

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KUALITAS AIR PADA TAMBAK BERBASIS INTERNET OF THINGS



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
pendidikan diploma tiga (D-3) Program Studi Teknik
Elektronika
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Ujung Pandang

JIHAN FADHILAH
FHIRMAN MAULANA RUSMAN

323 20 013
323 20 016

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2023

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Kualitas Air pada Tambak Berbasis *Internet of Things* (IoT)” oleh (Jihan Fadhilah 32320013 dan Fhirman Maulana Rusman 32320016) dinyatakan layak untuk diujikan.

Makassar, 18 Agustus 2023

Pembimbing I,



Ir. Kifaya, M.T.
NIP 196206081989032001

Pembimbing II,



Fitriaty Pangerang, S.T., M.T.
NIP 19770906 200912 2 001

Mengetahui,
Koordinator Program Studi
Teknik Elektronika



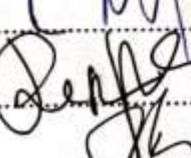
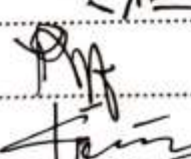
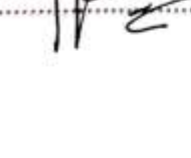
Muh. Chaerur Rijal, S.T., M.T.
NIP. 19811007 200812 1 004

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, ~~Selasa~~ tanggal ... ~~22 Agustus 2023~~, tim penguji ujian sidang laporan tugas akhir telah menerima hasil ujian sidang laporan tugas akhir oleh mahasiswa Jihan Fadhilah 323 20 013 dan Fhirman Maulana Rusman 323 20 016 dengan judul “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Kualitas Air pada Tambak Berbasis *Internet of Things* (IoT).”

Makassar ~~21~~ Agustus 2023

Tim Penguji Seminar Proposal Tugas Akhir :

- | | | |
|-----------------------------------|------------|---|
| 1. Mohammad Adnan, S.T., M.T. | Ketua | (..... ) |
| 2. Kartika Dewi, S.T., M.T. | Sekretaris | (..... ) |
| 3. Reski Praminasari, S.T., M.T. | Anggota | (..... ) |
| 4. Muh. Chaerur Rijal, S.T., M.T. | Anggota | (..... ) |
| 5. Ir. Kifaya, M.T. | Pengarah 1 | (..... ) |
| 6. Fitriaty Pangerang, S.T., M.T. | Pengarah 2 | (..... ) |

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa kami panjatkan atas rida Tuhan Yang Maha Esa atas berkat limpahan Rahmat dan karunia-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Kualitas Air pada Tambak Berbasis *Internet of Things* (IoT)” dapat kami susun dengan baik.

Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian yang dilaksanakan mulai tanggal 9 Januari 2023 sampai dengan 11 Agustus 2023 bertempat di Politeknik Negeri Ujung Pandang. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua kami yang selalu setia mendoakan kami dan memberikan dorongan dan motivasi baik moril maupun materil.
2. Bapak Ir.Ilyas Mansyur, M.T. sebagai Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak Ahmad Rizal Sultan, S.T., M.T., Ph.D. sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro.
4. Muh. Chaerur Rijal, S.T., M.T. sebagai Ketua Program Studi Teknik Elektronika.
5. Ibu Ir. Kifaya, M.T. sebagai Pembimbing I dan Ibu Fitriaty Pangerang, S.T., M.T. sebagai Pembimbing II yang telah mencurahkan waktu dan kesempatannya untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
6. Bapak Mohammad Adnan, S.T., M.T. selaku Wali Kelas 3A D3 Teknik Elektronika.

7. Bapak/Ibu Dosen Teknik Elektronika Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah membekali ilmu kepada penulis selama mengikuti proses perkuliahan.
8. Teman-teman kelas 3A D3 Teknik Elektronika angkatan 2020 yang telah membantu dalam penyelesaian laporan tugas akhir.
9. Semua pihak yang terkait dalam penulisan laporan tugas akhir. Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih kurang sempurna, sehingga kami mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga tulisan ini bermanfaat.

Makassar, 18 Agustus 2023



Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
SURAT PERNYATAAN.....	xi
RINGKASAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan.....	3
1.4 Tujuan Kegiatan	3
1.5 Manfaat Kegiatan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Studi Literatur.....	5
2.2 Kualitas Air	7
2.2.1 pH.....	8
2.2.2 <i>Disolved Oxygen</i> (DO) atau Oksigen Terlarut.....	8
2.2.3 Suhu	9
2.3 Aerator.....	10
2.4 Internet of Things	10
2.5 Node MCU ESP32	10
2.6 Power Supply	12

2.7	Dissolved Oxygen Meter	13
2.8	Analog pH Sensor/Meter Kit 2 Dfrobot	15
2.9	Sensor Suhu Ds18b20	18
2.10	Modul Relay	20
2.11	ThingSpeak.....	22
2.12	Real Time Clock (RTC) DS1307	23
BAB III METODE KEGIATAN		Error! Bookmark not defined.
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2	Alat dan Bahan	Error! Bookmark not defined.
3.2.1	Alat.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.2	Bahan.....	Error! Bookmark not defined.
3.3	Tahap Perancangan.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.1	Studi Literatur	Error! Bookmark not defined.
3.3.2	Identifikasi Masalah	Error! Bookmark not defined.
3.3.3	Perancangan Sistem Perangkat Keras (Hardware)	Error! Bookmark not defined.
3.3.4	Perancangan Perangkat Lunak (Software)	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN		Error! Bookmark not defined.
4.1	Pengujian Sensor pH	Error! Bookmark not defined.
4.2	Pengujian Sensor Suhu	Error! Bookmark not defined.
4.3	Pengujian D.O Sensor	Error! Bookmark not defined.
4.4	Pengujian Pompa	Error! Bookmark not defined.
4.5	Pengujian RTC DS307	Error! Bookmark not defined.
4.6	Pengujian Relay.....	Error! Bookmark not defined.
4.7	Pengujian NodeMCU ESP32	Error! Bookmark not defined.
BAB V PENUTUP.....		25
5.1	Kesimpulan.....	25
5.2	Saran	26

DAFTAR PUSTAKA	27
----------------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standard Parameter Kimia Kualitas Air Budidaya Ikan	8
Tabel 2.2 Deskripsi Papan Konverter.....	15
Tabel 2.3 Hubungan Nilai pH dengan Tegangan.....	17
Tabel 3. 1 Daftar Alat	
Error! Bookmark not defined.	
Tabel 3.2 Daftar Bahan	
Error! Bookmark not defined.	
Tabel 4.1 Keadaan pertama 2 jam menyala 30 menit mati	
Error! Bookmark not defined.	
Tabel 4.2 Keadaan kedua 2 jam menyala 1 jam mati	
Error! Bookmark not defined.	
Tabel 4.3 Keadaan ketiga aerator menyala 2 jam dan mati 2 jam	
Error! Bookmark not defined.	
Tabel 4.4 Keadaan keempat aerator menyala 2 jam dan 3 jam mati	
Error! Bookmark not defined.	
Tabel 4.5 Rangkuman Pengujian	
Error! Bookmark not defined.	
Tabel 4.6 Pengujian RTC DS1307	
Error! Bookmark not defined.	

Tabel 4.7 Pengujian Relay

Error! Bookmark not defined.

Tabel 4.8 Pengujian NodeMCU ESP32

Error! Bookmark not defined.



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Modul NodeMCU ESP32.....	12
Gambar 2.2 Power Supply / Adaptor	13
Gambar 2.3 Board Dissolved Oxygen Sensor.....	14
Gambar 2.4 Hubungan Probe dengan Arduino	15
Gambar 2.5 Analog pH Sensor/Meter Kit 2.....	16
Gambar 2.6 Ukuran pH Electrode.....	17
Gambar 2.7 Hubungan Probe dengan Arduino	18
Gambar 2.8 Pin Keluaran Sensor Suhu DS18B20	19
Gambar 2.9 Pin Configurations Sensor Suhu DS18B20.....	20
Gambar 2.10 Skematik Modul Relay.....	21
Gambar 2.11 Modul dan Simbol Relay.....	22
Gambar 2. 12 Tampilan Awal laman web ThinkSpeak	23
Gambar 2.13 Modul RTC DS1307 dan Skematik RTC DS1307	24
Gambar 3.1 Blok Diagram	
Error! Bookmark not defined.	
Gambar 3.2 Skematik Diagram	
Error! Bookmark not defined.	
Gambar 3.3 Wiring Diagram	
Error! Bookmark not defined.	
Gambar 3.4 Desain Filter	
Error! Bookmark not defined.	

Gambar 3.5 Desain Rangkaian Pipa Pencampur Oksigen

Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.6 Desain Nozzle yang Terdapat pada Ujung Selang Output

Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.7 Desain 3D Aerator

Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.8 Struktur Aerator

Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.9 Kotak Penempatan *Probe* Sensor (a) Desain Kotak Sensor

Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.10 Kotak Penempatan Mikrokontroler (a) Desain Desain dasar kotak (b) Desain atas/tutup kotak (c) (d) Penerapan Kotak Mikrokontroler

Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.11 Desain kolam

Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.12 *Flowchart* perancangan *monitoring* kualitas air

Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.13 *Flowchart* perancangan menyala aerator

Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.14 Tampilan awal *ThinkSpeak*

Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.15 Tampilan menu *channels*

Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.16 Tampilan *ThingSpeak* dari Sistem *Monitoring* Kualitas Air pada Tambak

Error! Bookmark not defined.

Gambar 4.1 Pengujian Kadar pH (gambar kiri *monitoring* menggunakan *Handphone*, kanan menggunakan alat ukur pH).

Error! Bookmark not defined.

Gambar 4.2 Pengujian Suhu pada Air (gambar kiri *monitoring* menggunakan *Handphone*, kanan menggunakan alat ukur Suhu).

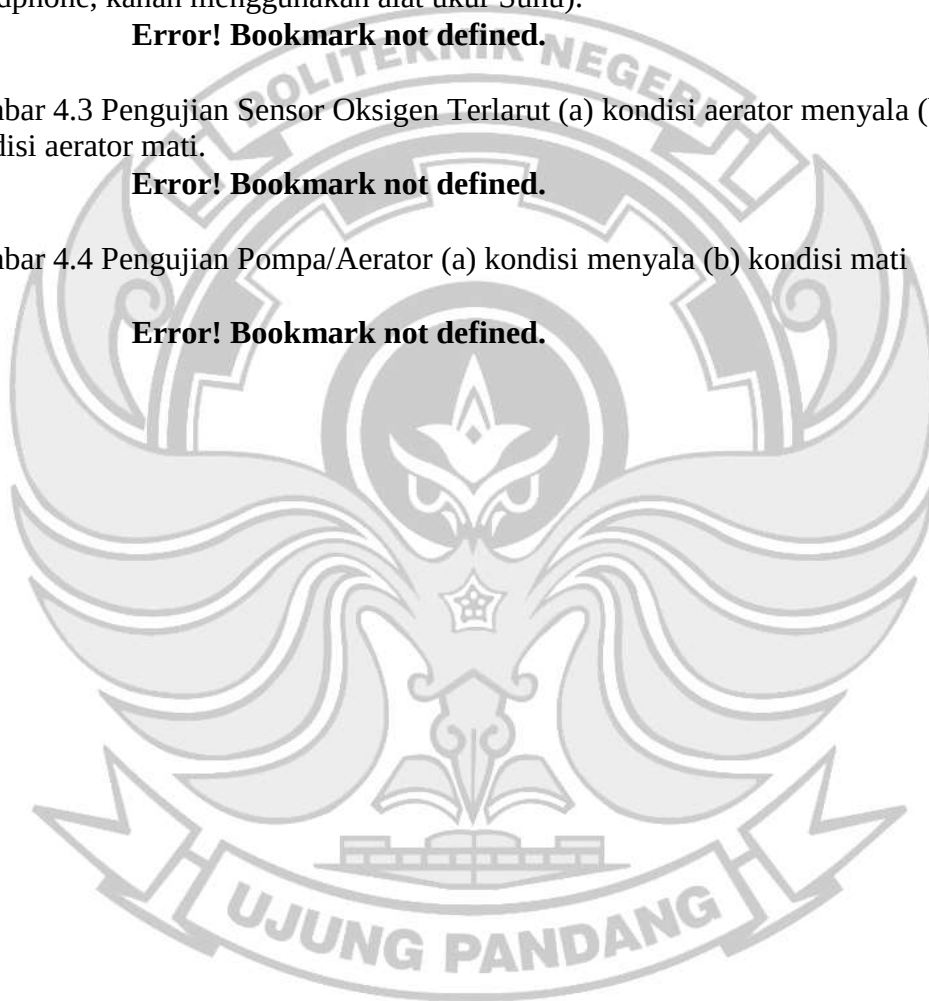
Error! Bookmark not defined.

Gambar 4.3 Pengujian Sensor Oksigen Terlarut (a) kondisi aerator menyala (b) kondisi aerator mati.

Error! Bookmark not defined.

Gambar 4.4 Pengujian Pompa/Aerator (a) kondisi menyala (b) kondisi mati

Error! Bookmark not defined.



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Jihan Fadhilah / Fhirman Maulana Rusman

NIM : 323 20 013 / 323 20 016

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Kualitas Air pada Tambak Berbasis *Internet of Things* (IoT) merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang telah diterbitkan dari penulis telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam laporan Tugas Akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 18 Agustus 2023



Jihan Fadhilah
323 20 13



Fhirman Maulana Rusman
323 20 016

RINGKASAN

Rancang bangun sistem monitoring kualitas air pada tambak berbasis *Internet of Things* (IoT) bertujuan untuk 1) merancang dan membuat sistem monitoring kualitas air pada tambak berbasis *Internet of Things* (IoT) 2) membuat sistem yang dapat menjaga kualitas air pada kolam 3) merancang sistem kendali aerator yang dapat menyalakan dan mematikan sistem secara otomatis berdasarkan waktu yang telah diuji. Dari hasil kegiatan ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa kemudahan untuk mengetahui kualitas air secara *real-time* sekaligus menjaga kualitas air tanpa perlu melakukan pemeriksaan secara manual pada tambak dan dapat meningkatkan produktivitas ikan di tambak. Sehubungan dengan hal tersebut maka penelitian ini diawali dengan studi literatur, identifikasi masalah, perancangan sistem perangkat keras dan perangkat lunak. Dari perancangan ini menghasilkan sistem monitoring kualitas air pada tambak berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan DO sensor, sensor pH, dan sensor suhu sebagai masukan dari pembacaan sistem IoT menggunakan *ThingSpeak*. Untuk pengendalian aerator menggunakan RTC sebagai masukan dari menyala dan matinya aerator. Kadar oksigen yang terlarut pada kolam/tambak dipantau dalam kondisi rentang oksigen 7mg/L – 20mg/L. Kondisi rentang pH 5 – 9. Dan kondisi rentang suhu sekitar 27°C - 30°C. Alat ini mampu mempertahankan kadar oksigen 16mg/L – 20mg/L, dengan pH 5-9 dengan kondisi tersebut ketika pH air telah mencapai 9 maka perlu dilakukan penggantian air pada kolam.

Kata kunci : *Internet of Things*, *ThingSpeak*, kualitas air, aerator, *RTC*.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kadar oksigen terlarut dalam air sangat mempengaruhi kualitas hidup ikan dan keadaan di lingkungan air tersebut, oleh karena itu pengontrolan kadar oksigen dalam air sangat penting untuk dilakukan agar ekosistem ikan pada tambak tetap pada kondisi sehat dan baik untuk perkembangan ikan.

Selain kadar oksigen yang terlarut dalam air, nilai pH air juga sangat berpengaruh bagi ikan. Nilai pH yang sangat rendah dalam budidaya ikan dapat menyebabkan tingkat kelarutan logam-logam dalam air semakin besar dan bersifat racun bagi organisme air, sebaliknya nilai pH yang tinggi dapat meningkatkan konsentrasi amoniak dalam air yang juga bersifat racun bagi organisme air. Nilai atau skala pH air yaitu 0-14, dan standar pH air yang baik bagi pembudidayaan ikan sekitar 6-9. Maka dari itu pengecekan kadar pH juga diperlukan bagi pembudidayaan ikan agar menghasilkan ikan-ikan berkualitas baik.[1]

Umumnya pengontrolan kondisi kualitas air dapat dilakukan dengan menambahkan mesin aerator. Aerator sendiri merupakan sebuah mesin penghasil gelembung udara yang dapat menggerakkan air di dalam akuarium atau tambak sehingga air tersebut kaya akan oksigen terlarut yang sangat dibutuhkan oleh ikan [2]. Namun terkadang kadar oksigen dalam air telah mencukupi standar kecukupan oksigen terlarut pada air, tetapi mesin aerator masih terus beroperasi dan menggunakan energi listrik yang semestinya tidak digunakan sehingga terjadi pemborosan energi, tentunya hal ini kurang efektif [3].

Telah banyak penelitian yang dilakukan dalam hal memonitor kualitas pada air, namun dalam perancangannya masih belum memanfaatkan sensor yang sesuai dengan kebutuhan dasar ikan akan oksigen terlarut di dalam air dan pemantauan secara *real-time* sehingga dibutuhkan perancangan sistem *monitoring* kualitas air yang dapat memonitor kadar oksigen dan pH pada air secara *real-time* dan dapat di pantau dengan mudah menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT). Dengan konsumsi listrik yang seminimal mungkin diharapkan dapat membantu pengusaha budidaya ikan untuk membangun ekosistem yang baik pada tambak atau kolam ikan.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas, maka penulis dapat mengidentifikasi beberapa masalah. Di antaranya yaitu :

- 1) Bagaimana merancang dan membuat sistem *monitoring* berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk memonitor kualitas air pada kolam/tambak secara *real-time*?
- 2) Bagaimana cara menjaga kualitas air sehingga tetap memiliki kadar oksigen yang sesuai dengan parameter air yang sehat?
- 3) Bagaimana cara mematikan dan menyalakan aerator secara otomatis berdasarkan waktu yang telah ditetapkan?

1.3 Ruang Lingkup Kegiatan

Adapun ruang lingkup kegiatan pada proyek ini adalah sebagai berikut:

- 1) Membuat sistem yang dapat memonitor kualitas air pada tambak/kolam secara *real-time*.
- 2) Membuat variabel sistem yang dapat menjaga kadar oksigen terlarut di dalam air.
- 3) Informasi yang ditampilkan pada antarmuka monitor merupakan hasil pembacaan dari sensor oksigen terlarut dan sensor pH.
- 4) Menggunakan *Thingerspeak* sebagai antarmuka monitor sistem.
- 5) Pengambilan data dilakukan pada tambak berukuran 1 x 1 m² dengan jumlah ikan 130 ekor.

1.4 Tujuan Kegiatan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah disajikan maka tujuan dari perancangan ini adalah :

- 1) Merancang dan membuat sistem *monitoring* kualitas air pada tambak berbasis *Internet of Things* (IoT).
- 2) Merancang sistem yang dapat menjaga kualitas air pada tambak/kolam.
- 3) Merancang sistem kendali aerator yang dapat menyalakan dan mematikan sistem secara otomatis berdasarkan waktu yang telah ditetapkan .

1.5 Manfaat Kegiatan

Dari perancangan ini diharapkan agar nantinya dapat diperoleh manfaat sebagai berikut:

- 1) Meningkatkan produktivitas ikan di tambak
- 2) Memberikan informasi kualitas air secara *real-time*.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Penelitian tentang *monitoring* kualitas air yang dilakukan oleh Willy Susanto (2021) dengan judul “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Kualitas Air Untuk Pembudidayaan Ikan Patin Berbasis *Internet of Things* (IoT)” pada tahun 2021, menggunakan sensor pH, sensor suhu, dan sensor *turbidity* untuk mengetahui kualitas air dan menggunakan *web* untuk menampilkan hasil pembacaan sensor [4].

Andi Farmadi Putra (2021) dengan judul “Sistem *Fuzzy* pada *Kontroling* Aerator untuk Meningkatkan Kualitas Air Kolam Pembibitan Ikan Menggunakan Sensor DO dan Sensor Suhu” menggunakan sensor *Dissolved Oxygen* dan sensor suhu untuk membaca kualitas air dan aerator sebagai keluaran dari sistem untuk meningkatkan kualitas oksigen terlarut di dalam air [3].

Haryanto (2021) dengan judul “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Kualitas Air (pH dan Kekeruhan) pada Akuarium berbasis *Internet of Things*” menggunakan sensor pH dan sensor *turbidity* dan aplikasi *blynk* sebagai antarmuka *monitoring* pada *smartphone*. Namun penelitian ini hanya pada skala akuarium [5].

Rozeff Pramana (2018) dengan judul “Perancangan Sistem Kontrol dan *Monitoring* Kualitas Air dan Suhu Air pada Kolam Budidaya Ikan” penelitian ini merancang perangkat sistem kontrol dan *monitoring* kualitas air pada kolam budidaya ikan berbasis *web* yang meliputi salinitas, suhu dan kesadahan secara *real-time* menggunakan aplikasi khusus. Perangkat rancangan ini terdiri dari sensor salinitas, sensor kesadahan dan sensor suhu. Hasil ukur sensor dikirimkan ke *web local host* melalui *Ethernet Shield* [6].

Triyanto Pangaribowo dengan Khoerudin (2018) dengan judul; “Sistem *Monitoring* Kualitas Air Pada Kolam Ikan Melalui Pengukuran Kadar pH Berbasis Android” Sistem *monitoring* menggunakan sensor pH yaitu PH-4502C, *Wemos-D1* sebagai mikrokontroler, *web server ThingSpeak*, dan *Android Smartphone*. Tingkat Akurasi pengukuran pH dengan perangkat yang telah dirancang rata-rata 98.85% dengan menggunakan pembandingan pH meter. Respon sistem perangkat untuk menampilkan pH rata-rata 20.5 detik [7].

Tifano Sebastian Pandu Pratama (2022) dengan judul “Sistem Kontrol Dan Pemantauan Kualitas Air Pada Parameter Oksigen Terlarut Dan Suhu”. Sistem kontrol dan pemantauan kualitas air kolam ikan Koi berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan *web server ThingSpeak*. Metode kontrol yang digunakan pada sistem kontrol suhu adalah *PI-Gain Scheduling* dan kontrol *ON-OFF* pada sistem kontrol oksigen terlarut. Kontrol *ON-OFF* pada sistem kontrol DO (*Dissolved Oxygen*) mengendalikan aerator 12 Watt. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa suhu air dan tingkat DO dapat terjaga dengan cukup optimal sesuai *setpoint* yang ditentukan. Pada perbandingan metode sistem kontrol suhu, dapat disimpulkan bahwa metode kontrol *PI-Gain Scheduling* lebih optimal dibandingkan dengan metode *PI-C (Conventional)*. Diharapkan dengan adanya sistem kontrol dan pemantauan ini dapat membantu meningkatkan kualitas air pada kolam ikan Koi [8].

Akbar, Son Ali dkk (2019) dengan judul “*Online Monitoring* Kualitas Air Waduk Berbasis *ThingSpeak*” Penelitian ini bertujuan merancang bangun prototipe untuk memonitor kualitas air secara *online* pada sebuah waduk. Parameter ukur

untuk menentukan kualitas air yakni deteksi tingkat keasaman (pH), kekeruhan (NTU) dan suhu (°C) pada air waduk. Prototipe terpasang sensor pH *electrode*, sensor *turbidity* dan sensor suhu (DS18B20). Hasil pembacaan data sensor disimpan pada basis data *Thinkspeak* secara *real-time*. *Monitoring* kualitas air dapat divisualisasikan pada *Smartphone* yang telah terpasang aplikasi *ThingView*. Parameter uji sistem dilakukan pada pagi hari, siang hari dan malam hari. Validasi sistem dilakukan dengan membandingkan parameter hasil ukur dengan alat ukur digital. Pengujian sistem diperoleh pada malam hari (pH 6,4) *level* keasaman lebih rendah, pada siang hari (17,8 NTU) *level* kekeruhan lebih rendah, dan pada malam hari (22°C) suhu lebih rendah. Selain itu, performa sistem telah menunjukkan prediksi kesalahan ukur yang minimum dari hasil perbandingan pengukuran [9].

2.2 Kualitas Air

Kualitas air dapat ditentukan oleh beberapa indikator seperti indikator kimia, fisika dan biologi. Kualitas air, termasuk suhu, pH, DO dan kecerahan, merupakan topik yang sangat kompleks dalam budidaya ikan karena ikan berada dalam kondisi yang disesuaikan dengan lingkungannya dan sangat penting untuk keberhasilan budidaya ikan [1].

Standard parameter kimia kualitas air budidaya ikan berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 (Kelas II) ditampilkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.1 Standard Parameter Kimia Kualitas Air Budidaya Ikan

Parameter	Standard Nilai
pH	6 – 9
<i>Disolved oxygen</i> (DO)	> 4 mg/L
<i>Total Dissolve Solid</i> (TDS)	≤ 1000 mg/L
Suhu	30°C-32°C
Nitrat	max. 10 mg/L
Fosfat	max. 0,2 mg/L
Amoniak	≤ 0,02 mg/L
<i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD)	< 3 mg/L

Sumber : <https://www.saka.co.id/news-detail/analisa-kualitas-air-budidaya-ikan--parameter-kimia>

Adapun pengaruh parameter kimia terhadap laju pertumbuhan budidaya akan dijelaskan di bawah ini.

2.2.1 pH

Tingkat keasaman sangat menentukan kualitas air karena sangat membantu proses kimia air. Titik mati ikan pada pH asam 4 dan pH basa 11. Pada umumnya ikan air tawar dapat hidup dengan baik pada pH agak asam 6,5 sampai 8, sedangkan keasaman air memungkinkan ikan dapat bereproduksi dengan baik. 6,4 dan 7,0 tergantung jenis ikan sedangkan kisaran pH optimal untuk ikan berkisar antara 6,5 sampai 8,5 [1].

2.2.2 *Disolved Oxigen* (DO) atau Oksigen Terlarut

Disolved oxygen (DO) yang tidak seimbang akan menyebabkan stres pada ikan karena otak tidak mendapat suplai oksigen yang cukup, serta dapat

mengakibatkan kematian karena kekurangan oksigen (*anoxia*) yang menyebabkan jaringan tubuh ikan tidak dapat mengikat oksigen yang terlarut dalam darah. Dengan tetap mengelola dan memonitor suplai oksigen maka hal ini tidak akan menyebabkan stres pada ikan sehingga metabolisme ikan akan baik dan berpengaruh terhadap laju pertumbuhan dan reproduksi yang baik [2].

2.2.3 Suhu

Salah satu parameter yang penting adalah suhu air kolam. Suhu air kolam mempengaruhi sistem metabolisme dan perkembangan organisme serta mempengaruhi jumlah pakan yang dikonsumsi organisme. Suhu air juga dapat mempengaruhi kehidupan biota air secara tidak langsung, yaitu melalui pengaruhnya terhadap kelarutan oksigen dalam air. Pada air semakin tinggi suhu maka semakin sulit oksigen terlarut dalam air. Hal ini menimbulkan urgensi pengontrolan suhu air yang baik. Pada kolam pendederan dan pemeliharaan benih ikan nila, nilai toleransi suhu untuk pemeliharaan yang baik adalah berkisar antara 30°C - 32°C. Suhu yang terlalu tinggi dapat meningkatkan stres pada benih dan ikan dan sebaliknya suhu yang rendah membuat organisme pada air mampu mengikat oksigen sehingga pertumbuhan ikan terhambat. Suhu kolam yang dapat ditoleransi untuk pemeliharaan ikan nila antara 25°C - 30°C. Untuk pertumbuhannya optimum 25°C - 30°C dan untuk pemijahan 20°C - 22°C. Selain itu untuk fase pemeliharaan benih dan pendederan diperlukan kontrol suhu pada cakupan 30°C - 32°C (Dinas Kelautan dan Perikanan Daerah Sulawesi Tengah) [10].

2.3 Aerator

Aerator adalah salah satu alat bantu yang berfungsi untuk memproduksi oksigen terlarut dalam air melalui proses difusi. Suplai oksigen yang cukup tidak akan menyebabkan stres pada ikan sehingga metabolisme ikan akan baik dan berpengaruh terhadap laju pertumbuhan dan reproduksi yang baik [2]. Oleh sebab itu aerator sangat dibutuhkan dalam pembudidayaan ikan.

2.4 Internet of Things

Internet of Things menggambarkan jaringan objek fisik, yaitu "benda" yang menggabungkan sensor, perangkat lunak, dan teknologi lainnya untuk tujuan menghubungkan dan bertukar data dengan perangkat dan sistem lain melalui *Internet*. IoT ini telah berkembang pesat dari konvergensi teknologi nirkabel, sistem *Mikro Elektro Mekanis* (MEMS) dan *Internet*. Sederhananya, istilah *Internet of Things* mengacu pada mesin atau alat yang dapat diidentifikasi sebagai perwakilan virtual dalam struktur berbasis *Internet*.

Teknologi *Internet of Things* (IoT) dapat bermanfaat untuk pemantauan dan pengendalian parameter lingkungan seperti kolam/tambak. Dengan sistem kontrol dan pemantauan tersebut untuk pemeliharaan kualitas air dari jarak jauh yang dapat dilakukan [11].

2.5 Node MCU ESP32

NodeMCU merupakan sebuah *open source* platform IoT dan pengembangan kit yang menggunakan bahasa pemrograman Lua untuk membantu dalam membuat prototipe produk IoT atau bisa dengan memakai *sketch* dengan Arduino IDE.

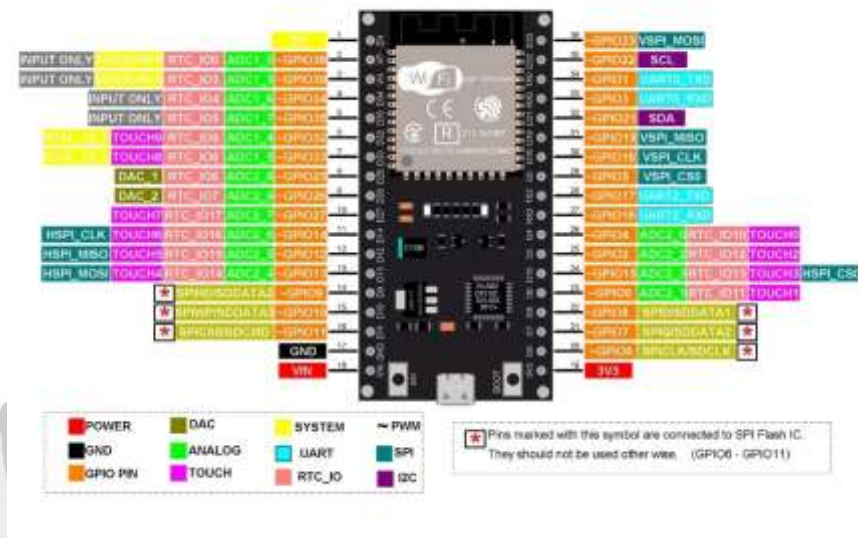
Pengembangan kit ini didasarkan pada modul ESP32, yang mengintegrasikan GPIO, PWM (*Pulse Width Modulation*), IIC, 1-Wire dan ADC (*Analog to Digital Converter*) semua dalam satu board.

NodeMCU berukuran panjang 4.83 cm, lebar 2.54 cm, dan berat 7 gram. Board ini sudah dilengkapi dengan fitur WiFi dan firmwarena yang bersifat *open source*. Spesifikasi yang dimiliki oleh NodeMCU sebagai berikut:

1. Board ini berbasis ESP8266 serial WiFi SoC (*Single on Chip*) dengan on board USB to TTL. Wireless yang digunakan adalah IEEE 802.11b/g/n.
2. Tantalum capacitor 100 mikro farad dan 10 mikro farad.
3. 3.3 V LDO regulator
4. Blue led sebagai indikator.
5. CP2102 usb to UART bridge
6. Tombol reset, port usb, dan tombol flash.
7. Terdapat 9 GPIO yang di dalamnya ada 3 pin PWM, 1 x ADC Channel, dan pin RX TX
8. 3 pin ground
9. S3 dan S2 sebagai pin GPIO
10. S1 MOSI (*Master Keluaran Slave Masukan*) yaitu jalur data dari master dan masuk ke dalam slave, sc cmd/sc.
11. S0 MISO (*Master Masukan Slave Keluaran*) yaitu jalur data keluar dari slave dan masuk ke dalam master.
12. SK yang merupakan SCLK dari master ke slave yang berfungsi sebagai clock.

13. Pin Vin sebagai masukan tegangan

14. *Built-in* 32-bit MCU



Gambar 2.1 Modul NodeMCU ESP32

Sumber: robocry.com

2.6 Power Supply

Power supply atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan catu daya adalah suatu alat listrik yang dapat menyediakan energi listrik untuk perangkat listrik atau pun elektronika lainnya. Pada dasarnya, *power supply* atau catu daya ini memerlukan sumber energi listrik yang kemudian mengubahnya menjadi energi listrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronika lainnya. Oleh karena itu, *power supply* kadang-kadang disebut juga dengan istilah *electric power converter*.



Gambar 2.2 Power Supply / Adaptor

Sumber: <https://www.jakartanotebook.com/adaptor-12v-1.5a-for-hdd-or-router-or-lcd-monitor-black>

2.7 Dissolved Oxygen Meter

Kit ini merupakan perangkat sensor oksigen terlarut yang kompatibel dengan papan Arduino. Produk ini digunakan untuk mengukur oksigen terlarut dalam air, untuk mengetahui kualitas air. Kit ini banyak diterapkan dalam banyak aplikasi kualitas air, seperti akuakultur, pemantauan lingkungan, dan sebagainya. Kualitas air yang baik sangat penting bagi organisme akuatik. Oksigen terlarut adalah salah satu parameter penting untuk mencerminkan kualitas air. Oksigen terlarut yang rendah dalam air akan menyebabkan organisme akuatik kesulitan bernafas, hal itu dapat mengancam kehidupan organisme tersebut.

Spesifikasi

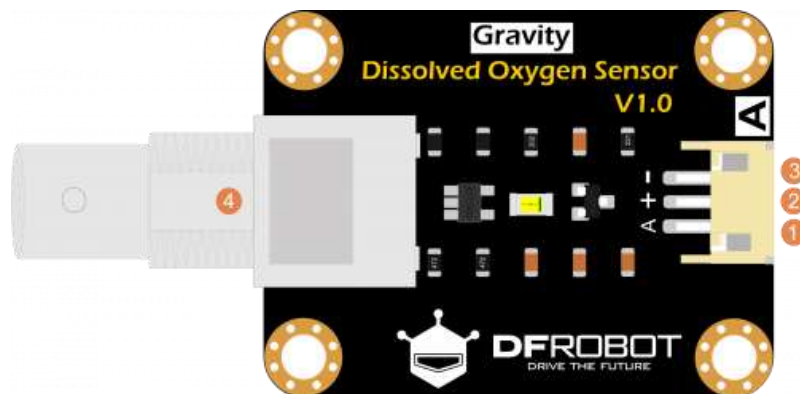
Dissolved Oxygen Probe

- *Type: Galvanic Probe*
- *Detection Range: 0~20 mg/L*
- *Temperature Range: 0~40 °C*
- *Response Time: Up to 98% full response, within 90 seconds (25°C)*
- *Pressure Range: 0~50 PSI*
- *Electrode Service Life: 1 year (normal use)*

- *Maintenance Period:Membrane Cap Replacement Period:1~2 months
(in muddy water);*
- *Maintenance Period:Membrane Cap Replacement Period:4~5 months
(in clean water)*
- *Filling Solution Replacement Period: Once every month*
- *Cable Length: 2 meters*
- *Probe Connector: BNC*

Signal Converter Board

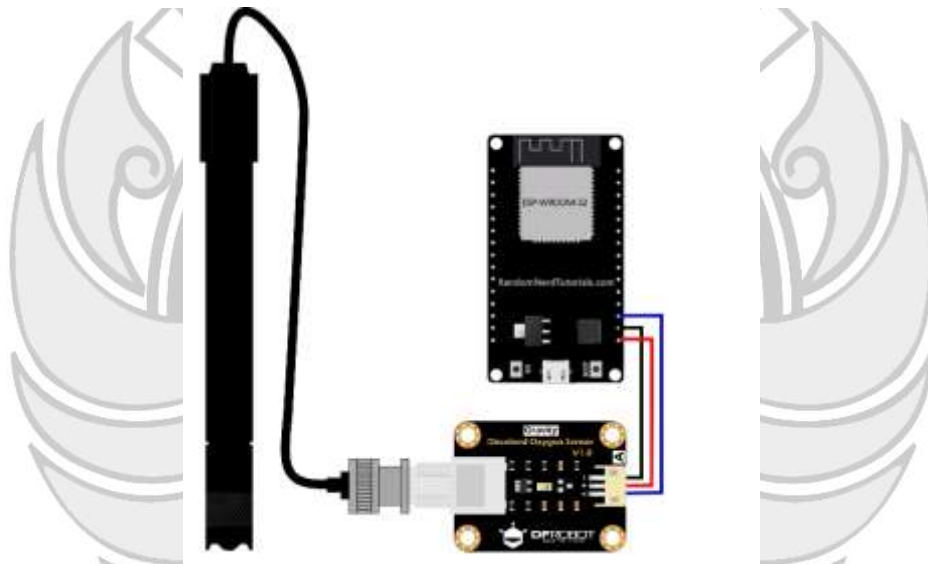
- *Supply Voltage: 3.3~5.5V*
- *Keluaran Signal: 0~3.0V*
- *Cable Connector: BNC*
- *Signal Connector: Gravity Analog Interface (PH2.0-3P)*
- *Dimension: 42mm x 32mm*



Gambar 2.3 Board Dissolved Oxygen Sensor
Sumber: www.dfrobot.com

Tabel 2.2 Deskripsi Papan Konverter

No.	Label	Deskripsi
1	A	Keluaran Sinyal Analog (0-3V)
2	+	VCC (3,3-5,5V)
3	-	GND
4	BNC	Probe Konektor Sensor



Gambar 2.4 Hubungan Probe dengan Arduino
Sumber : www.dfrobot.com

2.8 Analog pH Sensor/Meter Kit 2 Dfrobot

Analog pH Sensor merupakan sebuah kit yang dibuat oleh dfrobot untuk mendeteksi pH dalam air. Kit ini kompatibel dengan Arduino *board* dan juga praktis penggunaannya. Menggunakan konektor BNC pada probe sensor pH (pH Electrode) dan pada menggunakan konektor PH2.0 pada keluaran modul sensor PH. Keluaran pada Sensor tersebut berupa tegangan analog.



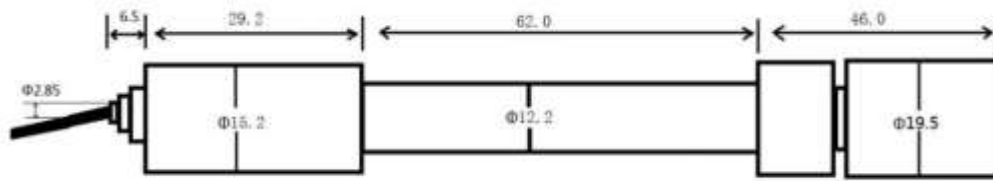
Gambar 2.5 Analog pH Sensor/Meter Kit 2
Sumber : www.dftrobot.com

Aplikasi

- Pengujian kualitas air
- Budidaya Ikan

Spesifikasi

- Tegangan masukan modul : 5.0V
- Ukuran modul : 43mm×32mm
- Pengukuran : 0 – 14PH
- Akurasi : $\pm 0.1\text{pH}$ (25 °C)
- Waktu respon : $\leq 1\text{min}$
- Konektor PH Sensor (pH *Electrode*) : BNC konektor
- Keluaran konektor modul: PH 2.0 3 Pin
- *Gain Adjustment Potentiometer*
- *Led* untuk Indikator Tegangan Masukan
- Panjang Kabel Sensor ke konektor BNC : 660mm



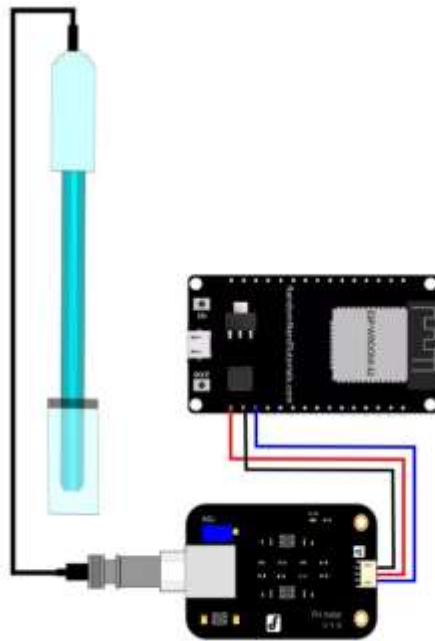
Gambar 2.6 Ukuran pH Electrode
Sumber: www.dftrobot.com

Karakteristik pH Electrode

Tegangan keluaran yang dikeluarkan pH Electrode sangat kecil. Berikut Tabel hubungan antara nilai pH dengan Tegangan yang di hasilkan oleh pH Electrode.

Tabel 2.3 Hubungan Nilai pH dengan Tegangan

Voltage (mV)	pH Value	Voltage (mV)	pH Value
414,12	0,00	414,12	14,00
354,96	1,00	354,96	13,00
295,80	2,00	295,80	12,00
236,64	3,00	236,64	11,00
177,48	4,00	177,48	10,00
118,32	5,00	118,32	9,00
59,16	6,00	59,16	8,00
0,00	7,00	0,00	7,00



Gambar 2.7 Hubungan Probe dengan Arduino
Sumber: www.dftrobot.com

2.9 Sensor Suhu Ds18b20

Sensor Suhu DS18B20 adalah sebuah sensor suhu digital *one-wire* atau hanya membutuhkan 1 pin jalur data komunikasi. Setiap sensor DS18B20 memiliki nomor seri 64-bit yang unik yang berarti kita dapat menggunakan banyak sensor pada bus daya yang sama (banyak sensor terhubung ke GPIO yang sama). Hal tersebut sangat berguna untuk *logging* data pada proyek pengontrolan suhu. DS18B20 adalah sensor yang bagus karena murah, akurat, dan sangat mudah digunakan.

DS18B20 menyediakan 9 hingga 12-bit hasil pembacaan. Jumlah bit tersebut dapat di konfigurasi. Hasil pembacaan dikirim ke atau dari DS18B20 melalui antarmuka *one wire*. Power yang dibutuhkan untuk membaca, menulis, dan melakukan konversi suhu dapat diturunkan dari jalur data itu sendiri tanpa memerlukan sumber daya eksternal. Berdasarkan keterangan dari *datasheet*, sensor

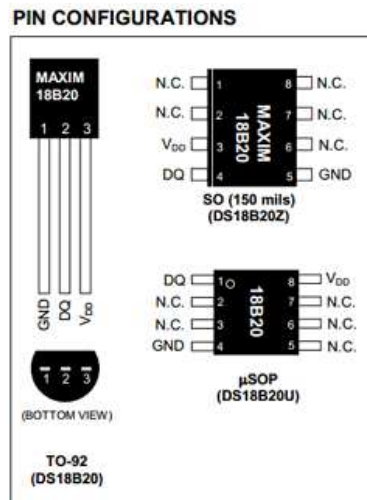
ini memiliki rentang pengukuran suhu dari mulai $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai dengan $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ dengan akurasi kurang lebih $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ dari $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $85\text{ }^{\circ}\text{C}$. Urutan pin dari sensor DS18B20 ditunjukkan pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.8 Pin Keluaran Sensor Suhu DS18B20
Sumber: www.edukasiaelektronika.com

Konfigurasi Pin DS18B20

- Pin1 (*Ground*): Pin ini digunakan untuk menghubungkan ke terminal GND sirkuit
- Pin2 (*Vcc*): Pin ini digunakan untuk memberikan daya ke sensor yang berkisar antara 3.3V atau 5V
- Pin3 (*Data*): Pin data memasok nilai suhu, yang dapat berkomunikasi dengan bantuan metode 1 kabel.



Gambar 2.9 Pin Configurations Sensor Suhu DS18B20
 Sumber: www.datasheetcafe.com

2.10 Modul Relay

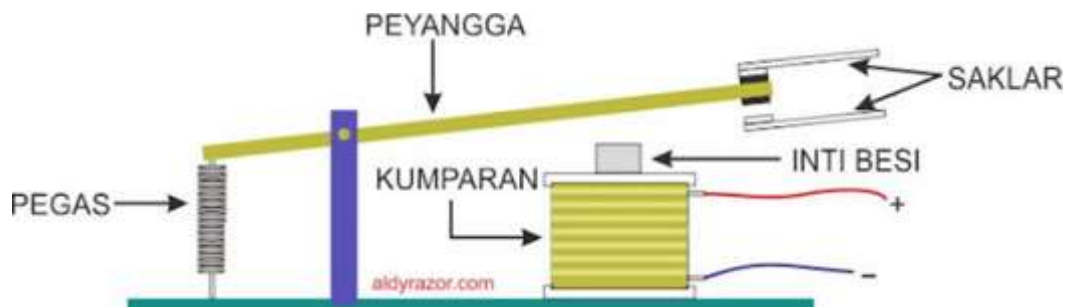
Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka. Relay biasanya digunakan untuk menggerakkan arus / tegangan yang besar (misalnya peralatan listrik 4 A / AC 220 V) dengan memakai arus / tegangan yang kecil (misalnya 0.1 A / 12 Volt DC) [12].

Cara Kerja Relay Arduino

Berikut komponen yang terdapat pada relay:

- Penyangga (*Armature*)
- Kumparan (*Coil*)

- Pegas (*Spring*)
- Saklar (*Switch Contact*)
- Inti Besi (*Iron Core*)

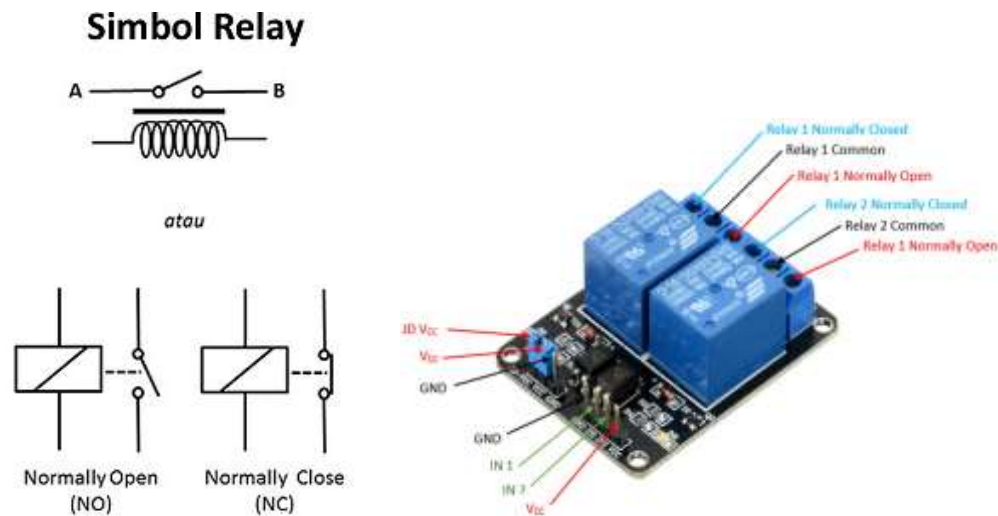


Gambar 2.10 Skematik Modul Relay

Sumber : www.aldyrazor.com

Berdasarkan gambar komponen relay tersebut, kita dapat memahami bahwa relay dapat bekerja karena adanya gaya elektromagnetik. Ini tercipta dari inti besi yang dililitkan kawat kumparan dan dialiri aliran listrik. Saat kumparan dialiri listrik, maka otomatis inti besi akan jadi magnet dan menarik penyangga sehingga kondisi yang awalnya tertutup jadi terbuka (*Open*). Sementara pada saat kumparan tak lagi dialiri listrik, maka pegas akan menarik ujung penyangga dan menyebabkan kondisi yang awalnya terbuka jadi tertutup (*Close*). Secara umum kondisi atau posisi pada relay terbagi menjadi dua, yaitu:

- NC (*Normally Close*), adalah kondisi awal atau kondisi dimana relay dalam posisi tertutup karena tak menerima arus listrik.
- NO (*Normally Open*), adalah kondisi dimana relay dalam posisi terbuka karena menerima arus listrik.



Gambar 2.11 Modul dan Simbol Relay
Sumber : www.teknikelektronika.com

2.11 ThingSpeak

Sistem IoT berfungsi untuk mengumpulkan data-data yang dihasilkan oleh masing-masing benda yang terhubung ke internet untuk dapat diolah dan dianalisis menjadi informasi yang berguna, sehingga nantinya dapat digunakan untuk mengontrol dan memonitor benda tersebut. Perangkat pendukung aplikasi IoT juga saat ini telah banyak bermunculan, salah satunya adalah *ThingSpeak*. *ThingSpeak* merupakan sebuah layanan internet yang menyediakan layanan untuk pengaplikasian IoT. *ThingSpeak* merupakan layanan yang berisi aplikasi dan API yang bersifat *open source* untuk menyimpan dan mengambil data dari berbagai perangkat yang menggunakan HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) melalui internet atau melalui LAN (*Local Area Network*). Dengan menggunakan *ThingSpeak*, seseorang dapat membuat aplikasi *logging* sensor, aplikasi pelacakan lokasi, dan jaringan sosial dari segala sesuatu yang terhubung ke internet dengan pembaruan status [13].

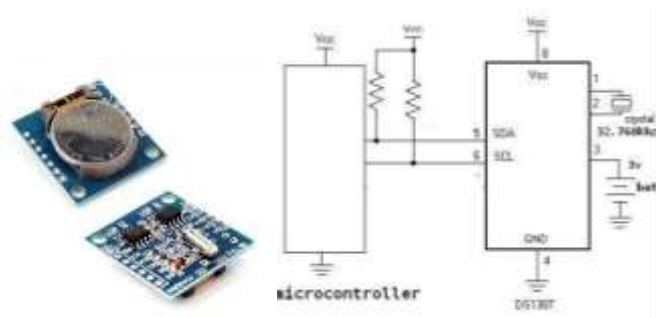


Gambar 2. 12 Tampilan Awal laman web ThinkSpeak
Sumber: www.ThingSpeak.com

2.12 Real Time Clock (RTC) DS1307

Real time clock (RTC) adalah perangkat yang memungkinkan untuk menghasilkan waktu yang tepat karena dilengkapi pembangkit waktu dan baterai.

RTC DS1307 Merupakan salah satu sensor yang dapat menyimpan variable waktu, tanggal, dan tahun secara *real time*, RTC DS1307 dibuat oleh MAXIM. Komunikasi yang digunakan oleh sensor DS1307 adalah komunikasi 12C yang hanya membutuhkan 2 buah *port* SDA dan SCL untuk membaca isi register dari sensor RTC tersebut. Perlu diketahui bahwa, RTC membutuhkan tegangan suplai 3V menggunakan baterai CMOS untuk menyimpan data waktu, sehingga apabila suplai 3V tersebut terputus maka setingan waktu akan kembali ke setingan semula [14].



Gambar 2.13 Modul RTC DS1307 dan Skematik RTC DS1307
 Sumber : www.bdttronics.com



BAB V PENUTUP

3.1 Kesimpulan

Dari Rancang Bangun “Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Tambak Berbasis *Internet Of Things*” dapat disimpulkan :

1. Sistem *monitoring* dapat bekerja dengan baik dimana mikrokontroler yang digunakan dapat mengirim data ke server *ThingSpeak* untuk kemudian ditampilkan sebagai antarmuka *monitoring* sistem.
2. Aerator akan dikendalikan pada kondisi 2 jam menyala 30 menit mati pada saat aerator off/mati kadar oksigen yang terlarut sebesar 16.939 mg/mL atau 17mg/L, keadaan ini menghasilkan selisih yang paling besar antara standar parameter kimia kualitas air budidaya ikan berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 (Kelas II) dengan batas minimum oksigen 4mg/L atau 4000 mg/mL. Sehingga memungkinkan ikan dikolam/tambak akan mendapat asupan oksigen lebih banyak.
3. Kadar oksigen yang terlarut pada kolam/tambak dimonitor dalam kondisi rentang oksigen 20.720 mg/mL atau 20 mg/L – 6.978 mg/mL atau 7 mg/L. Kondisi rentang pH 9 – 5. Dan kondisi rentang suhu sekitar 27°C - 30°C.
4. Alat ini mampu mempertahankan kadar oksigen 20 mg/L – 16 mg/L, dengan pH 5-9 dengan kondisi tersebut ketika pH air telah mencapai 9 maka perlu dilakukan penggantian air pada kolam.
5. Pada pengujian alat, diberikan objek berupa ikan sebanyak 130 ekor pada tanggal 26 juli 2023. Pada hari pertama ikan beradaptasi aerator diatur 2 jam menyala dan 30 menit mati hari pertama tidak ada ikan yang mati, di hari kedua

terdapat ikan mati sebanyak 1 ekor, di hari ketiga terdapat 2 ekor ikan yang mati, di hari ketiga 2 ekor mati, di hari keempat 4 ekor yang mati, di hari kelima 4 ekor yang mati. Dan hari berikutnya sampai 2 minggu hasil pengamatan tidak terdapat ikan yang mati. Setelah tidak terdapat ikan yang mati, mati aerator diatur lebih lama yaitu 1 jam. Pada pengamatan ini tidak terdapat ikan yang mati tetapi air pada kolam lebih keruh dari pengamatan sebelumnya. Pengujian selanjutnya, mati aerator diatur 2 jam mati pada pengujian ini tidak terdapat ikan yang mati tetapi ikan tidak segesit pengujian-pengujian sebelumnya. Dan pengujian berikutnya mati aerator diatur selama 3 jam mati dari hasil pengujian tersebut terdapat 2 ekor ikan yang mati dan air pada kolam mencapai tingkat kekeruhan >1000ppm. Dari hasil pengujian alat ini total ikan yang mati sebanyak 15 ekor sehingga pada kolam hanya tersisa 115 dari 130 ekor ikan.

3.2 Saran

Adapun beberapa saran yang dapat menjadi acuan untuk mengembangkan alat ini yaitu:

1. Untuk memastikan pembacaan D.O sensor sudah pas gunakan D.O Meter D09100 untuk memastikan pembacaan D.O Sensor.
2. Menambahkan panel surya sebagai sumber energi listrik cadangan agar aerator tetap menyala ketika lampu padam.
3. Menambahkan pakan otomatis pada kolam ikan nila karena ikan nila membutuhkan pemberian pakan yang teratur agar pertumbuhannya baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. F. Andria and S. Rahmaningsih, "Kajian Teknis Faktor Abiotik pada Embung Bekas Galian Tanah Liat PT. Semen Indonesia Tbk. untuk Pemanfaatan Budidaya Ikan dengan Teknologi KJA
<i>[Technical Study of Abiotic Factors in Clay Embankment Used at PT. Semen Indonesia Tbk for Utilization of," J. Ilm. Perikan. dan Kelaut., vol. 10, no. 2, pp. 95–105, 2018, doi: 10.20473/jipk.v10i2.9825.
- [2] F. Sa'adah, R. D. Lisminingsih, and H. Latuconsina, "Hubungan Palraltmeter Kualiuatas Air dengan Sintasan dan Pertumbuhan Ikaln Nilem (Osteochilus vittaltus)," *J. Ris. Perikan. Dan Kelaut.*, vol. 5, no. 1, pp. 22–32, 2023.
- [3] A. Farmadi and M. Muliadi, "Sistem Fuzzy Pada Kontroling Aerator Untuk Meningkatkan Kualitas Air Kolam Pembibitan Ikan Menggunakan Sensor Do Dan Sensor Suhu," *Klik - Kumpul. J. Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 1, p. 39, 2021, doi: 10.20527/klik.v8i1.369.
- [4] W. Susanto, G. Sukadarmika, and W. Setiawan, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Air Untuk Pembudidayaan Ikan Patin Berbasis Internet of Things (Iot)," *J. SPEKTRUM*, vol. 8, no. 3, p. 128, 2021, doi: 10.24843/spektrum.2021.v08.i03.p16.
- [5] H. Haryanto, K. Kristono, and M. Fadhil, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Air (pH dan Kekeruhan) pada Akuarium Berbasis Internet of Things," *Go Infotech J. Ilm. STMIK AUB*, vol. 27, no. 2, pp. 185–195, 2021, doi: 10.36309/goi.v27i2.156.
- [6] R. Pramana, "Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air dan Suhu Air Pada Kolam Budidaya Ikan," *J. Sustain. J. Has. Penelit. dan Ind. Terap.*, vol. 7, no. 1, pp. 13–23, 2018, doi: 10.31629/sustainable.v7i1.435.
- [7] T. Pangaribowo, "Jurnal Teknologi Elektro , Universitas Mercu Buana ISSN : 2086 - 9479 Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Kolam Ikan Melalui Pengukuran kadar pH Berbasis Android," *J. Tek. Elektro Univ. Mercu Buana*, vol. xx, no. xx, pp. 1–4, 2018, [Online]. Available: <https://jte.mercubuana.ac.id/media/327293-sistem-monitoring-kualitas-air-pada-kola-36386ff4.pdf>
- [8] T. S. P. Pratama, B. Setiyono, and H. Afrisal, "Sistem Kontrol Dan Pemantauan Kualitas Air Pada Parameter Oksigen Terlarut Dan Suhu," *Transmisi*, vol. 24, no. 1, pp. 38–47, 2022, doi: 10.14710/transmisi.24.1.38-47.
- [9] S. A. Akbar, D. B. Kalbuadi, and A. Yudhana, "Online Monitoring Kualitas Air Waduk Berbasis ThingSpeak," *Transmisi*, vol. 21, no. 4, pp. 109–115,

2019, doi: 10.14710/transmisi.21.4.109-115.

- [10] A. P. Simanjuntak and R. Pramana, "Pengontrolan Suhu Air Pada Kolam Pendederan Dan Pembenihan Ikan Nila Berbasis Arduino," *J. Sustain. J. Has. Penelit. dan Ind. Terap.*, vol. 4, pp. 743–749, 2013.
- [11] W. Najib, S. Sulisty, and Widyawan, "Tinjauan Ancaman dan Solusi Keamanan pada Teknologi Internet of Things," *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 9, no. 4, pp. 375–384, 2020, doi: 10.22146/jnteti.v9i4.539.
- [12] D. A. Octavianus Turang, "Pengembangan Sistem Relay Pengendalian Dan Penghematan Pemakaian Lampu Berbasis Mobile," *Tek. Inform. Sekol. Tinggi Teknol. Bontang*, vol. 1, pp. 75–85, 2015.
- [13] E. Sorongan, Q. Hidayati, and K. Priyono, "ThingSpeak sebagai Sistem Monitoring Tangki SPBU Berbasis Internet of Things," *JTERA (Jurnal Teknol. Rekayasa)*, vol. 3, no. 2, p. 219, 2018, doi: 10.31544/jtera.v3.i2.2018.219-224.
- [14] R. O. W. Muhamad Yusvin Mustar, "Implementasi Sistem Monitoring Deteksi Hujan dan Suhu Berbasis Sensor Secara Real Time (Implementation of Rain Detection and Temperature Monitoring System Based on Real Time Sensor)," *Semesta Tek.*, vol. 20, no. 1, pp. 20–28, 2017, [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoard>
- Edukasielektronika.com, "Sensor Suhu DS18B20", September 2020, <<https://www.edukasielektronika.com/2020/09/sensor-suhu-ds18b20.html>> [diakses, 3 Agustus 2023]
- Nanobubble.id, "Perbedaan Microbubble dan Nanobubble", 12 Juli 2021 14.45, <<https://nanobubble.id/blog/perbedaan-microbubble-dan-nanobubble>>, [diakses, 11 Januari 2023]
- Products Knowledge Builder, "Gravity: Analog Dissolved Oxygen Sensor", 7 April 2020, <<https://wiki.rdd-tech.com/index.php/knowledge-base/gravity-analog-dissolved-oxygen-sensor/>> [diakses, 11 Januari 2023]
- Products Knowledge Builder, "Gravity: Analog pH Sensor/Meter Kit For Arduino", 6 April 2020, <<https://wiki.rdd-tech.com/index.php/knowledge-base/gravity-analog-ph-sensor-meter-kit-for-arduino/>> [diakses, 3 Agustus 2023]
- Saka.co.id, "Analisa Kualitas Air Budidaya Ikan: Parameter Kimia", 15 September 2020, <<http://www.saka.co.id/news-detail/analisa-kualitas-air-budidaya-ikan--parameter-kimia>> [diakses, 11 Januari 2023]