

**SISTEM MONITORING KUALITAS AIR TAMBAK BUDIDAYA  
UDANG *Litopenaeus vannamei* MENGGUNAKAN  
NODEMCU ESP32 BERBASIS IOT**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**Eza Ariyani**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

## ABSTRAK

### SISTEM MONITORING KUALITAS AIR TAMBAK BUDIDAYA UDANG *Littopenaeus vannamei* MENGGUNAKAN NODEMCU ESP32 BERBASIS IoT

Oleh

Eza Ariyani

Penelitian ini telah dirancang sistem monitoring kualitas air yang mampu memonitoring suhu, pH, dan *Total Dissolve Solid* (TDS) menggunakan NodeMCU ESP32 berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk kualitas air tambak udang *Littopenaeus vannamei*. Sistem monitoring menggunakan sensor pH Kit Versi E201-C BNC, sensor TDS DFRobot, dan Sensor DS18B20 *waterproof* yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32. Sistem ini dapat bekerja ketika sensor dimasukkan ke dalam tambak udang dan sensor akan mendeteksi kualitas air. Hasil pengukuran akan diproses oleh ESP32 kemudian ditampilkan pada LCD dan telegram. Aplikasi telegram dapat menerima data pada saat pengukuran menggunakan metode *long-polling*. Pengujian sensor dilakukan dengan cara membandingkan pembacaan sensor dengan alat yang terkalibrasi. Pengujian sensor pH Kit versi E201-C BNC dengan menggunakan larutan asam (cuka), sensor TDS DFRobot dengan TDS-3 meter, dan sensor DS18B20 *waterproof* menggunakan Thermometer HTC-2. Hasil penelitian menunjukkan sensor mampu mendeteksi nilai pH, TDS, dan suhu dengan masing-masing akurasi parameter 98,87%, 98,33%, dan 98,73%.

Kata kunci: ESP32, kualitas air, sistem monitoring, tambak, telegram.

## **ABSTRACT**

### ***Water Quality Monitoring System for Agricultural Tank Shrimp *Litopenaeus vannamei* Uses ESP32 NodeMCU Based IoT***

**By**

**Eza Ariyani**

*This research has designed a water quality monitoring system capable of monitoring temperature, pH, and Total Dissolve Solid (TDS) using Internet of Things (IoT)-based NodeMCU ESP32 in the water quality of *Litopenaeus vannamei* shrimp ponds. The monitoring system uses a pH sensor Kit Version E201-C BNC, a DFRobot TDS sensor, and a waterproof DS18B20 sensor controlled by an ESP32 microcontroller. This system can work when a sensor is inserted into a shrimp pond and the sensor will detect water quality. The ESP32 will process the measurement result and then display the result to the LCD and telegram. The telegram application can receive data at the time of measurement using the long-polling method. Sensor testing is done by comparing sensor readings with calibrated devices. pH Kit version E201-C BNC sensors tested using an acid solution (vinegar), the DFRobot TDS sensor with a TDS-3 meter, and the DS18B20 waterproof sensor using an HTC-2 Thermometer. The results showed that the sensor was able to detect pH, TDS, and temperature values with each parameter accuracy of 98.87%, 98.33%, and 98.73%.*

*Keywords: ESP32, water quality, monitoring system, shrimp pond, telegram.*

**SISTEM MONITORING KUALITAS AIR TAMBAK BUDIDAYA  
UDANG *Litopenaeus vannamei* MENGGUNAKAN  
NODEMCU ESP32 BERBASIS IOT**

**Oleh**

**Eza Ariyani**

**Skripsi**

**Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar  
SARJANA SAINS**

**Pada**

**Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Lampung**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

Judul Skripsi : **SISTEM MONITORING KUALITAS AIR  
TAMBAK BUDIDAYA UDANG *Littopenaeus  
vannamei* MENGGUNAKAN NODEMCU ESP32  
BERBASIS IOT**

Nama Mahasiswa : **Eza Ariyani**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1817041059**

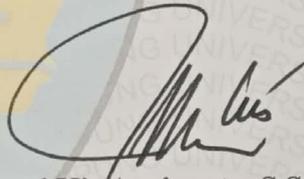
Jurusan : **Fisika**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

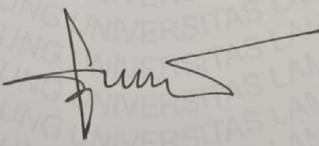


1. **Komisi Pembimbing**

  
**Sri Wahyu Suciwati, S.Si., M.Si.**  
NIP. 19710829 199703 2 001

  
**Donni Kis Apriyanto, S.Si., M.Sc.**  
NIP. 19880403 201903 1 005

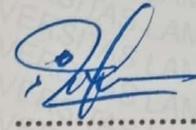
2. **Ketua Jurusan Fisika FMIPA**

  
**Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T.**  
NIP. 19801010 200501 1 002

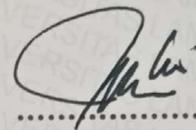
**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

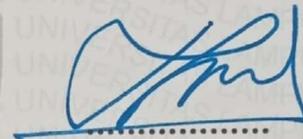
Ketua : **Sri Wahyu Suciati S.Si., M.Si.**



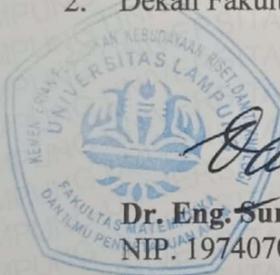
Sekretaris : **Donni Kis Apriyanto, S.Si., M.Sc.**



Anggota : **Drs. Amir Supriyanto M.Si.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, M.T.**  
NIP. 197407052000031001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **12 Desember 2022**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepengetahuan saya tidak ada karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila ada pernyataan saya yang tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 12 Desember 2022



**Eza Ariyani**  
NPM. 1817041059

## RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Eza Ariyani, dilahirkan pada tanggal 20 Juni 2000 di Sungai Cangkar, Kab. Solok Selatan, Sumatera Barat. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Bambang Hermanto dan Ibu Siti Romlah. Pendidikan yang telah ditempuh penulis adalah Sekolah Dasar Negeri 17 Sungai Cangkar pada tahun 2006 - 2012, Madrasah Tsanawiyah Negeri Pasir Talang pada tahun 2012 - 2015, Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Solok Selatan pada tahun 2015 - 2018.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) pada tahun 2018. Penulis mengambil KBK Instrumentasi pada Jurusan Fisika. Selama menempuh pendidikan, penulis pernah menjadi asisten praktikum Elektronika Digital pada tahun 2021, asisten praktikum Elektronika pada tahun 2022, dan asisten praktikum Fisika Inti pada tahun 2022. Pada tahun 2021 penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PT Suri Tani Pemuka (JAPFA) Unit Lampung di bagian Laboratorium Air. Penulis juga aktif melakukan pengabdian terhadap masyarakat dengan mengikuti program Kuliah Kerja Nyata (KKN) Universitas Lampung pada tahun 2021 di Desa Sungai Cangkar, Kec. Sungai Pagu, Kab. Solok Selatan, Prov. Sumatera Barat. Selain itu, penulis aktif

dalam organisasi Sosial dan Masyarakat Himpunan Mahasiswa Fisika (HIMAFI) pada tahun 2019 dan Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Bulutangkis Universitas Lampung pada tahun 2019. Pada akhir perkuliahan penulis pernah mengikuti program *Fresh Graduate Academy Digital Talent Scholarship* (FGA DTS) KOMINFO *course Big Data Using Python*. Serta Penulis pernah mengikuti Magang dan Studi Independen Bersertifikat (MSIB) Kemendikbud *batch 2* di PT Ruang Raya Indonesia (Ruangguru) *pathaway Data, Business Analytics, & Operation Bootcamp* selama 1 semester dan *batch 3* di MyEduSolve *pathaway Data Analyst* selama 1 semester.

## MOTTO

***Orang-Orang Yang Berhenti Belajar Akan Menjadi Pemilik Masa Lalu. Orang-Orang Masih Belajar, Akan Menjadi Pemilik Masa Depan***

***(Mario Teguh)***

***Bila Kamu Tidak Tahan Dengan Lelahnya Belajar, Maka Kamu Akan Menanggung Perih nya Kebodohan***

***(Imam Syafi'i)***

***Make Everything as Simple as Possible, But Not Simpler***

***(Albert Einstein)***

***Stop Comparing Yourself to Other Peoples: You Are an Original We Are All Different and It's Okay***

***(Joice Meyer)***

## **PERSEMBAHAN**

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, kupersembahkan karya kecil ini kepada:

***Kedua Orang Tua (Bapak Bambang Hermanto & Ibu Siti Romlah)***

yang telah tulus dan ikhlas membesarkan, merawat dan mendidik ku dengan limpahan kasih dan sayang.

***Kakak dan Adik (M. Agra Maulana & Ezi Aryadi)***

yang selalu memberikan dukungan, dan doa yang terbaik.

***Bapak dan Ibu Dosen***

Terimakasih atas bekal ilmu pengetahuan, nasihat, dan saran yang membangun sehingga membuka hati dan wawasan.

***Sahabat dan rekan-rekan seperjuangan Fisika 2018***

Terimakasih untuk memori selama kuliah 4 tahun yang sangat berarti. Semoga saat-saat indah itu akan selalu menjadi kenangan yang paling indah.

Serta

Almamater ku tercinta “**UNIVERSITAS LAMPUNG**”

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi hikmat, karunia serta rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Budidaya Udang *Litopenaeus vannamei* Menggunakan NodeMCU ESP32 Berbasis IoT**” yang merupakan syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.) pada KBK Instrumentasi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa dalam penyajian skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat menjadi rujukan untuk penelitian selanjutnya agar lebih sempurna dan dapat memperkaya ilmu pengetahuan.

Bandar Lampung, 12 Desember 2022

**Eza Ariyani**  
NPM. 1817041059

## SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah memberi kesehatan, hikmat, karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Budidaya Udang *Litopenaeus vannamei* Menggunakan NodeMCU ESP32 Berbasis IoT”**. Terwujudnya skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Segala kerendahan hati dan rasa hormat, penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Sri Wahyu Suciwati S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dan arahan serta ilmunya untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Donni Kis Apriyanto, S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dan saran sehingga skripsi ini menjadi lebih baik sampai akhir penulisan.
3. Bapak Drs. Amir Supriyanto, M.Si. selaku penguji utama yang telah mengoreksi kekurangan dan memberikan masukan serta saran selama penulisan skripsi ini.
4. Ibu Dra. Dwi Asmi, M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan serta ilmunya dari awal perkuliahan sampai menyelesaikan perkuliahan dan skripsi ini.

5. Bapak Gurum Ahmad Fauzi, S.Si., M.T. selaku Ketua Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
6. Bapak Dr. Eng. Suripto Dwi Yuwono, M.T selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung
7. Para bapak/ibu dosen serta karyawan di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung
8. Kedua orang tua yaitu Bapak Bambang Hermanto dan Ibu Siti Romlah yang telah memberikan dukungan secara moril dan materil serta senantiasa terus memberikan doa terbaik untuk penulis
9. Kakak-Adik penulis yaitu M. Agra Maulana, Fauziah Putri, dan Ezi Aryadi yang telah memberikan semangat serta senantiasa terus memberikan do'a terbaik untuk penulis
10. Teman-teman seperjuangan penelitian Mirda Khamidah, Dendi Rosandi, dan Mayola Prantica yang telah membantu penulis saat memulai penelitian hingga penelitian selesai.
11. Lapet Family (Rahmawati, Mega Pertiwi, Rosanti Sitohang, Shabrina Yakosati, Selvi Hidayanti, Tiara Widiastuti, Sayyidah Wulan Khaerunnisa, Faradila Nabila Putri, Grace Pricilia Michiko, Wayan Putri Yanti, Desy Setianingsih, Chandra Gumilang, Ester Novi Anfriani, Adi Sucipto, Hauzan Khairullah Miftah, Ahmad Saiful Munir) yang sudah memberikan dukungan, hiburan, semangat, serta menjadi tempat berkeluh kesah selama penyelesaian skripsi ini.
12. Asisten Praktikum Fisika Inti (Anisyah Anggraini, Rethanita Zaharani, Rysa Sonya R. P. Gultom, Farra Fazzria Octaviani, Yessi Efridahniar, Wiwin

Sulistiani, Wulan Warohma, Putu Bagus Raditya, dan Firmanda Fardony) yang sudah memberikan hiburan dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.

13. Seluruh mahasiswa jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung angkatan 2018 dan teman-teman yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT memberikan imbalan berlipat dan memudahkan langkah semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.

Bandar Lampung, 12 Desember 2022

Penulis

Eza Ariyani

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACK .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PENGESAAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>vii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>ix</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>x</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>SANWACANA .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5

1.5 Batasan masalah .....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Penelitian Terkait.....	6
2.2 Dasar Teori .....	9
2.2.1 Sistem Monitoring .....	9
2.2.2 Udang Vaname .....	10
2.2.3 Kualitas Air Tambak.....	12
2.2.4 NodeMCU ESP32.....	13
2.2.5 Sensor <i>Potential of Hydrogen</i> (pH) .....	15
2.2.6 Sensor Suhu DS18B20 Waterproof .....	17
2.2.7 Sensor <i>Total Dissolved Solid</i> (TDS).....	18
2.2.8 <i>Internet of Things</i> (IoT) .....	19
2.2.9 <i>Software</i> Arduino IDE .....	20
2.2.10 Telegram .....	22
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	24
3.2 Alat dan Bahan .....	25
3.3 Tahapan Penelitian .....	26
3.3.1 Perancangan Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ) .....	27
3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak ( <i>software</i> ) .....	34
3.3.3 Kalibrasi dan Pengujian .....	37
3.3.4 Pengambilan Data Uji Alat .....	42
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>43</b>
4.1 Realisasi Alat.....	43
4.2 Kalibrasi dan pengujian Alat Keseluruhan .....	44
4.2.1 Pengujian LCD 20x4 dengan Modul I2C .....	44
4.2.2 Pengujian Sensor Suhu DS18B20 .....	46
4.2.3 Pengujian Sensor <i>Total Dissolve Solid</i> (TDS).....	50
4.2.4 Pengujian Sensor pH Kit versi E201-C BNC .....	56
4.3 Pengujian Perangkat Lunak ( <i>software</i> ) .....	62

4.3.1	Pembuatan Bot Telegram .....	62
4.3.2	Pembuatan Program pada Perangkat Lunak Arduino IDE .....	63
4.4	Pengambilan Data Uji Alat dan Analisis Sistem Secara Keseluruhan .	67
<b>V.</b>	<b>SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>73</b>
5.1	Simpulan.....	73
5.2	Saran .....	73
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>75</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>80</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Hasil perancangan sistem monitoring kualitas air tambak udang, (1)Sensor DO, Sensor pH, Sensor DS18B20, (2) <i>Motor Stepper</i> , (3) Media Plan, (4) Arduino, (5) Modul <i>Wifi</i> ESP 8266-01, (6) DB9, (7) <i>Power Supply</i> , (8) Android . . . . .	7
2.2. Desain alat monitoring . . . . .	8
2. 3. Udang Vaname ( <i>Litopanaeus vannamei</i> ) . . . . .	11
2.4. Pinout ESP32 Devkit V1 . . . . .	14
2.5. Sensor pH Kit versi E201-C BNC. . . . .	16
2.6. Sensor suhu DS18B20. . . . .	18
2. 7. Sensor TDS. . . . .	19
2.8. Tampilan <i>sketch</i> Arduino IDE. . . . .	21
2.9. Aplikasi Telegram . . . . .	22
3.1. Diagram alir penelitian . . . . .	26
3.2. Diagram blok perencanaan sistem . . . . .	27
3.3. Rangkaian ESP32 ke sensor DS18B20 <i>waterproof</i> . . . . .	28
3.4. Rangkaian ESP 32 ke sensor <i>Total Dissolve Solid</i> (TDS) . . . . .	29
3.5. Rangkaian ESP32 ke sensor pH Kit versi E201-C BNC . . . . .	30
3.6. Rangkaian ESP32 ke rangkaian LCD I2C . . . . .	31
3.7. Rangkaian keseluruhan alat . . . . .	32
3.8. Rangkaian skematik . . . . .	32

3. 9. Desain alat monitoring air tambak .....	33
3.10. Posisi alat di tambak udang.....	34
3.11. Diagram alir perancangan perangkat lunak ( <i>Software</i> ).....	36
4. 1. Realisasi alat sistem monitoring kualitas air tambak udang, (1) LCD 20x4, (2) probe sensor TDS, (3) probe sensor DS18B20, (4) probe sensor pH, (5) Kabel Micro USB, (6) Modul LCD I2C, (7) Modul sensor TDS, (8) Modul Sensor pH, (10) Resistor 4,7 k $\Omega$ .....	43
4. 2. Rangkaian Pengujian LCD.....	45
4. 3. Hasil Pengujian LCD 20x4 .....	45
4. 4. Pengujian Sensor DS18B20 .....	47
4. 5. Grafik pengukuran suhu pada sensor DS18B20 terhadap HTC-2 .....	49
4. 6. Pengujian Sensor TDS untuk nilai padatan terlarut .....	52
4. 7. Sampel larutan kopi setiap penambahan 0,25 gram.....	53
4. 8. Grafik pengujian tegangan keluaran sensor (V) terhadap nilai padatan terlarut sampel larutan kopi.....	54
4. 9. Grafik perbandingan pengukuran menggunakan Sensor TDS terhadap TDS-3 Meter.....	55
4. 10. Pengujian Sensor pH.....	58
4. 11. Larutan Cuka.....	58
4. 12. Grafik Pengujian Tegangan Keluaran Sensor (V) pH Terhadap Nilai pH pada Sampel Larutan Cuka.....	59
4. 13. Grafik perbandingan pengukuran menggunakan Sensor pH terhadap pH meter .....	61
4. 14. Tampilan informasi pada aplikasi telegram .....	62
4. 15. Realisasi sistem monitoring di tambak udang.....	67
4. 16. Hasil pengukuran kualitas air tambak udang pada aplikasi telegram (a) pagi hari, (b) siang hari, dan (c) sore hari.....	68
4. 17. Perbandingan nilai suhu pada pagi, siang, dan sore hari.....	70

4. 18. Perbandingan nilai pH pada pagi, siang, dan sore hari .....	71
4. 19. Perbandingan nilai TDS pada pagi, siang, dan sore hari.....	72

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Parameter kualitas air tambak udang vaname .....	13
2. 2. Spesifikasi pH Kit versi E201-C BNC.....	17
2. 3. Spesifikasi sensor suhu DS18B20.....	18
2. 4. Spesifikasi sensor TDS .....	19
3. 1. Rancangan jadwal penelitian.....	24
3. 2. Alat-alat penelitian .....	25
3. 3. Bahan-bahan penelitian.....	25
3. 4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian .....	25
3. 5. Pengalamatan DS18B20 .....	29
3. 6. Pengalamatan sensor TDS.....	30
3. 7. Pengalamatan sensor pH Kit versi E201-C BNC.....	31
3. 8. Sambungan pin ESP32 dan komponen penunjang.....	33
3. 9. Data Karakteristik sensor suhu DS18B20 <i>waterproof</i> dengan Thermometer tipe HTC-2.....	38
3. 10. Data karakterisasi Sensor TDS Meter DfRobot untuk nilai padatan terlarut terhadap TDS-3 meter.....	39
3. 11. Data karakterisasi sensor pH Meter Kit versi E201-C BNC dengan larutan buffer.....	40
3. 12. Data akurasi sensor DS18B20.....	41

3. 13. Data presisi sensor sensor DS18B20.....	41
3. 14. Data akurasi sensor TDS meter DfRobot pada nilai padatan terlarut .....	41
3. 15. Data presisi sensor TDS meter DfRobot pada nilai padatan terlarut .....	41
3. 16. Data akurasi sensor pH meter kit versi E201-C BNC.....	42
3. 17. Data presisi sensor pH meter kit versi E201-C BNC.....	42
3. 18. Hasil pengujian alat secara keseluruhan .....	42
4. 1. Hasil pengukuran suhu sensor DS18B20 terhadap HTC-2.....	48
4. 2. Konversi tegangan keluaran sensor TDS ke PPM .....	53
4. 3. Konversi tegangan keluaran sensor pH ke nilai pH.....	59
4. 4. Hasil perbandingan pengukuran menggunakan Sensor pH terhadap pH meter ATC .....	60
4.5. Pengambilan data uji alat keseluruhan .....	69

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar belakang**

Indonesia merupakan pengekspor udang terbesar ketiga di pasar dunia setelah Thailand dan India (Soetjipto dkk., 2019). Berdasarkan klasifikasi jenisnya, pada dasarnya ekspor udang Indonesia terdiri dari udang vaname, udang windu, dan jenis udang lainnya. Jenis udang yang menjadi primadona ekspor Indonesia adalah udang vaname. Periode 2016 – 2020 tercatat nilai ekspor udang mengalami kenaikan rata-rata sebesar 7,12% dengan kontribusi nilai ekspor udang terhadap nilai ekspor perikanan Indonesia tahun 2020 mencapai 39,20%, artinya komoditas udang memiliki peranan yang sangat signifikan terhadap kinerja ekspor komoditas perikanan Indonesia (Ditjen PDSPKP KKP, 2021).

Udang vaname memiliki karakteristik yang spesifik yaitu memiliki ketahanan terhadap penyakit, mampu beradaptasi dengan lingkungan bersuhu rendah, tingkat keberlangsungan hidup yang tinggi (Yulistiani, 2019). Udang vaname juga dapat dipelihara dengan kepadatan dalam satu tambak yang cukup tinggi karena mampu memanfaatkan pakan dan ruang secara lebih efisien (Sumeru, 2009). Namun akibat kepadatan tinggi ini serta seiring bertambahnya umur udang hal ini akan sangat berpengaruh pada kebutuhan pakan udang yang dapat menimbulkan limbah sisa pakan dan feses udang, hal ini dapat menyebabkan kualitas air menjadi kurang baik

untuk perkembangan udang (Orfa dkk., 2015). Beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas air tambak seperti suhu, pH air (Salim dan Andini, 2019), tingkat kekeruhan (Avisena dkk., 2019), dan salinitas (Suriawan, 2019). Salah satu teknik untuk mengatasi persoalan tersebut yaitu adanya pemantauan atau monitoring kualitas air yang baik sehingga dapat menjaga kualitas air agar sesuai dengan standar untuk budidaya dan meningkatkan produktivitas tambak udang (Rusmiyati, 2012).

Monitoring kualitas air tambak sekarang ini banyak dilakukan secara konvensional dan berkala tentunya ada mengalami hambatan terutama pada masalah biaya yang sangat besar dan banyaknya waktu yang digunakan untuk melakukan monitoring. Monitoring lebih baik dapat dilakukan dengan metode jarak jauh sehingga meningkatkan efisiensi waktu dan menghemat biaya dengan menggunakan alat monitoring. Beberapa alat monitoring telah banyak dikembangkan di Indonesia menggunakan sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT). IoT sendiri merupakan konsep bahwa objek tertentu memiliki kemampuan untuk mengirimkan data melalui jaringan tanpa perlu interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer (Rachmadi, 2020).

IoT semakin berkembang seiring dengan perkembangan mikrokontroler, modul yang berbasiskan *ethernet* maupun *wifi* semakin banyak dan beragam dimulai dari *wiznet*, *ethernet shield* hingga yang terbaru adalah *wifi* modul sekaligus mikrokontroler yang dikenal dengan NodeMCU ESP32 yang merupakan generasi terbaru dari NodeMCU ESP8266 (Setiawan dan Purnamasari, 2019).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Pauzi dkk. (2017) telah berhasil

membuat sistem monitoring kualitas air tambak udang menggunakan Arduino uno berbasis IoT dengan menggunakan aplikasi Blynk sebagai display dan ESP8266-01 sebagai modul penghubung ke server Blynk dengan sensor parameter yang digunakan yaitu sensor suhu DS18B20, sensor *Dissolved oxygen* (DO), dan sensor pH kit DFRobot menunjukkan keberhasilan sistem monitoring. Penelitian tersebut dilakukan untuk mengetahui kualitas air tambak udang yang dapat diketahui menggunakan *smartphone* android. Namun pada penelitian ini tidak menggunakan LCD sebagai media penampil keluaran sensor dan jika terjadi kendala pada aplikasi dapat di pantau langsung menggunakan LCD tersebut. Berdasarkan hasil penelitian disarankan untuk menggunakan mikrokontroler yang sudah dilengkapi dengan modul *wifi* agar lebih efisien dan mengurangi rangkaian pada alat seperti menggunakan mikrokontroler ESP32 yang merupakan generasi terbaru dari modul *wifi* ESP8266, dan menambahkan parameter pengukuran tingkat salinitas. Selain itu Maulidin dkk. (2020) juga telah berhasil membuat sistem monitoring berbasis IoT menggunakan aplikasi android lainnya tentang penggunaan air PDAM berbasis bot telegram. Hal tersebut menunjukkan bahwa aplikasi telegram juga mampu dimanfaatkan sebagai aplikasi sistem monitoring karena telegram mendukung fitur bot atau dapat diartikan sebagai mesin yang dapat menanggapi sebuah pesan *user* secara otomatis untuk pekerjaan yang inginkan serta gratis, ringan dan multi-platform (*Telegram FAQ*, 2022). Belakangan ini Telegram dikenal sangat populer sebagai aplikasi pesan instan. Telegram merupakan aplikasi *cloud based* dan alat enkripsi. Telegram menyediakan *self destruction messages*, infrastruktur *multi-data center*, dan enkripsi *end-to-end* (Pinto, 2014).

Penelitian sistem monitoring ini akan menggunakan sensor suhu DS18B20 untuk mengukur nilai suhu, sensor TDS DFRobot untuk mengukur padatan terlarut, serta sensor pH Kit versi E201-C BNC untuk mengukur nilai pH kemudian akan diproses menggunakan mikrokontroler ESP32 dengan mengubah tegangan menjadi nilai kualitas air tersebut yang selanjutnya akan ditampilkan melalui LCD I2C sebagai media penampil output alat. Serta sistem akan mengirimkan data menggunakan internet dan ditampilkan menggunakan aplikasi Telegram.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana cara pembuatan alat monitoring kualitas air tambak menggunakan parameter suhu, padatan terlarut, dan pH dengan display LCD berbasis IoT?
2. Bagaimana perbandingan data yang diperoleh dari alat monitoring dengan data yang didapat melalui alat standar pengukur suhu, padatan terlarut, dan pH yang telah ada?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Membuat alat ukur kualitas air tambak menggunakan parameter suhu, padatan terlarut, dan pH dengan display LCD berbasis IoT.
2. Menganalisis perbandingan data yang didapat melalui alat yang dibuat dan data yang didapat melalui alat standar pengukur yang telah ada untuk mengetahui nilai *error* dan akurasi dari alat yang dibuat.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dilakukannya penelitian ini adalah terealisasi nya alat monitoring kualitas air tambak yang dapat memudahkan proses pengecekan parameter serta memberikan informasi kualitas air tambak udang secara *real-time* sehingga dapat dilakukan penanganan untuk memperbaiki kualitas air tambak.

#### 1.5 Batasan masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pengukuran kualitas air dilakukan pada tambak udang *Litopenaeus vannamei*.
2. Mikrokontroler yang digunakan adalah NodeMCU ESP32.
3. Parameter kualitas air yang diukur yaitu suhu, padatan terlarut, dan pH.
4. Sensor yang akan digunakan yaitu DS18B20 *waterproof*, sensor TDS Meter DFRobot, dan Sensor pH Kit versi E201-C BNC.
5. Bahasa pemrograman yang digunakan yaitu bahasa C++.
6. Menggunakan aplikasi Telegram untuk menerima dan menampilkan informasi kualitas air tambak udang.

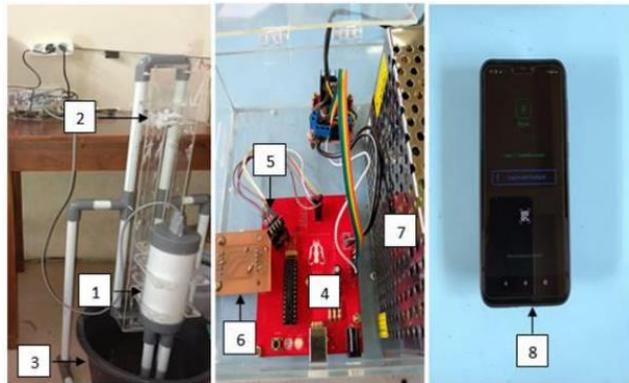
## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Terkait

Penelitian tentang rancang bangun penerima sinyal berbasis komunikasi nirkabel untuk sistem monitoring kualitas air menggunakan Arduino mega telah dilakukan sebelumnya oleh Pamungkas dkk. (2017). Pada penelitian tersebut metode pengiriman data menggunakan XBEE PRO dan menampilkan informasi kualitas air menggunakan aplikasi android, web, maupun via SMS (*Short Message Service*). Data pengukuran diperoleh dari parameter data yang dikirimkan melalui pengirim sinyal nirkabel dan diterima oleh penerima sinyal nirkabel setiap 20 detik sekali. Penelitian ini memiliki beberapa kekurangan, seperti XBEE PRO yang tidak bisa berdiri sendiri dan harus menggunakan mikrokontroler yang dapat memberikan perintah agar XBEE PRO dapat bekerja secara maksimal.

Penelitian lain tentang sistem monitoring kualitas air dilakukan oleh Pauzi dkk. (2017). Penelitian tersebut telah merancang sistem monitoring kualitas air tambak udang menggunakan aplikasi Blynk berbasis *Internet of Things* (IoT). Penelitian tersebut dilakukan untuk mengetahui kualitas air tambak udang yang dapat diketahui menggunakan *smartphone* Android. Prinsip kerja dari sistem ini adalah ketika sensor suhu DS18B20, sensor pH kit DFRobot, dan sensor *Dissolve Oxygen* (DO) dimasukkan ke dalam air tambak udang, sensor akan mendeteksi kualitas air.

Hasil dari pengukuran akan diproses oleh Arduino uno dan ditampilkan pada aplikasi Blynk menggunakan ESP8266-01 sebagai modul *wifi*. **Gambar 2.1** menunjukkan hasil rancangan keseluruhan sistem.



**Gambar 2.1.** Hasil perancangan sistem monitoring kualitas air tambak udang, (1)Sensor DO, Sensor pH, Sensor DS18B20, (2) Motor Stepper, (3) Media Plan, (4) Arduino, (5) Modul *Wifi* ESP 8266-01, (6) DB9, (7) *Power Supply*, (8) Android (Pauzi dkk., 2017).

Pada penelitian tersebut diperoleh persentase *Error* rata-rata pada sensor pH dengan larutan buffer sebesar 8,062 % dan akurasi nya sebesar 91,938 %, sensor DO dengan YSI55 diperoleh nilai *Error* rata-rata sebesar 4,626 % dan tingkat akurasi sebesar 95,374 %, nilai  $R^2$  pada sensor suhu yaitu 0,9998. Penelitian ini memiliki beberapa kekurangan, seperti belum dilengkapi dengan LCD untuk menampilkan informasi data jika terjadi kendala pada koneksi internet atau *smartphone* dan modul *wifi* yang belum dilengkapi dengan mikrokontroler agar lebih efisien dan dapat bekerja secara maksimal.

Machzar dkk (2018) sebelumnya telah melakukan penelitian tentang perancangan sistem monitoring berbasis Arduino nano. Pada penelitian tersebut menggunakan sensor pH, sensor kekeruhan, dan sensor suhu. Prinsip kerja sistem monitoring tersebut yaitu dengan memasukkan semua sensor ke dalam kolam dan memproses

data melalui mikrokontroler Arduino nano. Informasi data pengukuran ditampilkan menggunakan LCD. **Gambar 2.2** menunjukkan desain alat monitoring yang dibuat menggunakan akrilik.



**Gambar 2.2.** Desain alat monitoring (Machzar dkk., 2018)

Pengujian dari penelitian tersebut sensor pH menggunakan larutan air yang ditambahkan cuka. Diperoleh hasil jika larutan asam maka nilai sensor pH akan semakin menurun dan sebaliknya dari range pH 2,19 – 7,06. Pada sensor kekeruhan menunjukkan hasil jika semakin keruh air maka nilai sensor kekeruhan akan semakin tinggi, begitupun dengan nilai dari sensor suhu, semakin panas suhu air maka semakin meningkat pula nilai sensor suhu. Sistem ini memiliki kelemahan yaitu belum berbasis IoT sehingga monitoring belum dapat dilakukan secara jarak jauh dan hanya menggunakan LCD sebagai *display*.

Charisma dkk. (2019) telah membuat sistem yang dapat melakukan aktifitas monitoring kualitas pH air menggunakan sensor pH Kit versi E201-C BNC berbasis aplikasi web. Prinsip kerja sistem tersebut yaitu sensor pH yang berfungsi sebagai pendeteksi nilai pH berdasarkan perubahan tegangan pada probe pH. Data dari sensor selanjutnya diolah oleh Arduino uno secara *real time*. Data pengukuran akan

ditampilkan pada layar LCD dan dimonitor dalam aplikasi *web server*. Modul *Ethernet shield* digunakan sebagai penghubung ke internet. Berdasarkan pengujian tersebut diperoleh respon sistem dari alat ini yaitu 1,93 detik sedangkan presentase efisiensi sensor yang dihasilkan berdasarkan pengujian sebesar 94,16%. Penelitian ini memiliki beberapa kekurangan, seperti hanya menggunakan satu parameter sensor pengukuran yang digunakan dan masih menggunakan modul *wifi* tambahan untuk koneksi ke internet. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan ESP32 supaya tidak menggunakan modul internet tambahan dan agar efisien.

Selain itu Maulidin dkk. (2020) juga telah berhasil membuat sistem monitoring berbasis IoT menggunakan aplikasi *Android* tentang penggunaan air PDAM berbasis bot telegram. Penelitian tersebut dilakukan agar konsumen dapat dengan mudah memantau penggunaan konsumsi air dan tagihan yang harus dibayar. Prinsip kerja sistem tersebut yaitu menghitung debit yang keluar menggunakan sensor *waterflow meter* lalu diproses menggunakan Arduino uno dan biaya akan dikirim melalui bot telegram. Hal menunjukkan bahwa aplikasi telegram juga mampu dimanfaatkan sebagai aplikasi sistem monitoring karena telegram mendukung fitur bot atau dapat diartikan sebagai mesin yang dapat menanggapi sebuah pesan *User* secara otomatis untuk pekerjaan yang diinginkan.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Sistem Monitoring**

Sistem Monitoring merupakan sistem yang mampu melakukan pemantauan, pengamatan, dan pengawasan. Monitoring bertujuan untuk memberikan suatu informasi keberlangsungan proses untuk menetapkan langkah menuju ke arah

perbaikan yang berkesinambungan. Monitoring dapat didefinisikan siklus kegiatan yang mencakup pengumpulan informasi, peninjauan ulang atau *review, report* dan tindakan atas informasi suatu proses yang sedang diimplementasikan. Biasanya data sistem monitoring yang dikumpulkan bersifat *real time* (Corp, 2005).

Secara garis besar tahapan dalam sebuah sistem monitoring terbagi ke dalam tiga proses yaitu pengumpulan data monitoring, penganalisisan data monitoring serta proses penampilan data hasil monitoring. Monitoring yang masih bersifat konvensional memiliki kelemahan antara lain data hasil monitoring tidak akurat, membutuhkan waktu yang lama untuk memonitoring dengan mengambil sampel untuk diamati lalu di bawa ke laboratorium atau menggunakan peralatan sensor, memonitoring suatu keadaan serta membutuhkan aktifitas yang lebih banyak dalam pengumpulan data hasil monitoring yang diinginkan (Simbar dan Syahrin, 2017).

Perkembangan teknologi yang semakin maju merupakan faktor utama dalam perkembangan sistem monitoring saat ini. Seperti pada sistem monitoring kualitas air pada kolam budidaya ikan yang dilakukan oleh (Bhawiyuga dan Yahya, 2019) dengan melakukan pengukuran parameter kualitas air menggunakan sensor dan mengirimkannya ke perangkat *gateway* secara *real time* menggunakan jaringan sensor nirkabel.

### **2.2.2 Udang Vaname**

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu udang putih yang cukup komersial (BBAP, 2006). Budidaya udang vaname di Indonesia saat ini termasuk andalan sektor perikanan budidaya dan menjadi prioritas pengembangan akuakultur di Indonesia untuk meningkatkan perekonomian Nasional. Periode 2016

– 2020 tercatat nilai ekspor udang mengalami kenaikan rata-rata sebesar 7,12% dengan kontribusi nilai ekspor udang terhadap nilai ekspor perikanan Indonesia tahun 2020 mencapai 39,20%, artinya komoditas udang memiliki peranan yang sangat signifikan terhadap kinerja ekspor komoditas perikanan Indonesia (Ditjen PDSPKP KKP, 2021).

Jenis udang lainnya yang banyak dibudidayakan di Indonesia adalah jenis udang windu (*Panaeus monodon*). Udang Windu banyak dibudidayakan secara tradisional akan tetapi lebih rentan terhadap penyakit dan pertumbuhan yang lambat dibandingkan udang vaname. Udang vaname telah berhasil dibudidayakan dengan menerapkan teknologi intensif maupun secara tradisional atau tradisional modern, sedangkan udang windu masih dibudidayakan dengan menggunakan teknologi sederhana atau tradisional (Kristina, 2014). **Gambar 2.3** menunjukkan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).



**Gambar 2. 3.** Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) (Amri dan Kanna, 2008).

Keunggulan udang vaname ini tahan terhadap penyakit dan produktivitas yang tinggi. Laju pertumbuhan mencapai 1 - 1,5 gr/minggu, bisa dibudidayakan dengan padat penebaran tinggi (80 – 500 ekor/m<sup>2</sup>), waktu pemeliharaan relatif pendek

yakni sekitar 90-100 hari per siklus, kebutuhan protein pakan lebih rendah (20 – 30%) dibandingkan spesies lain, dan hemat pakan (KKP, 2021). Setelah melalui serangkaian penelitian dan kajian akhirnya melalui SK Menteri Kelautan dan Perikanan RI No. 41/2001 pemerintah secara resmi melepas udang vaname sebagai varietas unggul untuk dibudidayakan petambak di Indonesia.

### **2.2.3 Kualitas Air Tambak**

Udang sangat peka terhadap perubahan kualitas air. Kualitas air yang buruk dapat mengakibatkan rendahnya tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*), pertumbuhan, dan reproduksi udang. Berdasarkan Peraturan Menteri Kelautan Dan Perikanan Republik Indonesia No. 75/PERMEN-KP/2016/ udang vaname mampu hidup pada pH berkisar 7,5 – 8,5, suhu berkisar 28 – 30 °C, dan *Total Dissolved Solids* (TDS) berkisar 250 – 350 PPM (Holanda dkk., 2020). Namun menurut Tim Perikanan WWF-Indonesia (2014) parameter tersebut dapat berubah dengan perubahan iklim yang terjadi, seperti pada suhu dapat berubah karena dipengaruhi oleh musim, sedangkan pH berubah dipengaruhi oleh curah hujan yang semakin tinggi dan penurunan karbondioksida dalam ekosistem perairan tambak.

TDS merupakan parameter fisik air baku dan ukuran zat terlarut, baik zat organik maupun anorganik yang terdapat pada larutan. TDS mencakup jumlah material dalam air, material ini dapat berupa karbonat, bikarbonat, klorida, sulfat, fosfat, nitrat, kalsium, magnesium, natrium, ion-ion organik, dan ion-ion lainnya (Afrianita dkk., 2017). Kandungan TDS air laut mempunyai nilai TDS tinggi karena di dalam air laut mengandung banyak senyawa kimiawi, yang juga mengakibatkan tingginya konsentrasi salinitas dan nilai konduktivitas. TDS sangat dipengaruhi

oleh pelapukan dari kegiatan antropogenik (limbah-limbah organik) dan material organik yang berupa ion-ion yang umum ditemukan di perairan. TDS tidak bersifat toksik pada perairan alami, tetapi jika jumlahnya berlebihan dapat meningkatkan nilai kekeruhan. Nilai kekeruhan yang tinggi akan menghambat penetrasi cahaya matahari, sehingga mempengaruhi terhadap perkembangan udang (Effendi, 2003).

**Tabel 2.1** menunjukkan parameter yang telah sesuai dengan syarat kondisi udang vaname agar dapat dibudidayakan.

**Tabel 2.1.** Parameter kualitas air tambak udang vaname (Tim Perikanan WWF-Indonesia, 2014).

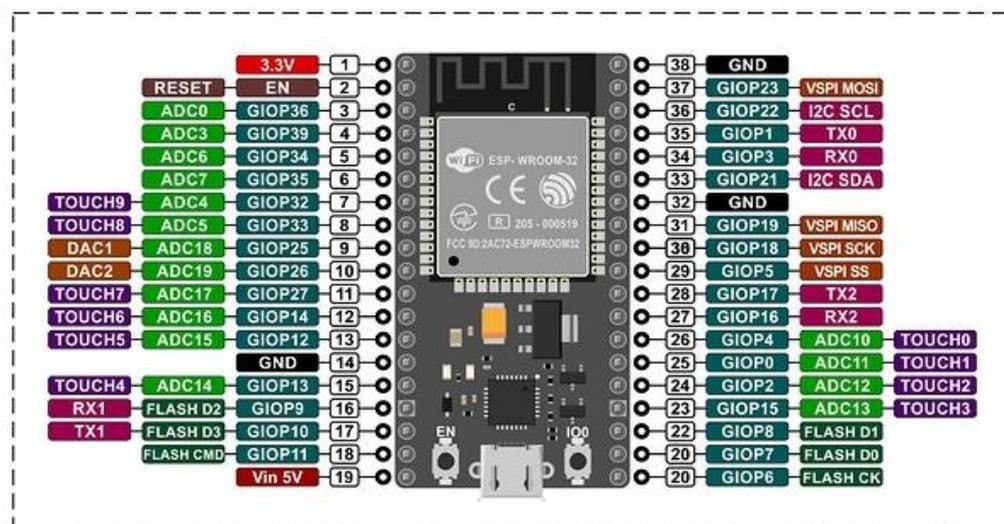
Parameter	Optimal	Toleransi
DO	>4 PPM	>3 PPM
Temperatur	28-32 °C	26-35 °C
Salinitas	15-25 ppt	0 – 35 < 35 ppt
pH	7,5 – 8,0	7 - 8,5
NH <sub>3</sub>	0 PPM	0,1 - 0,5 PPM
NO <sub>2</sub>	0 PPM	0,1 – 1 PPM
H <sub>2</sub> S	0 PPM	0,001 PPM
Alkalinitas	100-120 PPM	>100 PPM
Kecerahan	25-40 cm	
Pestisida/insektisida	0 ppb	
Warna Air	Hijau Kecoklatan	

#### 2.2.4 NodeMCU ESP32

ESP32 adalah *System on Chip* (SoC) berkemampuan *WIFI* dan Bluetooth yang sangat kuat dengan jumlah *General Purpose Input-Output* (GPIO) yang sangat banyak dan board development yang menunjukkan kekuatan dalam desain modul IoT yang sangat mudah di akses. ESP32 merupakan penerus dari ESP8266

dirancang dengan daya ultra rendah TSMC 40 nm teknologi, ini dirancang untuk mencapai kinerja daya terbaik, menunjukkan ketahanan, keserbagunaan, dan keandalan dalam berbagai aplikasi (Budijanto dkk., 2021).

Keunggulan dari mikrokontroler ESP32 jika dibandingkan dengan ESP8266 antara lain, ESP32 menggunakan NodeMCU Xtensa Dual Core 32-bit LX6 dengan 600 DMIPS sedangkan untuk ESP8266 masih menggunakan NodeMCU Xtensa Single-core dengan 32-bit L106. Jika dilihat dari sisi Bluetooth dan Wi-Fi. ESP32 telah terintegrasi secara *System on Chip*, sedangkan ESP8266 masih terpisah yang artinya bahwa dari sisi alat yang dibutuhkan ESP32 lebih unggul jika dibandingkan ESP8266 dimana ESP8266 membutuhkan beberapa perangkat lain untuk tujuan penelitian yang sama. ESP32 mempunyai pin GPIO paling banyak yakni 32 pin GPIO dibandingkan dengan ESP8266 yang hanya memiliki pin GPIO sebanyak 17 pin (Setiawan dan Purnamasari, 2019). **Gambar 2.4** menunjukkan *pin-out* pada NodeMCU ESP32 sebanyak 38 pin.



**Gambar 2.4.** Pinout ESP32 Devkit V1 (Dijkman, 2020).

Spesifikasi ESP32 Devkit V1 memiliki jumlah pin sebanyak 32 pin GPIO terdiri dari 16 pin ADC, 3 *universal asynchronous receiver-transmitter (UART) Interface*, 3 *serial peripheral interface (SPI)*, 2 *inter-integrated circuit (I2C) Interface*, 16 pin *pulse width modulation (PWM)*, 2 pin *digital analog converter (DAC)* (Budijanto dkk., 2021).

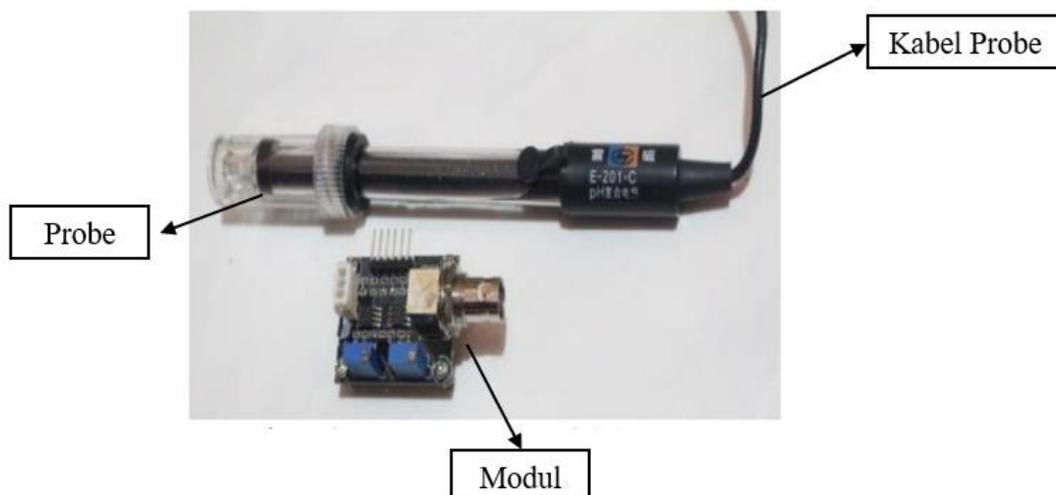
### 2.2.5 Sensor *Potential of Hydrogen (pH)*

pH didefinisikan sebagai kelogaritma aktivitas ion hidrogen ( $H^+$ ) yang terlarut. Semakin banyak elektron yang terdeteksi pada sampel maka semakin bernilai asam pula cairan tersebut, dan apabila semakin sedikit elektron yang terdeteksi maka sampel cairan tersebut bernilai basa. pH bersifat relatif terhadap sekumpulan larutan standar yang pH-nya ditentukan berdasarkan persetujuan internasional. Bila  $pH < 7$  larutan bersifat asam,  $pH = 7$  bersifat netral dan  $pH > 7$  larutan bersifat basa (Wicaksono, 2019).

Sensor adalah sebuah perangkat atau *device* yang dapat mengubah tampilan fisik menjadi besaran listrik sehingga dapat diolah dengan rangkaian listrik atau dapat diproses pada sistem digital. Sensor pH secara konsep memiliki keluaran analog. Prinsip kerja sensor pH meter yaitu *output* nilai yang ditampilkan dihasilkan dari reaksi kimia yang terdeteksi kemudian dirubah menjadi besaran tegangan listrik. Sensor pH dirancang untuk mendeteksi aktivitas hidrogen dengan elektroda kaca yang ujungnya terdiri dari kaca (*glass electrode*) tipis dan bulat (*bulb*) yang diisi dengan larutan HCl ( $0,1 \text{ mol/dm}^3$ ). Sebuah kawat perak dicelupkan ke dalam larutan untuk membentuk senyawa yang seimbang dengan larutan HCl untuk membentuk AgCl. Dalam keadaan ini, larutan pada *bulb* memungkinkan pertukaran

ion  $H^+$ . Konfigurasi sensor pH dengan elektron kaca memiliki potensial listrik yang sangat kecil. Oleh karena itu diperlukan pengkondisian sinyal yang berfungsi untuk menguatkan sinyal. Terdapat bagian penting dari pengkondisian sinyal tersebut yaitu regulator sumber tegangan yang berfungsi untuk pencatu elektron kaca. Tegangan sumber pencatu elektroda kaca harus stabil tidak berubah meskipun tegangan catu daya rangkaian berubah. Pengkondisian sinyal digunakan untuk menjamin perubahan tegangan keluaran sensor hanya karena pertukaran ion saja. Arus yang mengalir pada sensor akibat ionisasi secara otomatis berubah menjadi tegangan melalui impedansi rangkaian pengkondisian sinyal (Suryono, 2018).

Sensor pH meter dapat dikalibrasi dengan menggunakan larutan *buffer* standar (penyangga) yang sebelumnya telah diketahui aktivitas ion hidrogennya ( $H^+$ ) (Karastoglanni dkk., 2016). **Gambar 2.5** menunjukkan sensor pH yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu sensor pH Kit versi E201-C BNC dan spesifikasi sensor pH pada **Tabel 2.2**.



**Gambar 2.5.** Sensor pH Kit versi E201-C BNC (Barus dkk., 2018).

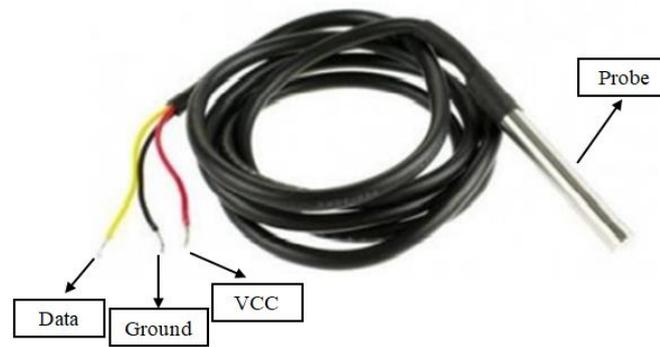
**Tabel 2. 2.** Spesifikasi pH Kit versi E201-C BNC

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Modul Power	5 V
Ukuran Modul	43 x 32 mm
Rentang Pengukuran	0 – 14
Akurasi	$\pm 0,1$ pH (25 °C)
Waktu Respon	$\leq 1$ menit
Sensor pH dengan Konektor BNC dan antarmuka ( <i>patch</i> 3 kaki).	

### 2.2.6 Sensor Suhu DS18B20 *Waterproof*

Sensor suhu DS18B20 adalah sensor dengan operasi *output* dalam bentuk data digital, dan beroperasi hanya menggunakan satu kabel atau disebut juga dengan *1-wire bus* yang menggunakan protokol *one wire*, atau hanya membutuhkan satu kabel untuk data dan *ground* yang terhubung ke mikrokontroler. Adanya protokol *one-wire* tersebut sehingga dapat dimanfaatkan untuk mengoperasikan banyak sensor DS18B20 sekaligus hanya dengan satu kabel penghubung yang sama (Bondarenko dkk., 2007).

Prinsip kerja sensor DS18B20 yaitu apabila *probe* pada sensor diberi perbedaan panas secara gradien akan menghasilkan tegangan listrik. Apabila temperatur semakin tinggi, maka ion-ion bergerak semakin cepat dan nilai konduktivitas listrik juga akan semakin tinggi (Irwan dan Afdal, 2016). Untuk memastikan proses transfer tegangan listrik tetap berjalan baik dan stabil maka perlu ditambahkan resistor *pull-up* 4,7 k $\Omega$  antara pin VCC dengan pin data (Bondarenko dkk., 2007). Sensor suhu DS18B20 adalah sensor suhu digital keluaran terbaru dari Maxim IC dan memiliki kelebihan yaitu tahan air (*waterproof*). **Gambar 2.6.** menunjukkan sensor suhu DS18B20 yang mempunyai 3 pin yaitu data, GND, dan VCC.



**Gambar 2.6.** Sensor Suhu DS18B20 (Avisena dkk., 2019)

**Tabel 2. 3.** Spesifikasi sensor suhu DS18B20

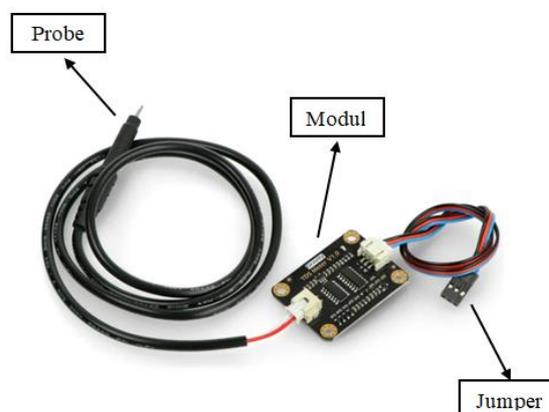
Spesifikasi	Keterangan
Tegangan operasi	3,0 – 5,5 V
Batas pengukuran suhu	-55 °C – 125 °C
Tingkat akurasi alat	± 0,5% (-10 °C – 85 °C)
Resolusi	9 – 12 bit
Kecepatan Konversi	< 750 ms

### 2.2.7 Sensor *Total Dissolved Solid* (TDS)

Sensor *Total Dissolved Solid* (TDS) menggunakan metode *electrical conductivity* (EC). *Electrical Conductivity* adalah kemampuan untuk menghantarkan listrik dari ion-ion yang terkandung. Pada *probe* sensor terdapat dua elektroda yang terpisah ketika dicelupkan ke dalam cairan atau larutan, rangkaian pengolah sinyal akan menghasilkan *output* yang menunjukkan konduktivitas listrik larutan tersebut. Sifat elektrolit atau kandungan partikel ion dari suatu cairan akan mempengaruhi hasil pengukuran konduktivitas listrik pada sensor TDS (McCleskey, 2011).

Sensor TDS dapat beroperasi menggunakan tegangan masukan 3,0 Volt – 5,5 Volt. Sensor ini memiliki 3 pin yaitu pin data, *voltase (at) collector* (VCC) dan *ground* (GND). Pin data terhubung ke pin analog sedangkan VCC terhubung ke pin *output* regulator dan GND terhubung ke pin ground regulator (Irawan dkk., 2021).

**Gambar 2.7** menunjukkan tampilan sensor TDS dan modul papan TDS serta spesifikasi dari sensor ini disajikan pada **Tabel 2.4**.



**Gambar 2. 7.** Sensor TDS (Botland - Robotic Shop, 2022).

**Tabel 2. 4.** Spesifikasi sensor TDS

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan operasi	3,0 – 5,5 V
Arus operasi	3 – 6 miliamper
Suhu operasi	-30 °C – 80 °C
Batas nilai	0 – 1000 PPM

### 2.2.8 *Internet of Things* (IoT)

*Internet of Things* (IoT) merupakan suatu konsep dimana objek tertentu mempunyai kemampuan untuk mentransfer data lewat jaringan *Internet* tanpa memerlukan adanya interaksi dari manusia ke manusia ataupun dari manusia ke perangkat komputer (Abilovani dkk., 2018). Proses *internet of things* pada monitoring menggunakan internet agar pengamatan dapat dilakukan secara terus menerus dan *real time* (Sasmoko dan Wicaksono, 2017). Perkembangan sekarang mengantarkan teknologi jaringan yang bukan saja hanya menghubungkan orang, namun menghubungkan orang dengan benda, dan juga benda dengan benda. Inilah dimulainya era *Internet of Things* (IoT) yang dapat dipahami sebagai lapisan informasi digital yang mencakup dunia fisik.

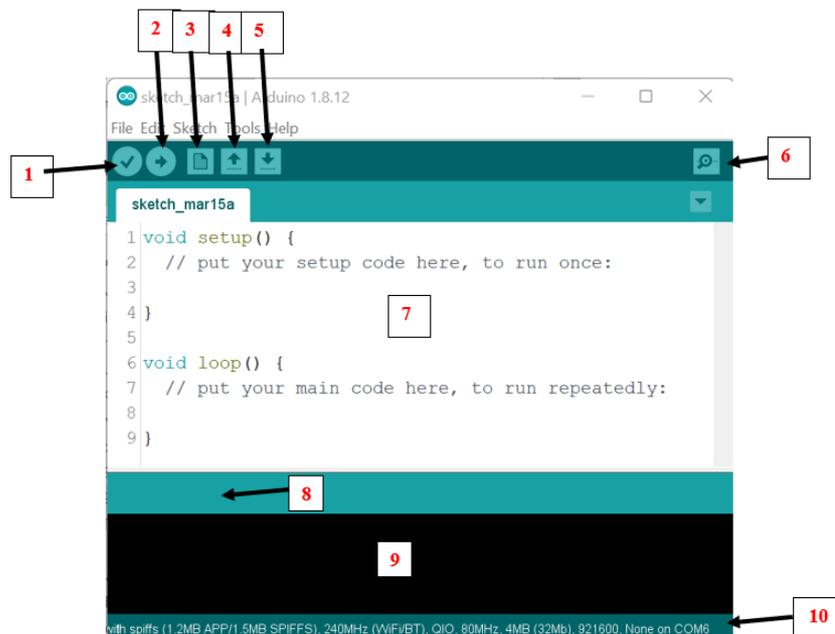
IoT dimanfaatkan sebagai media pengembangan kecerdasan akses dalam dunia industri, rumah tangga dan beberapa sektor yang sangat luas dan beragam contohnya sektor lingkungan, sektor rumah sakit, sektor keamanan, sektor umum dan sektor energi serta industri. IoT dapat dikembangkan dengan media perangkat elektronika seperti Arduino untuk keperluan yang spesifik. IoT juga dapat dikembangkan melalui aplikasi terpadu dengan sistem operasi android (Wasista dkk., 2019).

IoT sangat erat hubungannya dengan komunikasi mesin dengan mesin (M2M) tanpa campur tangan manusia ataupun komputer yang lebih dikenal dengan istilah cerdas (*Smart*) (Alfiansyah, 2020). Oleh karena itu, IoT sebagai salah satu teknologi terbaru yang dapat menjadi solusi untuk memantau dan memonitoring suatu kondisi secara real time. Penerapan *Internet of Things* (IoT) pada sistem monitoring dapat menjadikan pemantauan yang awalnya dilakukan secara manual berubah menjadi pemantauan secara digital.

### **2.2.9 Software Arduino IDE**

*Integrated Development Environment* (IDE), atau secara bahasa merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui *software* inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui sintaks pemrograman. Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C++. Bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan

suatu program bernama *Bootlader* yang berfungsi sebagai penengah antara compiler Arduino dengan mikrokontroler (Sinuarduino, 2016). **Gambar 2.8** merupakan antarmuka dari *software* Arduino IDE.



**Gambar 2.8.** Tampilan sketch Arduino IDE (Arduino, 2019).

Berdasarkan **Gambar 2.8** dapat dijelaskan bahwa fungsi dari komponen pada sketch Arduino IDE sebagai berikut.

1. *Verify* atau dikenal dengan compile, untuk memastikan program yang dibuat sudah benar dan tidak terdapat kesalahan atau *Error*. Proses ini untuk mengubah sketch menjadi kode biner untuk diunggah ke mikrokontroler.
2. *Upload* berfungsi untuk mengunggah sketch ke board Arduino.
3. *New sketch* berfungsi untuk membuka window dan sketch baru.
4. *Open sketch* berfungsi untuk membuka sketch yang sudah dibuat dan disimpan sebelumnya dengan format file “.ino”.
5. *Save sketch* berfungsi untuk menyimpan sketch.
6. *Serial monitor* berfungsi untuk membuka interface sebagai komunikasi serial.

7. *Sketch* berfungsi sebagai tempat untuk menuliskan program
8. Keterangan aplikasi berfungsi untuk menampilkan pesan seperti saat proses “*compiling*” dan “*done uploading*”.
9. Konsol berfungsi untuk menampilkan pesan yang sedang dikerjakan dan memberikan informasi tentang sketch yang dibuat.
10. *Port* berfungsi untuk menginformasikan port yang sedang dipakai dalam board Arduino (Arduino, 2019).

### 2.2.10 Telegram

Telegram adalah aplikasi *Messenger* dengan fokus pada kecepatan dan keamanan, serta sangat cepat, sederhana, dan gratis. Tercatat pada saat ini telegram memiliki lebih dari 500 juta pengguna aktif bulanan dan merupakan salah satu dari 10 aplikasi yang paling banyak diunduh di dunia (*Telegram FAQ*, 2022). Selain sebagai untuk percakapan sehari-hari telegram juga mempunyai fitur bot telegram yang sangat populer di kalangan developer saat ini. Aplikasi Telegram dipilih karena aplikasi ini gratis, ringan, multi platform dan dapat merespon pesan secara cepat (Gunawan dkk., 2018). **Gambar 2.9.** menunjukkan logo aplikasi telegram saat ini.



**Gambar 2.9.** Aplikasi Telegram (*Telegram FAQ*, 2022)

Telegram bot adalah sebuah bot atau robot yang diprogram dengan berbagai perintah untuk menjalankan serangkaian instruksi yang diberikan oleh pengguna. Bot ini hanyalah sebuah akun Telegram yang dioperasikan oleh perangkat lunak yang memiliki fitur *Artificial Intelligence* (AI). Dalam pembuatan bot telegram terdapat dua cara yaitu *long-polling* dan *webhook*. Dua metode pengujian ini menggunakan parameter waktu respon yaitu kisaran waktu penggunaan yang diperlukan mulai dari user akan menerima balasan dari bot telegram. Metode *long-polling*, server akan memeriksa secara periodik ke bot apakah ada yang masuk apabila ada yang masuk server akan mengeksekusi sesuai dengan pesan *request* yang dikirim pengguna. Metode *webhook* server akan berada pada sebuah *hosting* wajib menggunakan *https*, sehingga bot yang tersimpan di server bisa diakses oleh user (Soeroso dkk., 2017).

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan pada bulan Mei 2022 sampai Oktober 2022. Perancangan dan pembuatan alat serta pengambilan data dilakukan di Laboratorium Elektronika Dasar dan Instrumentasi, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Pengambilan data menggunakan alat dilakukan di Tambak udang Way Lubuk Kalianda. **Tabel 3.1** menunjukkan rancangan jadwal penelitian.

**Tabel 3. 1.** Rancangan jadwal penelitian

No	Kegiatan	Waktu Pelaksanaan (Bulan ke-)					
		1	2	3	4	5	6
1	Studi literatur dan pembuatan proposal usul penelitian	■					
2	Perancangan sistem monitoring	■					
3	Pengujian dan pengambilan data penelitian			■			
4	Analisis data dan pembuatan laporan akhir					■	

### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 3.2.**

**Tabel 3. 2.** Alat-alat penelitian

No	Nama	Fungsi
1.	Laptop	Untuk membuat program menggunakan <i>software</i> Arduino IDE
2.	<i>Android</i>	Mengontrol modul serta memonitoring kualitas air
3.	Kabel <i>Micro</i> USB	<i>Mendownload</i> program Arduino
4.	Peralatan kerja lainnya	Pendukung dalam pembuatan alat, seperti solder, bor, gunting, dan sebagainya

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 3.3.**

**Tabel 3. 3.** Bahan-bahan penelitian

No	Nama	Fungsi
1.	ESP 32	Sebagai sistem kontrol <i>input output</i> (I/O) untuk pembacaan data sensor dan mengatur proses pengiriman dan menerima data
2.	<i>Power supply</i>	Sebagai sumber tegangan
3.	Sensor <i>digital temperature</i> DS18B20	Untuk mengukur dan mendeteksi suhu
4.	Sensor <i>TDS Meter</i> DFRobot	Untuk mengukur dan mendeteksi padatan terlarut
5.	Sensor pH Versi E201-C BNC	Untuk mengukur dan mendeteksi kadar keasaman dalam air
6.	LCD I2C 20x4	Untuk media penampil pengukuran keluaran sensor

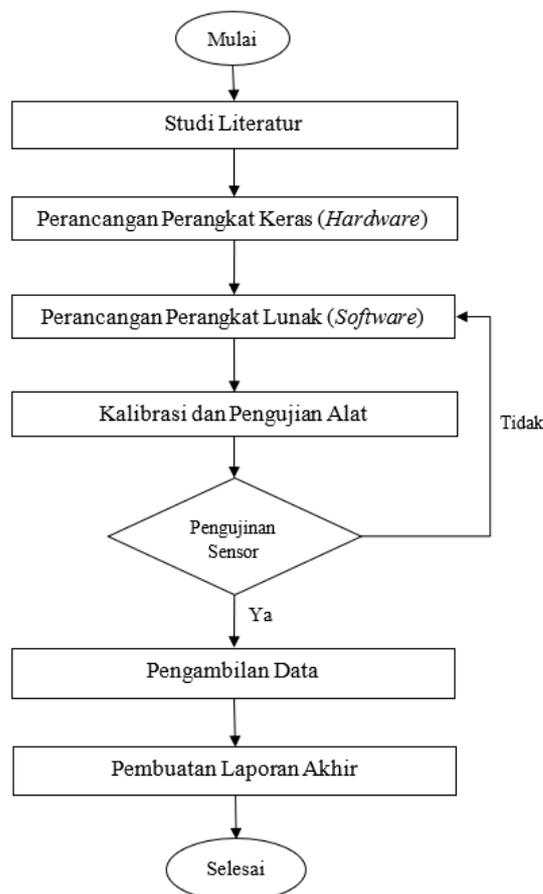
Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 3.4.**

**Tabel 3. 4.** Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian

No.	Nama	Fungsi
1.	Arduino IDE	membuat dan meng-upload program ke ESP32 serta menampilkan pembacaan hasil rancang bangun alat oleh ESP32
2.	Fritzing	Membuat gambar rangkaian
3.	SketchUp	Membuat desain alat monitoring
4.	Microsoft Office Word 2010	Menulis laporan penelitian
5.	Microsoft Office Excel 2010	Menulis dan mengolah data penelitian

### 3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian sistem monitoring ini terdiri dari beberapa tahap. Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini ditunjukkan seperti diagram alir pada **Gambar 3.1**.



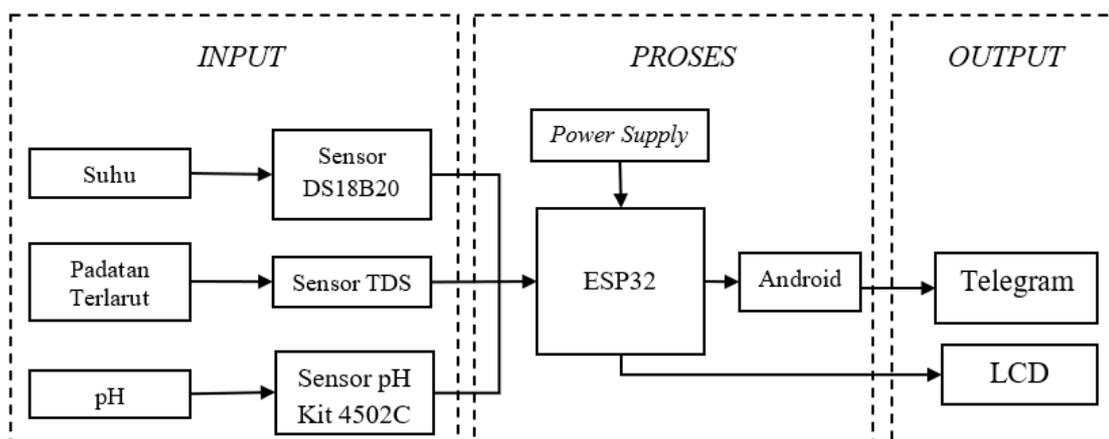
**Gambar 3.1.** Diagram alir penelitian

**Gambar 3.1** menunjukkan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini. Penelitian akan dimulai dari studi literatur persiapan dengan mempelajari konsep-konsep yang terkait dalam pembuatan sistem monitoring kualitas air tambak udang serta perancangan dan pembuatan perangkat keras (*Hardware*). Dilanjutkan dengan pembuatan perangkat lunak (*Software*) menggunakan aplikasi Arduino IDE dan aplikasi Telegram. Pada tahap setelah pembuatan alat selesai

dilakukan pengujian kinerja alat sekaligus pengambilan data kualitas air tambak udang *Vannamei* dan dilanjutkan dengan analisis data serta pembuatan laporan.

### 3.3.1 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah *smartphone* Android, ESP32, *power supply*, sensor suhu DS18B20, Sensor TDS DFRobot, Sensor pH Kit versi E201-C BNC, dan LCD I2C 20x4. **Gambar 3.2** menunjukkan diagram blok perencanaan sistem berupa sensor suhu, sensor TDS, dan sensor pH sebagai masukan, ESP32 sebagai mikrokontroler nya, dan LCD dan telegram sebagai penampilan data.



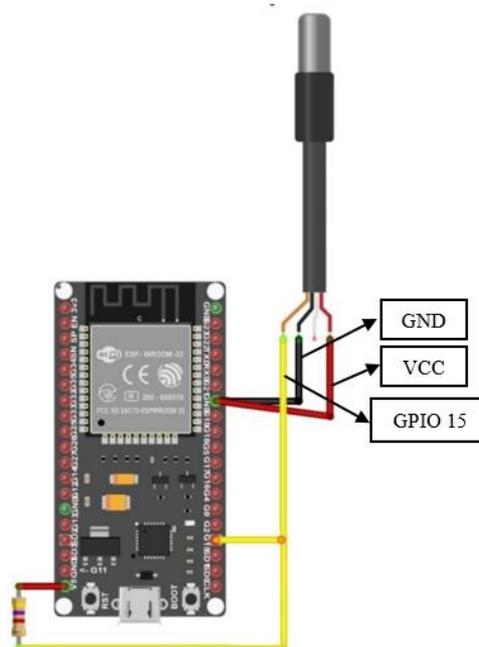
**Gambar 3.2.** Diagram blok perencanaan sistem

**Gambar 3.2** merupakan diagram blok perangkat keras (*hardware*) terbagi menjadi 3 (tiga) bagian blok yaitu blok diagram masukan sensor suhu, sensor TDS, dan sensor pH, selanjutnya masukan diproses menggunakan mikrokontroler ESP32 yang diberi *power supply* sebagai sumber tegangan. Setelah diproses data ditampilkan pada aplikasi telegram dan LCD. Terdapat digital *sensor temperatur* DS18B20 pada blok diagram tersebut yang digunakan untuk mengukur dan mendeteksi temperatur pada air dalam tambak, sensor TDS digunakan untuk

mengukur dan mendeteksi padatan terlarut kualitas air pada air dalam tambak, sensor pH Kit versi E201-C BNC digunakan untuk mengukur dan mendeteksi kadar pH pada air dalam tambak, dan ESP32 yang digunakan sebagai mikrokontroler yang memproses semua sistem.

#### a. Rangkaian ESP32 dengan Sensor Suhu DS18B20

Pada penelitian ini sensor suhu DS18B20 digunakan sebagai pengukur temperatur air tambak udang. Sensor DS18B20 mempunyai tiga pin yang terdiri dari +5V, *ground*, dan *output* data. Temperatur pada DS18B20 beroperasi pada suhu -55 °C hingga 125 °C. Keunggulan DS18B20 yaitu berupa *output* data digital dengan nilai ketelitian  $\pm 0,5$  °C selama kisaran temperatur 10 °C hingga +85°C sehingga mempermudah pembacaan pada mikrokontroler. **Gambar 3.3** menunjukkan rangkaian sensor DS18B20 dengan NodeMCU ESP32.



**Gambar 3.3.** Rangkaian ESP32 ke sensor DS18B20 waterproof

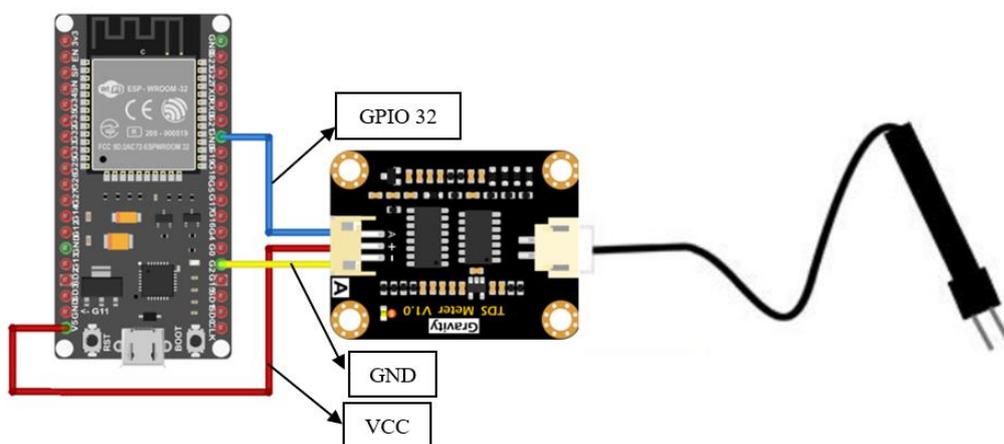
Pada **Tabel 3.5** menunjukkan pengalamatan pin-pin DS18B20 ke kaki-kaki ESP32 dalam pembuatan rangkaian.

**Tabel 3. 5.** Pengalamatan DS18B20

Pin DS18B20	Pengalamatan DS18B20 Pada ESP32
Ground	GND
Digital	GPIO 15
3 – 5,5 V	5 V

**b. Rangkaian ESP32 dengan Sensor TDS (*Total Dissolve Solid*) Meter DFRobot**

Pada penelitian ini sensor TDS *meter* DFRobot digunakan sebagai pengukuran padatan terlarut air di tambak udang. Sensor TDS menggunakan prinsip kerja dua elektroda yang terpisah untuk mengukur nilai konduktivitas listrik dari cairan sampel. Sensor TDS mempunyai 3 pin yang terdiri dari +5V, output data, dan *ground*. **Gambar 3.4** menunjukkan rangkaian sensor TDS dengan NodeMCU ESP32.



**Gambar 3.4.** Rangkaian ESP 32 ke sensor TDS (*Total Dissolve Solid*)

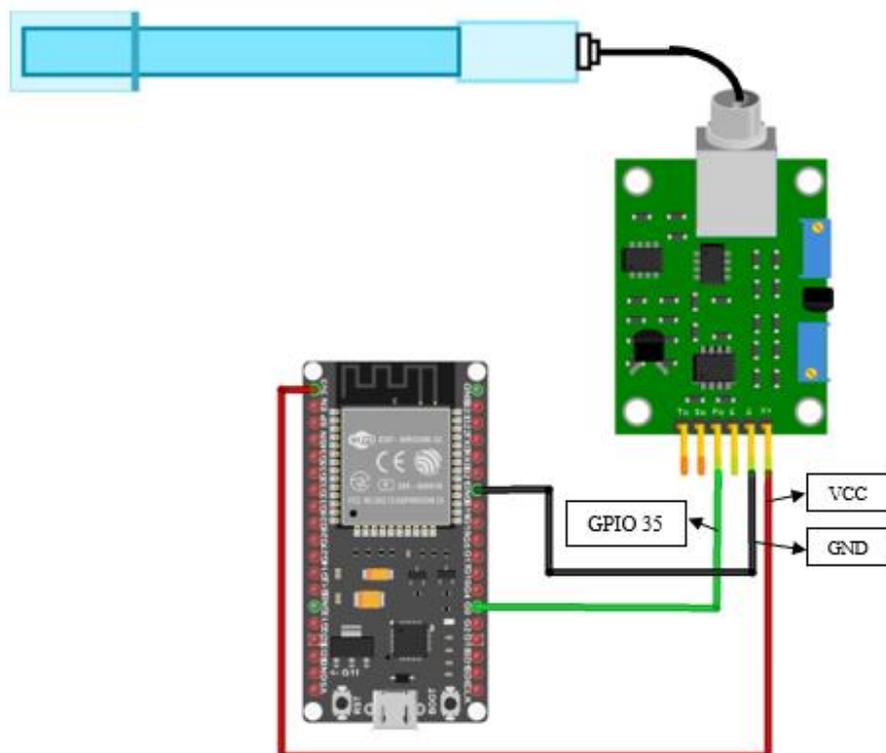
Pada **Tabel 3.6** menunjukkan pengalamatan pin-pin Sensor TDS ke kaki-kaki ESP32 dalam pembuatan rangkaian.

**Tabel 3. 6.** Pengalamatan sensor TDS

Pin Sensor TDS	Pengalamatan Sensor TDS Pada ESP32
Ground	GND
Analog	GPIO 32
3 – 5,5 V	5 V

**c. Rangkaian ESP32 dengan Sensor pH Kit versi E201-C BNC**

Pada penelitian ini Sensor pH Kit versi E201-C BNC digunakan untuk mengukur kadar pH (kadar keasaman) pada air tambak udang. Sifat asam mempunyai pH antara 0 hingga 7 dan sifat basa mempunyai pH antara 7 hingga 14. Prinsip kerja alat ini yaitu semakin banyak elektron pada sampel maka akan semakin asam begitu pun sebaliknya, karena batang pada pH meter berisi elektrolit lemah. **Gambar 3.5** menunjukkan rangkaian ESP32 dengan sensor pH kit 4507.

**Gambar 3.5.** Rangkaian ESP32 ke sensor pH Kit versi E201-C BNC

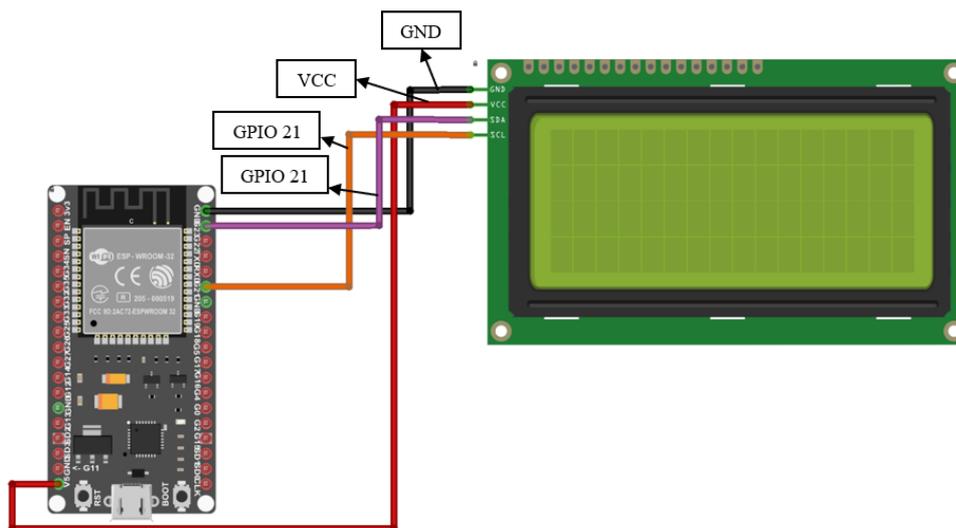
Pada **Tabel 3.7** menunjukkan pengalamanan pin-pin Sensor pH Kit versi E201-C BNC ke kaki-kaki ESP32 dalam pembuatan rangkaian.

**Tabel 3. 7.** Pengalamanan sensor pH Kit versi E201-C BNC

Pin Sensor pH Kit versi E201-C BNC	Pengalamanan Sensor pH Pada Arduino Uno
Ground	GND
Analog	GPIO 35
3 – 5,5 V	5 V

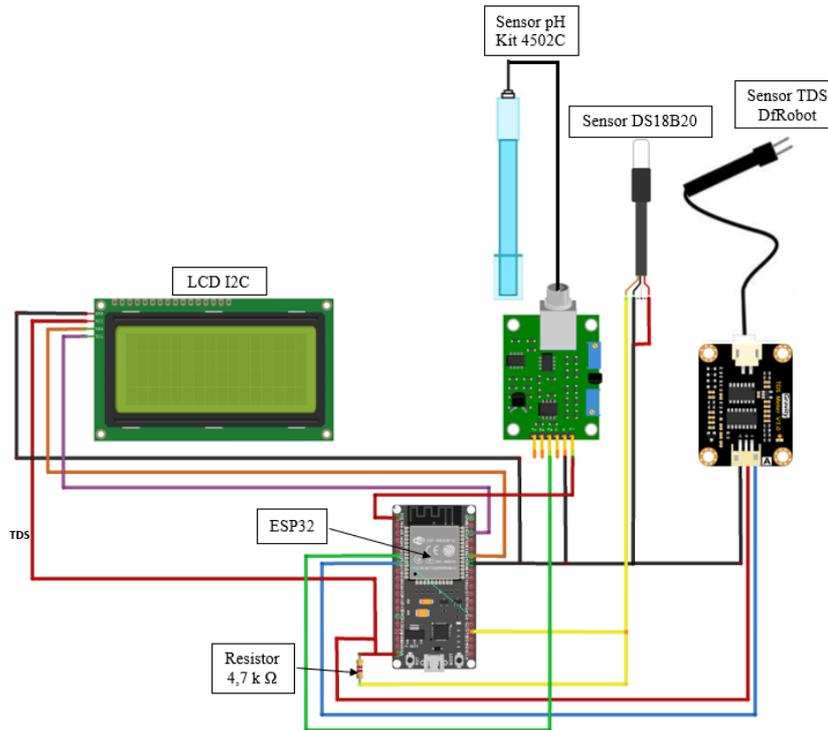
#### d. Rangkaian ESP32 dengan LCD I2C

Pada penelitian ini data hasil pengukuran berupa nilai kualitas air akan ditampilkan pada LCD. **Gambar 3.6** merupakan rangkaian ESP32 yang dihubungkan dengan LCD I2C.

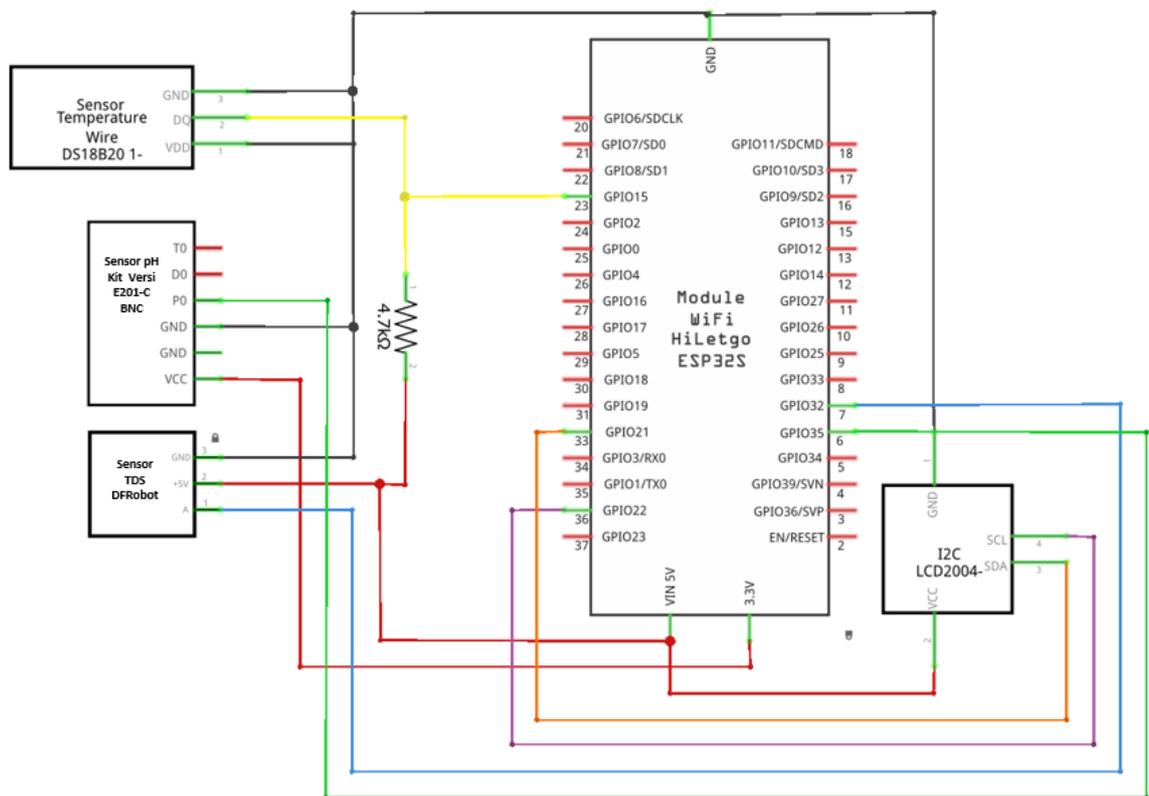


**Gambar 3.6.** Rangkaian ESP32 ke rangkaian LCD I2C

LCD yang digunakan merupakan LCD I2C 20x4. LCD I2C berkomunikasi menggunakan pin SDA dan SCL yang dihubungkan ke pin GPIO 21 dan GPIO 22. Kemudian VCC dihubungkan ke pin 5V pada ESP32. Rangkaian Keseluruhan dari alat ini dapat dilihat pada **Gambar 3.7**, dan rangkaian skematik pada **Gambar 3.8**.



Gambar 3.7. Rangkaian keseluruhan alat



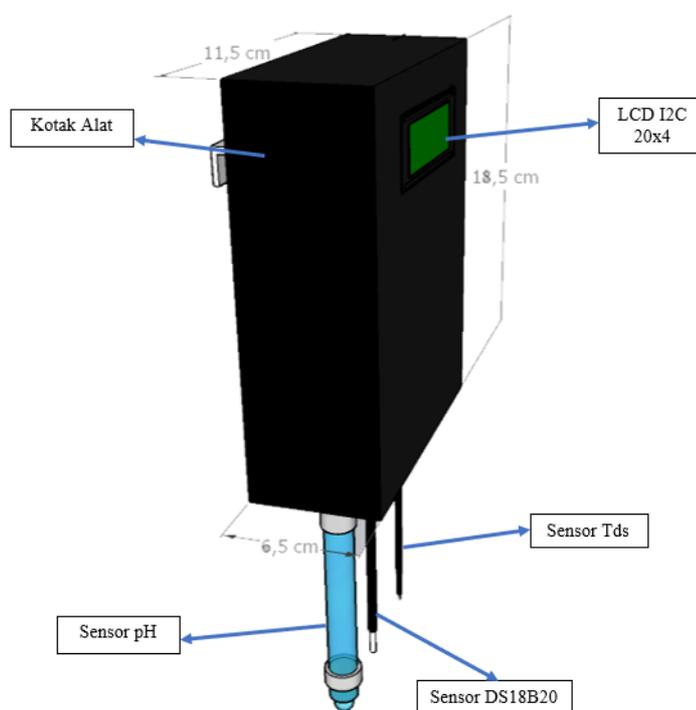
Gambar 3.8. Rangkaian skematik

**Tabel 3.8** menunjukkan sambungan ESP32 pada komponen-komponen yang digunakan. Rangkaian keseluruhan pada penelitian ini terdiri dari tiga sensor.

**Tabel 3. 8.** Sambungan pin ESP32 dan komponen penunjang

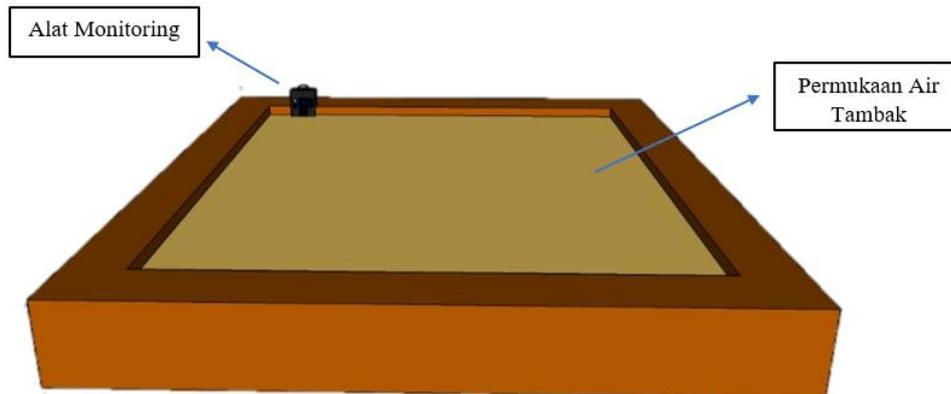
No	Pin ESP32	Pin Komponen
1	GPIO 35	Pin input sensor pH meter kit
2	GPIO 32	Pin input sensor TDS meter
3	GPIO 15	Pin input sensor suhu DS18B20
4	GPIO 21	Pin SDA LCD I2C 20x4
5	GPIO 22	Pin SCL LCD I2C 20x4

Desain alat monitoring kualitas air tambak udang dapat dilihat pada **Gambar 3.9**.



**Gambar 3. 9.** Desain alat monitoring air tambak

Kotak alat monitoring kualitas air tambak memiliki ukuran 18,5 cm x 11,5 cm x 6,5 cm. bagian depan terdapat LCD I2C 20x4 untuk menampilkan data pengukuran serta ada pengait untuk membuka dan menutup kotak alat. Kemudian disisi bagian bawah terdapat tiga sensor yaitu sensor pH, sensor suhu, dan sensor TDS. **Gambar 3.10** menunjukkan posisi alat monitoring diletakkan di bagian pinggir tambak udang dengan bagian probe sensor masuk ke dalam air tambak.

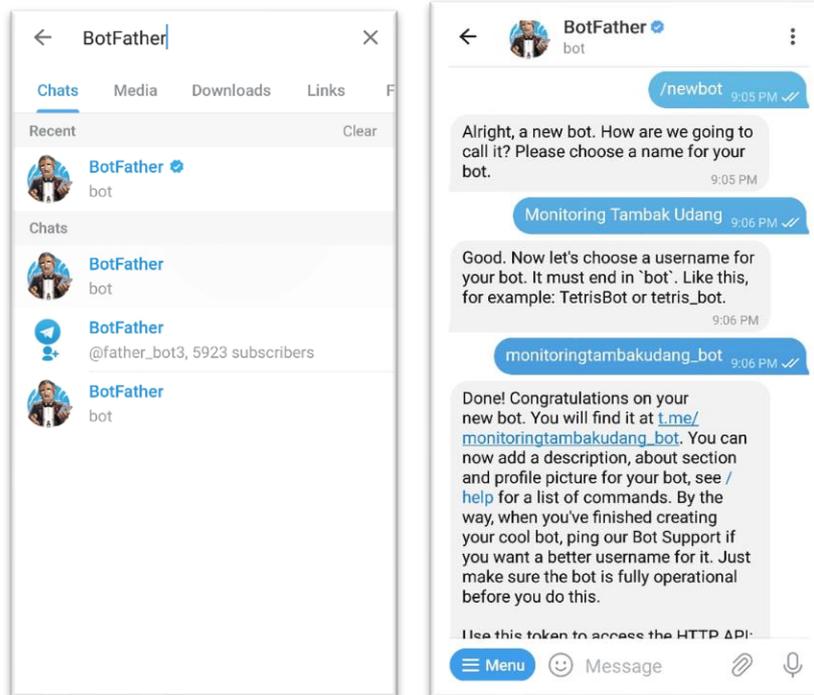


**Gambar 3.10.** Posisi alat di tambak udang

### 3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

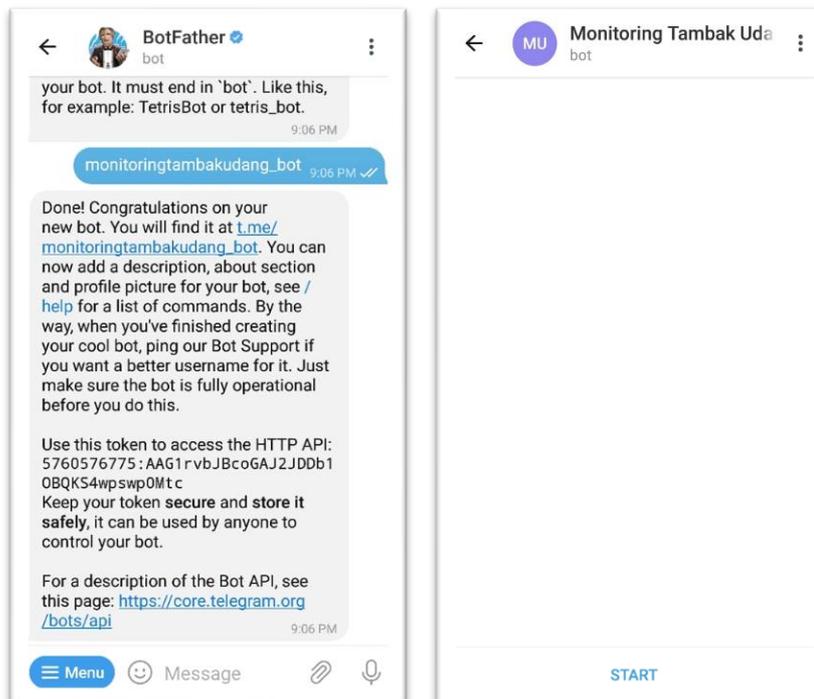
#### a. Pembuatan Bot Telegram

Aplikasi Telegram yang digunakan pada penelitian ini dapat di-*download* di *google playstore*. Setelah men-*download* aplikasi telegram selanjutnya yaitu membuat konfigurasi telegram untuk telegram bot dan membaca *IDBot* telegram. Langkah pertama yaitu membuat akun telegram bot dengan mencari *BotFather* di kotak pencarian lalu meng-*klik* tombol *restart* untuk menjalankan *BotFather*, maka akan muncul perintah dasar *BotFather*. Perintah */newbot* digunakan untuk membuat bot telegram baru, meng-*klik* tombol *send* maka akan keluar perintah untuk menulis nama bot yang ingin dibuat dengan menulis **Monitoring Tambak Udang** sebagai nama bot dan membuat *username* bot telegram yaitu **monitoring\_tambak\_udang\_bot**. *Token* akan diperoleh jika berhasil dan nantinya *token* akan dimasukkan ke dalam program ArduinoIDE. *IDBot* diperoleh dengan kembali ke tampilan awal telegram menulis *IDBot* lalu meng-*klik* *start*. Perintah */getid* digunakan untuk memperoleh *IDBot* yang telah dibuat. Tampilan aplikasi telegram untuk membuat bot telegram dapat dilihat pada **Gambar 3.11**.



(a)

(b)



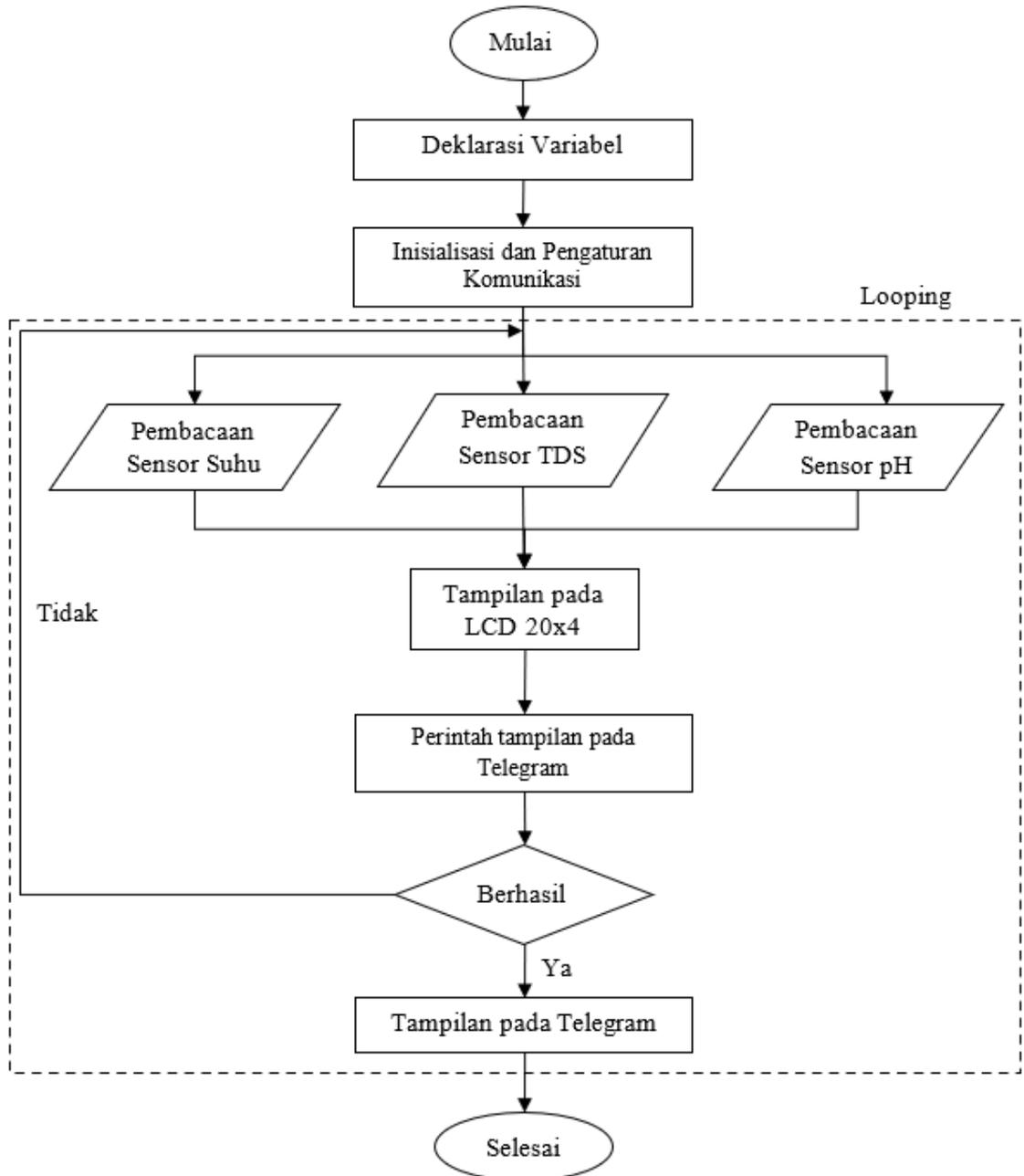
(c)

(d)

**Gambar 3. 11.** Tampilan Membuat Bot Telegram (a) Pencarian BotFather, (b) Tampilan pembuatan bot baru, (c) Tampilan token, (d) Tampilan bot monitoring yang telah dibuat

### b. Pembuatan Program pada Perangkat Lunak Arduino IDE

Langkah-langkah yang dilakukan untuk perancangan perangkat lunak pada penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 3.12**.



**Gambar 3.12.** Diagram alir perancangan perangkat lunak (*Software*)

### 3.3.3 Kalibrasi dan Pengujian

Kalibrasi dan pengujian dilakukan pada alat yang telah dirancang agar hasil pengukuran sensor sesuai dengan instrumen terkalibrasi. Pengujian sensor dilakukan dengan membandingkan *output* dari instrumen yang dirancang dan instrumen terkalibrasi. Pada penelitian ini dilakukan kalibrasi dan pengujian diantaranya:

a. Pengujian LCD I2C 20x4

Pengujian pada LCD terlebih dahulu dilakukan untuk memastikan keadaan LCD dalam kondisi yang baik. Pengujian LCD dilakukan dengan menampilkan teks pada LCD untuk menunjukkan kesesuaian antara input dari program dengan display LCD I2C.

b. Pengujian sensor suhu DS18B20

Mekanisme pengujian sensor DS18B20 yaitu memasukkan sensor ke dalam gelas *beaker* yang berisi air, kemudian dipanaskan dengan menggunakan api kompor kecil hingga menunjukkan suhu 52°C. Setelah itu, mematikan kompor dan memasukkan kedua probe sensor yaitu probe sensor DS18B20 dan probe sensor HTC-2 ke dalam wadah air yang telah dipanaskan untuk membandingkan hasil kedua pengukuran sensor. Pengukuran parameter ini dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan. Data dalam pengukuran mencakup suhu dari 25-52°C dengan *interval* 1°C setiap pengukurannya dan hasil pengujian sensor DS18B20 terhadap HTC-2. Pengujian ini dilakukan untuk membuktikan bahwa sensor dapat melakukan pengukuran dengan baik dan mengetahui *Error* dan akurasi dari data hasil pengukuran. **Tabel 3.9**

menunjukkan data pengujian sensor DS18B20 dengan alat pembanding Thermometer HTC-2.

**Tabel 3. 9.** Data Karakteristik sensor suhu DS18B20 *waterproof* dengan Thermometer tipe HTC-2

No	Suhu pada Thermometer tipe HTC-2 (°C)			Suhu pada Sensor DS18B20 <i>waterproof</i> (°C)			Suhu Rata-Rata Thermometer tipe HTC-2 (°C)	Suhu Rata-Rata DS18B20 <i>waterproof</i> (°C)
	1	2	3	1	2	3		
	1	.	24					

c. Pengujian sensor *Total Dissolve Solid* (TDS)

Pengujian pada sensor TDS dilakukan dengan mengukur kadar padatan terlarut pada beberapa sampel larutan yang nilai padatan terlarut nya bervariasi dan hasil yang diperoleh akan dibandingkan dengan hasil yang diperoleh TDS-3-meter dengan menggunakan sampel air yang sama seperti pada **Tabel 3.10**. Mekanisme pengujian sensor TDS untuk nilai padatan terlarut yaitu mengukur tegangan dari beberapa sampel larutan terlarut dengan padatan terlarut yang berbeda-beda. Larutan yang digunakan yaitu larutan kopi yang dibuat dengan mencampurkan 100 ml aquades dan setiap penambahan 0,25 gram kopi bubuk. Pada penelitian ini menggunakan 10 sampel larutan kopi dari penambahan kopi bubuk dari 0,25 gram – 2,50 gram sehingga menghasilkan padatan terlarut yang berbeda-beda. Penambahan bubuk kopi mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Wirman dkk. (2019) tentang kajian tingkat akurasi sensor pada rancang bangun alat ukur *Total Dissolved Solids* (TDS) dan tingkat kekeruhan air diperoleh bahwa menggunakan sampel larutan kopi menunjukkan hasil dengan pola yang bagus dan bekerja dengan baik. Larutan Kopi mengandung

kafein, ion kobalt, dan ion-ion lainnya yang terdeteksi sebagai padatan terlarut. Ion Kobalt (Co) akan semakin meningkat sesuai bertambahnya usia udang. Jika kadar Co semakin tinggi, maka akan mempengaruhi nafsu makan udang (Maramis dkk., 2013). Pengujian ini dilakukan untuk membuktikan bahwa sensor dapat melakukan pengukuran dengan baik dan mengetahui *Error* dan akurasi dari data hasil pengukuran.

**Tabel 3. 10.** Data karakterisasi Sensor TDS Meter DFRobot untuk nilai padatan terlarut terhadap TDS-3 meter

Kopi (gr)/100 ml aquades	TDS-3 Meter (PPM)	Tegangan keluaran sensor TDS (V)	Sensor TDS Meter DFRobot (PPM)			Rata – rata sensor TDS (PPM)	Selisih pengukuran
			1	2	3		
0,25							
0,50							
0,75							
1,00							
1,25							
1,50							
1,75							
2,00							
2,25							
2,50							

d. Pengujian sensor pH Kit versi E201-C BNC

Pengujian sensor pH Kit versi E201-C BNC dilakukan dengan memasukkan sensor ke dalam beberapa larutan pH dengan konsentrasi pH berbeda. Setelah itu hasil pengukuran akan dibandingkan dengan pH meter. Pengujian ini dilakukan untuk membuktikan bahwa sensor dapat melakukan pengukuran dengan baik dan mengetahui *Error* dan akurasi dari data hasil pengukuran.

**Tabel 3.11** menunjukkan data pengujian sensor pH Meter Kit versi E201-C dengan alat pembanding pH meter ATC.

**Tabel 3. 11.** Data karakterisasi sensor pH Meter Kit versi E201-C BNC dengan larutan buffer

No	Cuka (Tetes)	Tegangan Keluaran Sensor pH (V)	pH Meter	Sensor pH Meter Kit versi E201-C BNC			Rata-Rata Sensor pH Meter Kit versi E201-C BNC
				1	2	3	
1							
2							
·							
10							

Data hasil pengukuran tersebut digunakan untuk menghitung presentase kesalahan (*Error*), akurasi, dan presisi menggunakan **Persamaan (3.1), (3.2), dan (3.3)**

$$\%E = \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \times 100\% \quad (3.1)$$

$$\%A = \left( 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \right) \times 100\% \quad (3.2)$$

$$\%P = \left( 1 - \left| \frac{X_n - \bar{X}_n}{\bar{X}_n} \right| \right) \times 100\% \quad (3.3)$$

dengan % *E* adalah nilai persentase *Error* (kesalahan) (%), %A adalah nilai persentase akurasi (%), %P adalah nilai persentase presisi (%),  $Y_n$  adalah nilai referensi,  $X_n$  adalah nilai hasil pengukuran,  $\bar{X}_n$  adalah rata-rata hasil pengukuran (Jones dan Chin, 1991). Nilai ketidakpastian karena pengukuran berulang dapat dihitung menggunakan **Persamaan (3.4)**.

$$\Delta x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}} \quad (3.4)$$

$\Delta x$  adalah nilai ketidakpastian pengukuran berulang,  $N$  adalah banyaknya pengulangan, dan nilai  $x_i$  adalah nilai pengukuran ke- $n$ , dan  $\bar{x}$  adalah rata-rata pengukuran. **Tabel 3.12** hingga **Tabel 3.18** menunjukkan data akurasi dan presisi sensor.

**Tabel 3. 12.** Data akurasi sensor DS18B20

<i>Error</i>			Akurasi			Rata- Rata Akurasi	Rata- Rata <i>Error</i>	%Akurasi	% <i>Error</i>
1	2	3	1	2	3				
<b>Rata-Rata Keseluruhan</b>									

**Tabel 3. 13.** Data Presisi Sensor Sensor DS18B20

Presisi			Rata-rata	%Presisi
1	2	3		
<b>Rata-rata keseluruhan</b>				

**Tabel 3. 14.** Data Akurasi Sensor TDS meter DfRobot Pada Nilai Padatan Terlarut

<i>Error</i>			Akurasi			Rata- Rata Akurasi	Rata- Rata <i>Error</i>	%Akurasi	% <i>Error</i>
1	2	3	1	2	3				
<b>Rata-Rata Keseluruhan</b>									

**Tabel 3. 15.** Data Presisi Sensor TDS meter DFRobot Pada Nilai Padatan Terlarut

Presisi			Rata-rata	%Presisi
1	2	3		
<b>Rata-rata keseluruhan</b>				

**Tabel 3. 16.** Data Akurasi Sensor pH meter kit Versi E201-C BNC

<i>Error</i>			Akurasi			Rata- Rata Akurasi	Rata- Rata <i>Error</i>	%Akurasi	% <i>Error</i>
1	2	3	1	2	3				
<b>Rata-Rata Keseluruhan</b>									

**Tabel 3. 17.** Data Presisi Sensor pH meter kit Versi E201-C BNC

Presisi			Rata-rata	%Presisi
1	2	3		
<b>Rata-rata keseluruhan</b>				

### 3.3.4 Pengambilan Data Uji Alat

Pengambilan data terakhir berupa data pengujian alat di tambak budidaya udang vaname Way Lubuk Kalianda selama 3 hari dilakukan pada waktu pagi (pukul 07.30 WIB), waktu siang (pukul 12.30 WIB), dan waktu sore (pukul 15.30 WIB).

**Tabel 3. 18.** Hasil pengujian alat secara keseluruhan

Hari ke-	Waktu Pengukuran (WIB)	Parameter		
		Suhu (°C)	pH	TDS (PPM)
1	07.30			
	12.30			
	15.30			
2	07.30			
	12.30			
	15.30			
3	07.30			
	12.30			
	15.30			

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Terealisasi nya alat sistem monitoring kualitas air tambak budidaya udang *Litopenaeus vannamei* dengan parameter suhu, pH, dan padatan terlarut.
2. Sistem monitoring kualitas air tambak yang dibuat memiliki nilai *Error* sensor suhu DS18B20 sebesar 1,26%, dan tingkat akurasi sensor sebesar 98,73%, nilai *Error* sensor pH Kit versi E201-C BNC sebesar 1,12% dan tingkat akurasi sensor sebesar 98,87%, dan nilai *Error sensor* TDS DFRobot sebesar 1,66% dan tingkat akurasi sensor sebesar 98,33%.

### 5.2 Saran

Saran dari penelitian yang dapat dilakukan untuk perkembangan riset selanjutnya sebagai berikut.

1. Menggunakan memory penyimpanan (*sd card*) atau *cloud* agar data selama pengukuran dapat tersimpan.
2. Menambahkan variasi parameter lainnya seperti *Dissolved oxygen (DO)*, amonia, dan salinitas.

3. Menambahkan sistem kendali pada sistem monitoring agar dapat dilakukan kendali jarak jauh.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abilovani, Z. B., Yahya, W., dan Bakhtiar, F. A. 2018. Implementasi Protokol MQTT Untuk Sistem Monitoring Perangkat IoT. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (J-PTIIK)*, 2(12), 7521–7527.
- Afrianita, R., Edwin, T., dan Alawiyah, A. 2017. Analisis Intrusi Air Laut dengan Pengukuran Total Dissolved Solids (TDS) Air Sumur Gali di Kecamatan Padang Utara. *Jurnal Dampak*, 14(1), 62–72.
- Alfiansyah, M. W. 2020. Implementasi Iot Untuk Ews Menggunakan Forecasting Metode Des Model Holt Pada Tambak Udang Vaname. *Skripsi*. Universitas Mataram. Mataram.
- Arduino. 2019. *Arduino IDE*. <https://www.arduino.cc/en/Guide/Environment>. Diakses pada 03 Maret 2022 pukul 23.56 WIB.
- Avisena, I. Y., Kurniawan, W., dan Ichsan, M. H. H. 2019. Monitoring Kualitas Air Tambak dengan Fitur Plug and Play dengan Metode State Machine. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 3(8), 8198–8204.
- Barus, E. E., Pingak, R. K., dan Louk, A. C. 2018. Otomatisasi Sistem Kontrol pH dan Informasi Suhu Pada Akuarium Menggunakan Arduino Uno dan Raspberry Pi 3. *Jurnal Fisika : Fisika Sains dan Aplikasinya*, 3(2), 117–125.
- Bassett, J., Denney, R. ., Jeffery, G. ., dan Mendham, J. 1994. *Buku Ajar Vogel: Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik* (4 ed.). EGC. Jakarta.
- Bhawiyuga, A., dan Yahya, W. 2019. Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam Budidaya Menggunakan Jaringan Sensor Nirkabel Berbasis Protokol LoRa. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(1), 99–105.
- Bondarenko, O., Kininmonth, S., dan Kingsford, M. 2007a. Under water Sensor Network, Oceanography and Plankton Assemblages. *Jurnal IEEE*, 3(1), 657–662.
- Bondarenko, O., Kininmonth, S., dan Kingsford, M. 2007b. Underwater sensor networks, oceanography and plankton assemblages. *Proceedings of the 2007 International Conference on Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing, ISSNIP*, 3(1), 657–662.

- Budijanto, A., Winardi, S., dan Susilo, D. K. E. 2021. *Interfacing ESP32*. Scopindo Media Pustaka. Surabaya.
- Charisma, A., Iskandar, H. R., Taryana, E., dan Nurfajar, H. 2019. Rancang Bangun On-line Monitoring System untuk pH Air Menggunakan PH- 4502C Module dan Aplikasi WebServer. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, 4(1), 1–9.
- Corp, M. 2005. *Design, Monitoring, and Evaluation Guidebook*. Portland. USA: Mercy Corp.
- Dijkman, L. 2020. *ART ESP32 WiFi TFT Thermostat - Easy EDA open source hardware lab*. <https://oshwlab.com/l.dijkman/esp32-dev-kit-38-pin-to-spi-touch-tft/>. Diakses pada 01 Juni 2022 pukul 22:14 WIB.
- Ditjen PDSPKP KKP. 2021. *Statistik Impor Hasil Perikanan Tahun 2016-2020*. Sekretariat Direktorat Jenderal Penguatan Daya Saing Produk Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan Perairan*. Kanisius. Jakarta.
- Gunawan, L. N., Anjarwirawan, J., dan Handoyo, A. 2018. Aplikasi Bot Telegram Untuk Media Informasi Perkuliahan Program Studi Informatika-Sistem Informasi Bisnis Universitas Kristen Petra. *Jurnal Infra Petra*, 7(12), 921.
- Holanda, M., Santana, G., Furtado, P., Rodrigues, R. V., Cerqueira, V. R., Sampaio, L. A., Wasielesky, W., dan Poersch, L. H. 2020. Evidence of total suspended solids control by Mugil liza reared in an integrated system with pacific white shrimp Litopenaeus vannamei using biofloc technology. *Aquaculture Reports*, 18(1), 1–7.
- Irawan, Y., Febriani, A., Wahyuni, R., dan Devis, Y. 2021. Water Quality Measurement and Filtering Tools Using Arduino Uno, PH Sensor and TDS Meter Sensor. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 2(5), 357–362.
- Irwan, F., dan Afdal, A. 2016. Analisis Hubungan Konduktivitas Listrik Dengan Total Dissolved Solid (TDS) dan Temperatur Pada Beberapa Jenis Air. *Jurnal Fisika Unand*, 5(1), 85–93.
- Jones, L. D., dan Chin, A. F. 1991. *Electronics Instruments and Measurements*. Upper Saddle River: Prentice-Hall.
- Karastoglanni, S., Girousi, S., dan Sotiropoulos, S. 2016. *The Encyclopedia of Food and Health*. Aristotle University of Thessaloniki. Greece.
- KKP. 2006. *Juknis Udang Vaname*. Seksi Standarisasi dan Informasi BBAP Situbondo. Situbondo.
- KKP. 2021. *Budidaya Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) di Tambak Milenial*. BPBAP Situbondo. Surabaya.

- Kristina, Y. 2014. Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Dan Pendapatan Budidaya Tambak Udang Vaname Di Kecamatan Pasekan Kabupaten Indramayu. *Skripsi*, Departement Agribusiness, Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Machzar, A. F., Akbar, S. R., dan Fitriah, H. 2018. Implementasi Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Budidaya Tambak Udang dan Bandeng. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(10), 3458–3465.
- Maramis, R. K., Citraningtyas, G., dan Wehantouw, F. 2013. Analisis Kafein Dalam Kopi Bubuk Di Kota Manado Menggunakan Spektrofotometri UV-VIS. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 2(4), 122–128.
- Maulidin, M. A. R., Ali, T. N., dan Mustofa, M. I. 2020. Perancangan Sistem Monitoring Penggunaan Air Pam Berbasis Iot Dengan Bot Telegram. *Indonesian Journal of Technology, Informatics and Science (IJTIS)*, 2(1), 46–50.
- McCleskey, R. B. 2011. Electrical conductivity of electrolytes found in natural waters from (5 to 90) °C. *Journal of Chemical and Engineering Data*, 56(2), 317–327.
- Morris, A. S. 2001. *Measurement and Instrumentation Principles Edition III*. Planta Tree. Inggris.
- Nurrohim, A., Tjaturahona, BS, dan Setyaningsih, W. 2012. Kajian Intrusi Air Laut Di Kawasan Pesisir Kecamatan Rembang Kabupaten Rembang. *Geo-Image*, 1(1), 21–27.
- Orfa, L. E., Wignyosukarto, B., dan Istiarto. 2015. Pengelolaan Kualitas Air Guna Peningkatan Produksi Tambak Udang (Studi Kasus di Tambak Udang Desa Kembang Kabupaten Pacitan). *Skripsi*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Pamungkas, R. S., Hasanah, L., dan Wiranto, G. 2017. Rancang Bangun Penerima Sinyal Berbasis Komunikasi Nirkabel Untuk Monitoring Kualitas Air. *Jurnal Wahana Fisika*, 1(2), 123–128.
- Pauzi, G. A., Syafira, M. A., Surtono, A., dan Supriyanto, A. 2017. Aplikasi IoT Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 5(2), 1–8.
- Pinto, R. L. 2014. Secure Instant Messaging. *Master Thesis*. Frankfurt University. Germany.
- Rachmadi, T. 2020. *Mengenal Apa Itu Internet of Things*. TIGA Ebook. Jakarta.
- Salim, A., dan Andini, S. 2019. Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Menggunakan Wireless Sensor Network. *Tugas Akhir*. Politeknik Manufaktur Negeri. Bangka Belitung.

- Sasmoko, D., dan Wicaksono, Y. A. 2017. Implementasi Penerapan Internet Of Things (IoT) Pada Monitoring Infus Menggunakan Esp8266 Dan Web Untuk Berbagi Data. *Jurnal Ilmiah Informatika*, 2(1), 90–98.
- Setiawan, A., dan Purnamasari, A. I. 2019. Pengembangan Smarth Home Dengan Microcontrollers ESP23 Dan MC-38 Door Magnetic Switch Sensor Berbasis Internet of Things (IoT) Untuk Meningkatkan Deteksi Dini Keamanan Perumahan. *Jurnal Resti (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 5(3), 541–457.
- Simbar, R. S. V., dan Syahrin, A. 2017. Prototype Sistem Monitoring Temperatur Menggunakan Arduino Uno R3 Dengan Komunikasi Wireless. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(4), 48–53.
- Sinauarduino. 2016. *Mengenal Arduino Software (IDE)*. <https://www.sinauarduino.com/artikel/mengenal-arduino-software-ide/>. Diakses pada 03 Maret 2022 pukul 01.10 WIB
- Soeroso, H., Arfianto, A. Z., Mayangsari, N. E., dan Taali, M. 2017. Penggunaan Bot Telegram Sebagai Announcement System pada Intansi Pendidikan. *Seminar Master PPNS*, 2(1), 45–48.
- Soetjipto, W., Andriansyah, R., A'yun, R. A. Q., Setiadi, T., Susanto, H., Solah, A., Hasan, U., Khaerawati, U., Aryshandy, C., Moriansyah, L., Kurnia, I., Purnama, N. D., Wahyuni, S., dan Horida, E. 2019. *Peluang Usaha Dan Investasi Udang Vaname*. Direktorat Usaha Dan Investasi Ditjen Penguatan Daya Saing Produk Kelautan Dan Perikanan Kementerian Kelautan Dan Perikanan. Jakarta.
- Sumeru, S. 2009. *Pakan Udang*. Kanisius. Yogyakarta.
- Suriawan. 2019. Sistem Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada Tambak HDPE dengan Sumber Air Bawah Tanah Salinitas Tinggi di Kabupaten Pasuruan. *Jurnal Perencanaan Budidaya Air Payau dan Laut*, 14(14), 6–14.
- Suryono. 2018. *Teknologi Sensor : Konsep Fisis Dan Teknik Akuisisi Data Berbasis Mikrokontroler 32 Bit Atsam3X8E (Arduino Due)*. UNDIP Press. Semarang.
- Telegram FAQ. 2022. <https://telegram.org/faq#q-what-is-telegram-what-do-i-do-here>. Diakses pada 04 Maret 2022 pukul 00.41 WIB.
- Tim Perikanan WWF-Indonesia, I. M. 2014. BMP Budidaya Udang Vannamei Tambak Semi Intensif dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 22, 1–22.
- Wasista, S., Stiawardhana, dan Saraswati, D. A. 2019. *Aplikasi Internet Of Things (IOT) Dengan Arduino dan Android* (1 ed.). CV Budi Utama. Yogyakarta.

- Wetzel, R. 1983. *Limnology* (Second Edi). Saunders College Publishing. Philadelphia.
- Wicaksono, M. F. 2019. *Aplikasi Arduino dan Sensor*. Informatika. Bandung.
- Wirman, R. P., Wardhana, I., dan Isnaini, V. A. 2019. Kajian Tingkat Akurasi Sensor pada Rancang Bangun Alat Ukur Total Dissolved Solids (TDS) dan Tingkat Kekeruhan Air. *Jurnal Fisika*, 9(1), 37–46.
- Yulistiani, N. E. 2019. Upaya pemerintah Indonesia dalam meningkatkan ekspor komoditas udang ke Eropa. *Skripsi*, Universitas Pasundan.