through this device, water quality parameters can be monitored either directly (offline) via the LCD installed on the control box or online via the blynk mobile application and blynk website. The working principle of this device is to automatically drain the bottom of the pond water if the water quality is bad or does not comply with standard conditions and will also fill the water if the fish pond water volume decreases. This research succeeded in controlling the quality of the pond water so that it was maintained and had an effect on the growth of tilapia fish. In ponds with a control system, the increase in fish weight within 1 month of rearing increased by 7,26 Kg, higher than in conventional ponds which had an increase in fish weight of 5,31 Kg. The FCR value for controlled ponds is 1:1,65 while for conventional ponds it is 1:2,26. The survival rate of tilapia in controlled ponds was 94.55% while in conventional ponds it was 92.36%.

Keywords: Control Systems, Sensors, Water Quality, Tilapia, Ponds, Growth, Monitoring, Internet of things (IoT)



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Budidaya Perikanan.....	4
2.2 Ikan Nila (<i>Oreochromis nilaticus</i>).....	5
2.3 Parameter Kualitas Air Budidaya	6
2.4 Teori dasar pH.....	7
2.5 Teori dasar Amonia	8
2.6 Parameter pertumbuhan ikan.....	8
2.6.1 Pertumbuhan/pertambahan bobot (GR)	9
2.6.2 Rasio konversi pakan/ <i>Feed Conversion Ratio</i> (FCR)	9
2.6.3 Tingkat kelangsungan hidup/ <i>Survival Rate</i> (SR).....	10
2.7 <i>Internet of Things</i> (IoT).....	11
Penelitian Terkait.....	12
METODOLOGI PENELITIAN	14
Rancangan Umum	14



3.2	Waktu dan Lokasi Penelitian.....	16
3.3	Alat dan Bahan	17
3.3.1	Spesifikasi komponen	19
3.4	Tahapan Perancangan.....	25
3.4.1	Perancangan perangkat keras (<i>hardware</i>).....	25
3.4.2	Perancangan perangkat lunak (<i>software</i>).....	27
3.5	Desain Alat dan Kolam Sistem Kontrol	29
3.6	Spesifikasi Umum Alat.....	31
3.7	Alur Penelitian.....	33
3.8	Teknik Analisis Data	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1	Hasil Perancangan Alat	35
4.2	Hasil Pengujian Alat.....	36
4.2.1	Pengujian sensor PH-4502C	36
4.2.2	Pengujian sensor MQ-137.....	37
4.2.3	Pengujian sensor DS18B20.....	39
4.2.4	Pengujian sensor ultrasonik JSN-SR04T	40
4.2.5	Pengujian <i>solenoid valve</i>	41
4.3	Pengujian Sistem Monitoring Kolam	42
4.3.1	Pengujian sistem monitoring secara <i>offline</i>	42
4.3.2	Pengujian sistem monitoring secara online.....	43
4.4	Data Pertumbuhan Ikan Nila	45
4.4.1	Pertambahan bobot/ <i>Growth Rate (GR)</i>	46
4.4.2	Rasio konversi pakan/ <i>Feed Conversion Ratio (FCR)</i>	47
4.4.3	Kelangsungan hidup/ <i>Survival Rate (SR)</i>	48
4.5	Analisis Bisnis	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		52
5.1	Kesimpulan.....	52
5.2	Saran	52
DAFTAR PUSTAKA		53



LAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Morfologi ikan nila.....	5
Gambar 2 Blok diagram kolam sistem kontrol	14
Gambar 3 Blok diagram kolam konvensional.....	16
Gambar 4 Rangkaian skematik sistem	26
Gambar 5 Diagram alir sistem	28
Gambar 6 Desain kolam sistem kontrol	29
Gambar 7 Posisi solenoid valve in	30
Gambar 8 Posisi solenoid valve out	30
Gambar 9 Posisi sensor-sensor.....	30
Gambar 10 Desain kolam keseluruhan	31
Gambar 11 Alur penelitian.....	33
Gambar 12 Kolam sistem kontrol	35
Gambar 13 Kolam konvensional.....	35
Gambar 14 Sistem monitoring secara <i>offline</i>	43
Gambar 15 Sistem <i>monitoring online</i> melalui aplikasi blynk.....	44
Gambar 16 Sistem <i>monitoring online</i> melalui website blynk.....	45
Gambar 17 Diagram perbandingan pertambahan bobot ikan	46
Gambar 18 Diagram perbandingan rasio konversi pakan	47
Gambar 19 Diagram perbandingan tingkat kelangsungan hidup.....	49



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Parameter kualitas air budidaya ikan	7
Tabel 2 Perbandingan dengan penelitian terkait	13
Tabel 3 Komponen alat dan bahan.....	17
Tabel 4 Spesifikasi ESP32	19
Tabel 5 Spesifikasi Sensor PH-4502C	20
Tabel 6 Spesifikasi sensor MQ-137	20
Tabel 7 Spesifikasi sensor DS18B20	21
Tabel 8 Spesifikasi sensor ultrasonik JSN-SR04T.....	22
Tabel 9 Spesifikasi <i>Relay 5V dual-channel</i>	22
Tabel 10 Spesifikasi <i>solenoid valve</i>	23
Tabel 11 Spesifikasi LCD 16x2 I2C	23
Tabel 12 Spesifikasi <i>power supply</i>	24
Tabel 13 Spesifikasi umum alat	32
Tabel 14 Hasil perbandingan sensor pH dengan alat ukur pH.....	37
Tabel 15 Hasil perbandingan sensor amonia dengan amonia kit.....	38
Tabel 16 Hasil perbandingan sensor suhu dengan alat ukur suhu	39
Tabel 17 Hasil perbandingan sensor jarak dengan meteran.....	40
Tabel 18 Hasil pengujian <i>solenoid valve</i>	42
Tabel 19 Hasil perbandingan pertambahan bobot.....	46
Tabel 20 Hasil perbandingan rasio konversi pakan	47
Tabel 21 Hasil perbandingan kelangsungan hidup	48
Tabel 22 Analisis bisnis budidaya ikan nila.....	50



DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
GR	<i>Growth Rate</i> /Pertambahan bobot
FCR	<i>Feed Conversion Ratio</i> /Rasio konversi pakan
SR	<i>Survival Rate</i> /Kelangsungan hidup
IoT	<i>Internet of Things</i>
pH	<i>Potential of Hydrogen</i>
PPM	<i>Parts Per Million</i>



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kode Program.....	56
Lampiran 2 Pembuatan dan pengujian alat	61
Lampiran 3 Persiapan kolam.....	62
Lampiran 4 Penebaran bibit, penyortiran, dan pemanenan ikan	63



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air sebagai media hidup hewan budidaya memiliki karakteristik, yaitu mudah terkontaminasi. Hal ini menyebabkan biota yang dibudidayakan ikut terkontaminasi dan menjadikan faktor pembatas untuk perikanan. Fungsi air memiliki peran penting pada makhluk perairan, selain sebagai media untuk kehidupan, air juga memiliki andil besar dalam setiap proses metabolisme di dalam tubuh hewan air, baik sebagai media proses dan media transportasi dari bagian tubuh yang satu ke bagian tubuh yang lain; maupun sebagai zat yang ikut dalam berbagai reaksi kimia dalam proses metabolisme (Mustofa Arif, 2020).

Kualitas air memiliki pengaruh yang sangat serius terhadap kelangsungan hidup organisme yang hidup di dalamnya. Kualitas air merupakan kondisi yang harus dikendalikan karena sebagai salah satu faktor utama dan penting dalam pengelolaan sumber daya perairan. Air untuk budidaya harus selalu dipantau karena penyakit akan menular melalui media air (Mustofa Arif, 2020). Kualitas air sangat menentukan kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan (Siegers H., Yudi, dan Annita Sari, 2019).

Pemantauan kualitas air sangat penting untuk memastikan air memiliki kualitas yang baik sesuai dengan peruntukannya. Tujuan utama upaya pemantauan terhadap kualitas suatu perairan, yaitu mengetahui nilai kualitas air dalam bentuk parameter kimia, fisika, dan biologi dan membandingkan nilai kualitas air dengan baku mutu sesuai peruntukannya (Mustofa Arif, 2020).

Pada metode budidaya konvensional, pemeliharaan kualitas air dilakukan dengan cara mengganti air kolam pada saat kondisi kolam keruh atau mengeluarkan bau yang tidak sedap. Kondisi kolam yang berbau tidak sedap ini dipengaruhi oleh kadar amonia yang tinggi. Selain itu, pemantauan kualitas air kolam hanya dapat dilakukan dengan datang ke kolam secara langsung. Hal tersebut tentu tidak efektif

urak tempat tinggal pembudidaya dan lokasi kolam sangat jauh.

budidaya ikan nila kadar pH yang optimal untuk pembesaran, yaitu 6,5- un suhu air pada kisaran sekitar 25-32°C (Salsabila M. dan Hari Suprpto,



2018). Adapun konsentrasi amonia yang disarankan tidak lebih dari 1.5 mg/L (Djaelani dan Kasiyati, 2022).

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis membuat sebuah prototipe alat sistem kontrol kualitas air secara otomatis yang dapat menjaga kualitas air kolam ikan budidaya agar sesuai dengan kondisi standar. Sistem kontrol otomatis ini menggunakan mikrokontroler ESP32 untuk mengatur cara kerja sistem. Alat ini dilengkapi dengan beberapa sensor, yaitu sensor suhu, sensor pH, sensor amonia dan sensor ultrasonik untuk mengukur parameter air kolam ikan budidaya serta *relay* yang terhubung dengan aktuatur *solenoid valve* untuk pengaturan pergantian air kolam. Alat ini dibuat dengan menerapkan teknologi *Internet of Things* (IoT) sehingga memudahkan dalam pemantauan parameter kualitas air kolam menggunakan *smartphone* darimana saja selama terhubung dengan internet.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengkuantisasi parameter kualitas air sebagai masukan sinyal kontrol untuk sistem?
2. Bagaimana pengaruh implementasi sistem kontrol dan monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) pada kolam budidaya ikan nila?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat prototipe sistem kontrol dan monitoring kualitas air pada kolam budidaya ikan nila
2. Mengukur pengaruh implementasi sistem terhadap budidaya ikan nila

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat mendorong pemanfaatan teknologi otomasi dan *IoT* berbasis *Internet of Things* (IoT) dalam budidaya perikanan.



1.5 Batasan Masalah

Parameter pengukuran terfokus pada pengujian penambahan bobot (GR), rasio konversi pakan (FCR), dan kelangsungan hidup (SR)

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pemahaman terhadap penelitian ini, maka diuraikan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan teori-teori relevan yang mendukung penelitian, serta penelitian terdahulu yang digunakan sebagai referensi.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang diagram alir penelitian, rancangan sistem, waktu dan lokasi penelitian, alat dan bahan yang digunakan, serta teknik pengumpulan data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas mengenai hasil pengujian dan analisa data.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dan saran-saran yang dapat digunakan sebagai tindak lanjut dari penelitian yang telah dilakukan.



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. Istilah akuakultur belum dipakai secara luas di Indonesia. Istilah ini banyak digunakan hanya oleh kalangan akademisi dan peneliti. Sementara itu, istilah budidaya perikanan atau budidaya ikan ternyata lebih banyak dipakai secara meluas, baik di kalangan pelaku (praktisi) kegiatan budidaya perikanan (masyarakat dan perusahaan), birokrasi pemerintah, akademisi dan peneliti, serta masyarakat pada umumnya. Statistik perikanan menggunakan istilah budidaya perikanan untuk mencatat data tentang budidaya perikanan, sebagai penyanding istilah perikanan tangkap untuk kegiatan produksi perikanan melalui kegiatan penangkapan. (Effendi Irzal, 2004).

Budidaya perikanan didefinisikan sebagai suatu kegiatan untuk memproduksi biota (organisme) akuatik secara terkontrol dalam rangka mendapatkan keuntungan (*profit*). Dengan penekanan pada kondisi terkontrol dan orientasi untuk mendapatkan keuntungan tersebut, definisi ini mengandung makna bahwa kegiatan budidaya perikanan adalah kegiatan ekonomi (prinsip-prinsip ekonomi) yang mengarah pada industri (tepat waktu, tepat jumlah, tepat mutu, dan tepat harga) (Effendi Irzal, 2004).

Sebelum definisi tersebut di atas, sudah berkembang definisi budidaya perikanan sebagai campur tangan atau upaya-upaya manusia untuk meningkatkan produktivitas perairan melalui kegiatan budidaya. Kegiatan budidaya yang dimaksud adalah usaha pemeliharaan untuk mempertahankan kelangsungan hidup), menumbuhkan (*growth*) dan memperbanyak (*reproduction*) biota. Definisi ini berkembang dengan memperhatikan evolusi produksi yang di dalam perikanan (Effendi Irzal, 2004).



2.2 Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan jenis ikan air tawar yangn termasuk dalam famili Cichlidae, Sub-ordo Percoidea, Ordo Percomorphi, Sub-kelas Acanthopotherigii. Bentuk tubuh ikan nila panjang dan ramping, dengan sisik yang berukuran besar. Mata besar, menonjol, dan bagian tepi bawah putih. Gurat sisi (*linea litelis*) terputus di bagian tengah badan kemudian berlanjut, tapi letaknya lebih ke bawah daripada letak garis yang memanjang diatas sirip dada (Suharti, Ratna, 2011).

Perbandingan panjang total dan tinggi badan tubuh ikan nila adalah 3:1. Selain itu, terlihat adanya pola garis-garis bertikal yang terlihat sangat jelas di sirip ekor dan sirip punggung ikan nila. Jumlah garis vertikal di sirip ekor ada enam buah dan sirip punggung ada delapan buah. Garis dengan pola yang sama (garis vertikal) juga terdapat dikedua sisi tubuh ikan nila dengan jumlah delapan buah. Ikan nila memiliki lima buah sirip yakni sirip punggung (*dorsal fin*), sirip dada (*pectoral fin*), sirip perut (*venteral fin*) sirip anus (*anal fin*) dan sirip ekor (*caudal fin*). Sirip punggung memanjang, dari bagian atas tutup insang hingga pada bagian sirip ekor. Ada sepasang sirip dada dam sirip ekor yang berukuran lebih kecil. Sirip anus hanya ada satu buah dan berbentuk agak panjang. Sirip ekor berbentuk bulat dan hanya berjumlah satu buah (Suharti, Ratna, 2011). Bentuk tubuh ikan nila dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 1 Morfologi ikan nila (Suharti, Ratna, 2011)



Ikan nila mempunyai habitat di perairan tawar, seperti sungai, danau, waduk dan rawa. Tetapi karena toleransinya yang tinggi terhadap salinitas, maka ikan dapat hidup dan berkembang biak di perairan payau dan laut. Salinitas yang disukai antara 0 - 35 ppt. Ikan nila yang masih kecil lebih tahan terhadap perubahan lingkungan dibanding dengan ikan yang sudah besar. Kualitas air yang sesuai dengan habitat ikan nila adalah pH optimal antara 7 - 8, suhu optimal antara 25 - 30°C, dan salinitas 0 - 35 ppt, amonia antara 0 – 2.4 ppm, dan DO berkisar antara 3 - 5 ppm (Widodo dkk., 2021).

2.3 Parameter Kualitas Air Budidaya

Terdapat berbagai faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ikan budidaya, yaitu faktor dalam dan faktor luar. Faktor dalam meliputi; genetika, umur, seks, penyakit dan pengaruh hormon. Adapaun faktor luar terkait dengan beberapa hal seperti; perubahan suhu, kadar oksigen dalam air, kadar garam, kesuburan perairan, dan pencemaran. Kualitas air sangat menentukan kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan sebab air adalah media hidup ikan jika perairan tercemar, maka akan mengganggu pertumbuhan ikan yang di budidayakan (Siegers dkk., 2019).

Pada ikan budidaya, nilai pH air yang sangat rendah (sangat asam) akan mengakibatkan ikan mati. Selain itu, pH air yang sangat tinggi (sangat basa) mengakibatkan perkembangan ikan terkendala. Air kolam yang asam juga memiliki pengaruh terhadap berkurangnya nafsu makan ikan (Aulia M. T. dan Nani A., 2022). Adapun kadar pH air yang optimal untuk kegiatan pembesaran ikan nila adalah 6,5-8,5 (Salsabila M. dan Hari Suprpto, 2018).

Suhu merupakan aspek pengendali dan penting di dalam sistem pernapasan. Hal ini terjadi akibat ikan menyamakan suhu tubuhnya hingga mencapai kesamaan suhu air. Suhu memiliki dampak yang nyata terhadap pernapasan, kebutuhan makan, pencernaan, perkembangan dan berdampak terhadap kekebalan tubuh ikan (Aulia M. T. dan Nani A., 2022). Selain itu, suhu air memiliki pengaruh yang besar terhadap proses pertukaran zat atau metabolisme dari ikan. Pertumbuhan ikan nila mal pada suhu perairan sekitar 25-32°C (Salsabila M. dan Hari Suprpto,



Kadar Amonia sangat penting untuk dilakukan pemantauan. Amonia bisa didapatkan dari sisa makanan dan metabolisme pada ikan, yang mana jika dibiarkan ada pada kolam ikan akan menjadi racun bagi ikan budidaya, tetapi kandungan ini akan berguna bagi tumbuhan karena akan menjadi pupuk alami bagi tumbuhan (Iksan R, 2021). Kadar Amonia pada perairan budidaya dapat beracun bagi ikan yang dibudidayakan apabila konsentrasi amonia di atas 1.5 mg/L (Djaelani dan Kasiyati, 2022).

Tabel 1 Parameter kualitas air budidaya ikan

Parameter	Nilai (Satuan)
Derajat Keasaman (pH)	6.5-8.5
Suhu	25-32°C
Konsentrasi Amonia	<1 ppm

2.4 Teori dasar pH

pH adalah suatu satuan ukur yang menguraikan derajat tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan. Unit pH diukur pada skala 0 sampai 14. Istilah pH berasal dari “p” lambang matematika dari negatif logaritma, dan “H” lambang kimia untuk unsur Hidrogen. Definisi yang formal tentang pH adalah negatif logaritma dari aktivitas ion Hidrogen yang dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] \quad (1)$$

dimana,

pH = Derajat keasaman,

[H⁺] = Ion hidrogen,

pH dibentuk dari informasi kuantitatif yang dinyatakan oleh tingkat keasaman atau basa yang berkaitan dengan aktivitas ion Hidrogen. Jika konsentrasi [H⁺] lebih besar daripada [OH⁻], maka material tersebut bersifat asam, yaitu nilai pH kurang dari 7. Jika konsentrasi [OH⁻] lebih besar daripada [H⁺], maka material tersebut

asa, yaitu dengan nilai pH lebih dari 7 (Purba, 1995).

ard pH yang dibutuhkan pada sebagian besar biota air adalah 6,8 – 8,5. air menjadi asam, pH dibawah 4 maka ikan akan mengeluarkan banyak



lendir yang mengganggu pernafasan, demikian pula bila pH di atas 8. Untuk itu perlu dilakukan pengukuran kualitas air secara berkala untuk menjaga kualitas air pada kondisi yang normal.

2.5 Teori dasar Amonia

Amonia (NH_3) merupakan hasil akhir dari proses metabolisme protein. Di sisi lain, amonia dalam bentuk tidak terionisasi merupakan racun bagi ikan. Walaupun biasanya ikan tahan atau mudah menyesuaikan diri dengan kondisi NH_3 , tetap perubahan mendadak dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan insang. Pada budidaya ikan, sisa pakan berlebihan merupakan sumber naiknya kadar amonia. Toksisitas amonia berkaitan erat dengan pH dan sedikit terkait dengan suhu dan *dissolved oxygen* (DO) (Sucipto A., 2020).

Pada pH tinggi, sebagian besar dari total amonia berubah menjadi bentuk tak terion (dalam keadaan bebas) yang jika terakumulasi akan berpotensi beracun. Pada pH 7, kurang dari 1% dari total amonia berada dalam bentuk tak terion, pada pH 8 sekitar 5-9%, pada pH 9 sebanyak 30-50%, dan pada pH 10 sebanyak 80-90% (Sucipto Adi, 2020).

Ketika pH rendah, amonium (NH_4^+) mendominasi kandungan total amonia dan tidak membahayakan. Ketika pH dibawah 8, kurang dari 10% dari amonia berada dalam keadaan yang berbahaya (NH_3). Namun, seiring meningkatnya kadar pH proporsi ini akan meningkat tajam (Bari, 2022).

2.6 Parameter pertumbuhan ikan

Pertumbuhan adalah perubahan ukuran individu, biasanya pertumbuhan diukur dalam satuan panjang, berat dan atau energi. Dalam hubungannya dengan waktu pertumbuhan didefinisikan sebagai ukuran rata-rata ikan pada waktu tertentu (pertumbuhan mutlak) dan perubahan panjang atau berat pada awal pemeliharaan (pertumbuhan nisbi).

Pertumbuhan ikan nila dapat diketahui dengan cara melakukan sampling val penebaran sampai panen. Sampling bertujuan untuk mengetahui Rate (SR) dan populasi yang ada di kolam. Selain itu, sampling juga untuk memperkirakan jumlah pakan yang akan digunakan dalam waktu



satu periode kedepan dihitung berdasarkan biomassa ikan yang ada sehingga pakan yang digunakan tidak kekurangan ataupun kelebihan pakan (Mudjiman, 1998).

Pertumbuhan ikan nila umumnya diamati dengan menghitung tiga faktor, yaitu penambahan bobot, rasio konversi pakan, dan ketahanan hidup

2.6.1 Pertumbuhan/pertambahan bobot (GR)

Pertambahan bobot merupakan perbandingan antara bobot ikan pada awal tebar dengan bobot ikan pada saat panen. Perhitungan pertambahan bobot/*Growth Rate* (GR) dilakukan dengan membandingkan total bobot ikan nila pada awal tebar dengan total bobot akhir ikan nila.

Perhitungan nilai GR dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$GR = W_t - W_o \quad (2)$$

dimana,

GR = Pertambahan bobot (Kg),

W_t = Biomassa akhir (Kg),

W_o = Biomassa awal (Kg),

2.6.2 Rasio konversi pakan/*Feed Conversion Ratio* (FCR)

Rasio konversi pakan/*Food Conversion Ratio* (FCR), yaitu perbandingan (rasio) antara berat pakan yang telah diberikan dalam satu siklus periode budidaya ikan dengan berat total (biomassa) yang dihasilkan pada saat dilakukan sampling. Pada suatu usaha budidaya ikan pada umumnya, nilai FCR dijadikan sebagai salah satu tolak ukur dalam keberhasilan baik secara teknis budidaya maupun secara finansial.

Nilai FCR terkait dengan parameter keberhasilan pengelolaan program pakan ikan yang secara langsung maupun secara tidak langsung juga terkait dengan pengelolaan kualitas air dan kondisi/kualitas ikan. Sedangkan secara finansial nilai FCR akan berpengaruh terhadap tingkat keuntungan yang diperoleh pada satu

periode budidaya karena pakan ikan merupakan penyumbang biaya terbesar pada usaha budidaya ikan (Afrianto Eddy dan Liviawaty, 2002).



Perhitungan nilai FCR dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$FCR = \left| \frac{F}{(W_t - W_o)} \right| \quad (3)$$

dimana,

FCR = Konversi pakan,

W_t = Biomassa akhir (Kg),

W_o = Biomassa awal (Kg),

F = Jumlah pakan (Kg),

2.6.3 Tingkat kelangsungan hidup/*Survival Rate* (SR)

Kelangsungan hidup adalah peluang hidup suatu individu dalam waktu tertentu, sedangkan mortalitas adalah kematian yang terjadi pada suatu populasi organisme yang menyebabkan berkurangnya jumlah individu di populasi tersebut. Tingkat kelangsungan hidup akan menentukan produksi yang diperoleh dan erat kaitannya dengan ukuran ikan yang dipelihara (Effendi, 1979).

Kelangsungan hidup yang disebut dengan *Survival Rate* (SR), yaitu perbandingan antara jumlah individu yang hidup pada akhir pemeliharaan dengan jumlah individu yang hidup diawal pemeliharaan. Kelangsungan hidup ikan adalah peluang hidup dalam suatu saat tertentu. Kelangsungan hidup ikan dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik. Untuk faktor biotik yang mempengaruhi diantaranya competitor, parasite, umur, kepadatan, populasi, kemampuan adaptasi dari hewan dan penanganan manusia. Faktor abiotik yang berpengaruh antara lain, yaitu sifat fisika dan kimia dari suatu lingkungan perairan. (Lingga, 2018).

Perhitungan nilai SR dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$SR = \left| \frac{N_t}{N_o} \right| \times 100\% \quad (4)$$

dimana,

SR = Kelangsungan hidup (%),

N_t = Jumlah akhir ikan hidup,

N_o = Jumlah awal ikan hidup,



2.7 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) merupakan suatu konsep dimana suatu objek dapat mempunyai kemampuan dalam hal komunikasi via jaringan, seperti proses pentransferan data tanpa adanya proses komunikasi yang dilakukan antar manusia (manusia ke manusia) maupun antar manusia ke perangkat sistem seperti komputer atau sebuah kontroler. Dengan adanya teknologi *Internet of Things* ini proses kerja sebuah sistem dapat dilakukan semangkin luas, jarak jangkauannya juga semangkin luas, proses pengolahan data dan analisis data terhadap sebuah sistem juga semangkin bagus. Teknologi IoT ini benar-benar mendukung kerja sistem sebagai suatu kesatuan meliputi komponen/elemen dalam hal memudahkan proses aliran informasi data (Abdullah, Cholis, dan Moh. Zainul, 2021)

Internet of Things adalah sistem *embedded* yang bertujuan untuk memperluas pemanfaatan dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Kemampuan seperti berbagi data, remote control, dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunia nyata contohnya seperti bahan pangan, elektronik, peralatan yang terhubung dengan sensor dan terhubung dengan jaringan (Susanto, Ni Komang, dan Putu, 2022)

Istilah *Internet of Things (IoT)* awalnya dikenalkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999. IoT dapat dijelaskan sebagai 1 *set things* yang saling terkoneksi melalui internet. *Things* dapat berupa *tags*, sensor, manusia, aktuator dan lain sebagainya. IoT berfungsi mengumpulkan data dan informasi dari lingkungan fisik (environment), data-data ini kemudian akan diproses agar dapat dipahami maknanya (Prasetyo E, 2017). IoT yang mempunyai kemampuan saling berkomunikasi ini dapat diterapkan di segala bidang. Pada bidang kesehatan, sensor IoT dapat digunakan untuk memonitor kondisi pasien, sehingga kondisi pasien tetap terpantau selama 24 jam. Di bidang pertanian, IoT dapat digunakan sebagai sensor untuk memonitor kondisi tanah, suhu dan kelembapan yang penting bagi tanaman. Pada bidang *smart building*, IoT dapat digunakan untuk memonitor penggunaan listrik tiap gedung (Prasetyo E, 2017).



2.8 Penelitian Terkait

Terdapat beberapa penelitian terkait yang terdahulu yang relevan dengan penelitian ini. Adapun beberapa penelitian terdahulu tersebut adalah:

1. Sistem Sirkulasi Air Pada Teknik Budidaya Bioflok Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno R3. Oleh Tri Widodo, Bambang Irawan, Agung Tri Prastowo, dan Ade Surahman (2020).

Penelitian ini memiliki tujuan untuk menjaga kualitas air dengan menggunakan pergantian air kolam secara otomatis pada kolam ikan nila bioflok dengan menggunakan sensor turbidity untuk mengukur kekeruhan air kolam serta menggunakan aerator dan pompa dalam perancangan sistemnya.

2. Rancang Bangun Kontrol Kadar Amonia dan pH Air Berbasis Arduino. Oleh Dimasanggie Elul Talanta (2021).

Penelitian ini bertujuan untuk mengontrol parameter pH dan kadar Amonia air dengan menggunakan sensor pH untuk mengukur derajat keasaman atau pH Air serta sensor suhu dan sensor pH untuk mengetahui kadar amonia dalam air. Pada perancangan alat ini digunakan pompa DC 12V untuk memompa cairan pH yang terhubung dengan Arduino guna menjaga pH air. Adapun untuk menjaga kadar amonia dalam air digunakan aerator yang bekerja berdasarkan pembacaan sensor suhu dan sensor pH.

3. Sistem Kontrol dan Monitoring Kadar pH, Suhu, dan Amonia Akuaponik Berbasis IoT. Oleh Rofiq Ikhsan Setiawan (2021)

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) Membuat sistem yang dapat melakukan monitoring suhu, kadar pH, amonia, dan kontrol otomatis dan sistem berbasis IoT dengan menggunakan Arduino Mega Build-in ESP 8266. Penelitian ini menggunakan arduino untuk mengatur cara kerja sistem yang memanfaatkan pembacaan sensor pH, sensor suhu, dan sensor amonia untuk mengukur parameter kualitas air. Selain itu, penelitian ini menerapkan sistem monitoring berbasis IoT yang dapat dipantau melalui *smartphone*.



rgan penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan, disajikan bel 2 sebagai berikut:

Tabel 2 Perbandingan dengan penelitian terkait

No.	Judul Penelitian	Kekurangan	Perbedaan
1.	Sistem Sirkulasi Air Pada Teknik Budidaya Bioflok Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno R3 (Widodo dkk., 2020)	Hanya menggunakan 1 buah sensor untuk pengukuran kualitas air serta belum menerapkan teknologi IoT dalam monitoring parameter air kolam.	Menggunakan 1 buah, yaitu sensor turbidity
2.	Rancang Bangun Kontrol Kadar Amonia dan pH Air Berbasis Arduino (Talanta, D. E., 2021)	Sensor yang digunakan untuk mengukur kadar amonia kolam tidak menggunakan sensor amonia yang spesifik. Selain itu, pada penelitian ini belum menerapkan teknologi IoT untuk monitoring parameter air kolam.	Menggunakan 2 buah sensor, yaitu sensor pH dan sensor suhu
3.	Sistem Kontrol dan Monitoring Kadar pH, Suhu, dan Amonia Akuaponik Berbasis IoT (Setiawan R. I., 2021)	Menggunakan sensor MQ-135 untuk mendeteksi gas amonia kolam,	Pengontrolan suhu air dengan menggunakan <i>heater</i> dan <i>cooler</i> , pengontrolan pH dengan cairan pH.

