

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Landasan Teori**

Penelitian memiliki landasan teoritis dari judul penelitian “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Kualitas Air Berbasis *Long Range* (LORA) Guna Menjaga Sumber Air Bersih di Wilayah Perdesaan dalam Rangka Deteksi Polutan Air” adalah sebagai berikut:

##### **2.1.1 Arduino IDE**

Arduino mikrokontroler merupakan platform sumber terbuka diperkenalkan di tahun 2005, dirancang untuk para profesional dan mahasiswa guna mengembangkan perangkat interaktif menggunakan sensor. Arduino memudahkan interaksi dengan lingkungan dengan memproses *input* dan menghasilkan *output* berdasarkan data yang diterima. Platform ini terdiri dari komponen keras dan lunak. Komponen keras melibatkan papan pengembangan arduino dengan spesifikasi yang beragam, sementara perangkat lunaknya, yang dikenal sebagai arduino IDE (*Integrated Development Environment*), memungkinkan pengembangan dan pengunggahan kode.

Arduino mikrokontroler memiliki input dan *output* untuk pertukaran informasi, berkemampuan mengirim dan menerima data melalui internet menggunakan permintaan HTTP, khususnya papan ESP. Platform ini mendukung pemrograman yang mudah menggunakan bahasa C atau C++. Berbagai jenis papan arduino tersedia, masing-masing dengan tujuan tertentu. Berbagai *shield*, seperti *Ethernet*, *Wireless*, dan *Motor Driver*, meningkatkan fungsionalitasnya. Platform Arduino memiliki elemen komponen keras dan lunak. Komponen keras terdiri dari mikrokontroler, pasokan daya eksternal, colokan USB, pemrogram internal, tombol *reset*, pin analog, pin *digital I/O*, dan pin daya serta GND.

Fleksibilitas, hemat biaya, dan dukungan komunitas yang luas membuat Arduino populer dalam pengembangan mikrokontroler (Ismailov & Jo'rayev, 2022).

### 2.1.2 Fritzing

Fritzing merupakan salah satu perangkat lunak *open source* terbaik yang mendukung arduino. Dengan bantuan fritzing untuk sirkuit eksperimental, pengguna dapat dengan mudah melakukan koneksi kabel di antara komponen listrik di papan *circuit* dan menyelesaikan sketsa fungsional relatif untuk penjelasan dan tata letak PCB untuk produksi nanti. Lebih penting lagi, pengguna juga dapat terinspirasi oleh banyak aplikasi berbasis arduino yang dibuat oleh fritzing di situs resminya. Di bawah bantuan arduino dan fritzing untuk pembuatan purwarupa, pengguna hanya perlu memusatkan upaya mereka pada bagaimana mewujudkan kreativitas aslinya (Kryvonos *et al.*, 2022).

### 2.1.3 Blynk

Blynk adalah *platform* untuk membangun antarmuka (*interface*) pengontrolan serta pemantauan perangkat keras melalui smartphone. Ini merupakan sebuah aplikasi yang diciptakan khusus untuk *Internet of Things* (IoT), sistem dirancang sebagai bentuk penyederhanaan proses pengendalian serta pemantauan sensor modul ESP8266 atau arduino dengan efisien dan cepat. Lebih dari sekadar platform IoT berbasis awan, blynk juga menawarkan solusi lengkap untuk pengembangan aplikasi yang terhubung dengan produk dan layanan. Dengan menyediakan solusi layanan *end-to-end*, blynk membantu menghemat sumber daya dan waktu yang diperlukan dalam mengembangkan aplikasi yang terhubung dengan internet. Ini membuatnya menjadi pilihan ideal bagi pengembang yang ingin mempercepat proses pengembangan dan menghasilkan produk yang terkoneksi dengan lebih efisien (Visan & Diaconu, 2021).

### 2.1.4 Arduino UNO R3

Mikrokontroler arduino uno R3 memiliki basis ATmega328P. Papan mempunyai 14 buah pin *input/output* digital, 6 buah *input* analog, resonator keramik 16 MHz, konektor USB, *power jack*, *header* ICSP, dan tombol *reset*. Mikrokontroler didukung komunikasi serial, SPI, dan I2C. Papan ini dapat diprogram menggunakan arduino *software* (IDE) dan dapat dihubungkan dengan komputer melalui USB atau ditenagai menggunakan baterai atau adaptor *AC-to-DC*. Arduino Uno merupakan papan yang digunakan di proyek elektronik dan *Internet of Things* (IoT) karena kemudahan penggunaannya dan dukungan yang luas (Ismailov & Jo'rayev, 2022).



**Gambar 2.1** Arduino Uno R3

Sumber: Diolah peneliti (2024).

### 2.1.5 ESP32

ESP32 adalah suksesor dari mikrokontroler ESP8266 yang diperkenalkan oleh *Espressif Systems*. Berbeda dengan pendahulunya, ESP32 dilengkapi dengan sebuah modul WiFi yang diintegrasikan dalam chip, memungkinkan pengembangan sistem *Internet of Things* (IoT) dengan lebih efisien.



**Gambar 2.2 ESP32**

Sumber: Diolah peneliti (2024).

Salah satu keunggulan utama ESP32 adalah kemampuannya dalam menghadirkan solusi biaya rendah dan berdaya rendah, berkat integrasi modul bluetooth dan WiFi yang mendukung mode ganda serta fitur hemat daya. Dengan demikian, ESP32 menjadi pilihan yang lebih fleksibel untuk berbagai aplikasi IoT. Selain itu, ESP32 juga dilengkapi dengan papan prototipe yang kompak dan mudah diprogram melalui lingkungan pengembangan seperti arduino IDE dan python (Pratama & Kiswanton, 2023).

Berikut beberapa perbedaan teknis antara arduino uno R3 jika dibandingkan dengan ESP32 seperti yang ditunjukkan gambar dibawah ini:

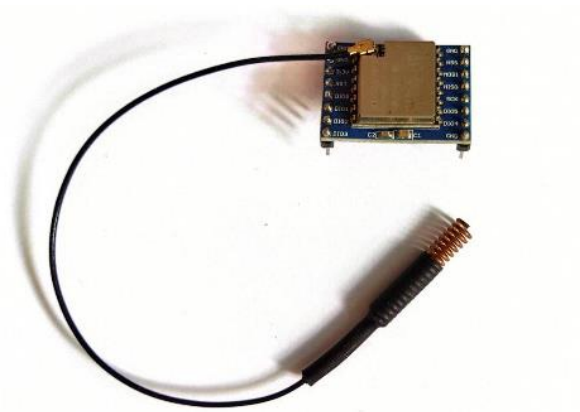
**Tabel 2.1 Perbandingan Arduino Uno R3 dan ESP32**

	Arduino Uno R3	ESP32
Tegangan Kerja	5 Volt	3,3 Volt
CPU	ATmega328 - 16MHz	Xtensa dual core LX6 -160M Hz
Arsitektur	8 bit	32 bit
Flash Memory	32kB	16MB
SRAM	2kB	512kB
GPIO Pin (ADC/DAC)	14 (6/-)	36 (18/2)
Bluetooth	Tidak ada	Ada
WiFi	Tidak ada	Ada
SPI/I2C/UART	1/1/1	4/2/2

Sumber: Diolah peneliti (2024).

### 2.1.6 Long Range

LORA (*Long Range*) merupakan teknologi nirkabel yang digunakan dalam *Internet of Things* (IoT) untuk berkomunikasi jarak jauh dengan konsumsi daya rendah. Teknologi LORA memungkinkan pengiriman data dalam jarak yang jauh, hingga puluhan kilometer, sambil mempertahankan daya tahan baterai yang tinggi. Teknologi LORA telah diterapkan dalam berbagai proyek IoT, seperti *monitoring* tingkat air, *monitoring* bahan bakar, Sistem *Monitoring* ruang server, dan pengembangan stasiun cuaca mini berbasis IoT (Putra *et al.*, 2020).



**Gambar 2.3 LORA Ra-02**

Sumber: Diolah peneliti (2024).

Modul Ra-02 digunakan sebagai modul transmisi kabling berdasarkan teknologi LORA yang dikembangkan oleh *Ai-Thinker Technology Co., Ltd* (Shenzhen Ai-Thinker Technology Co., 2023).

Berikut adalah beberapa spesifik utama dari Ra-02:

- a. Teknologi modulasi: Ra-02 menggunakan teknologi modulasi LORA™ yang kuat, yang mencakup GFSK, MSK, GMSK, LORA™, dan OOK modulasi.
- b. Frekuensi: Modul ini mendukung frekuensi yang berada di antara 410MHz dan 525MHz.

- c. Kelembapan: Ra-02 memiliki kelembapan mendalam sebesar -141 dBm.
- d. Daya tahan: Modul ini memiliki daya tahan yang sangat baik, membuatnya cocok untuk berbagai aplikasi IoT yang membutuhkan daya tahan tinggi.
- e. *Interface*: Ra-02 mendukung *interface* SPI dan dapat diprogram untuk mengatur *bit rate* hingga 300Kbps.
- f. *Packaging*: Modul ini tersedia dalam ukuran SMD-16 dan dapat digunakan secara efisien oleh perangkat pemrosesan SMT standar.
- g. Aplikasi: Ra-02 cocok untuk berbagai aplikasi jaringan IoT, seperti pemantauan meter, sistem rumah sakit, dan perangkat pengamatan keamanan.
- h. Modul Ra-02 dipergunakan di proyek IoT, seperti sistem *Monitoring*, sistem smart home, dan perangkat pengamatan keamanan.
- i. Ra-02 memiliki kemampuan mengirimkan data jauh dengan efisiensi dan memiliki daya tahan yang baik, membuatnya sesuai untuk aplikasi IoT dengan daya tahan tinggi dan kemampuan komunikasi yang baik.

### **2.1.7 Received Signal Strength Indicator dan Signal to Noise Ratio**

Dalam transmisi sinyal ada dua parameter untuk menentukan kualitas sinyal yaitu Indikator Kekuatan Sinyal Diterima atau *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) dan Rasio Sinyal terhadap Noise atau *Signal to Noise Ratio* (SNR). Indikator Kekuatan Sinyal Diterima digunakan untuk mengukur batas jarak maksimal perangkat dapat menerima sinyal jaringan nirkabel. Indikator berguna mengontrol *Access Point* (AP) dalam skala besar serta akses publik, karena berpengaruh terhadap kualitas sinyal untuk menghasilkan koneksi maksimum. Indikator ini juga sebagai tolak ukur kekuatan sinyal diterima penerima, kekuatan sinyal nirkabel ditunjukkan oleh daya diantara -10 dBm dan sekitar -100 dBm (Maulana &

Sulistyo, 2024).

**Tabel 2.2 Standar *Signal Strength* TIPHON**

Kategori	<i>Signal Strength</i> (dBm)
Sangat Bagus	- 70 dBm
Bagus	-70 dBm s/d -85dBm
Sedang	-86 dBm s/d -100 dBm
Jelek	-100 dBm

Sumber: Diolah peneliti (2024).

Rasio Sinyal terhadap Noise (SNR) adalah kekuatan sinyal dibandingkan kebisingan dalam sistem. Indikator ini diukur dari kualitas sinyal relatif terhadap tingkat kebisingan, yang dinyatakan dalam desibel (dB) (Maulana & Sulistyo, 2024).

**Tabel 2.3 Kategori SNR TIPHON**

Kategori SNR (dB)	
Sangat Bagus	$\geq 29,0$ dB
Bagus	20,0 – 28,9 dB
Sedang	7,0 - 10,9 dB
Jelek	$\leq 6,9$ dB

Sumber: Diolah peneliti (2024).

### 2.1.8 Sensor pH

Modul sensor E201 adalah perangkat sederhana untuk mengukur pH, yang dapat memberikan *output* berupa nilai pH dari air yang diuji.



**Gambar 2.4 Sensor pH E201**

Sumber: Diolah peneliti (2024).

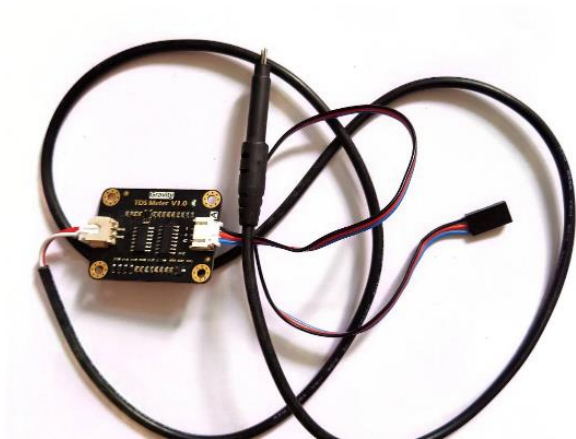
Spesifikasi dari sensor pH E201 adalah sebagai berikut:

- a. Tegangan Masukan: 5V.
- b. Arus Kerja: 5 ~ 10mA.
- c. Rentang Pengukuran pH: 0 ~ 14.

Cara kerja pH meter didasarkan sensor probe yang terdiri dari elektroda kaca yang mengukur konsentrasi ion  $H_3O^+$  larutan. Ujung elektroda ini memiliki bentuk bulat dengan lapisan kaca yang memiliki ketebalan 0,1 mm. Bagian bulat tersebut terpasang pada tabung yang panjang terbuat dari bahan tidak konduktif seperti kaca ataupun plastik, dan diisi larutan mengandung HCl berkonsentrasi 0,1 mol/dm<sup>3</sup>. Dalam larutan ini terdapat kawat elektroda yang terbuat dari perak, dengan lapisan AgCl di permukaannya. Larutan ini memiliki konsentrasi tetap sehingga menjadikan elektroda Ag/AgCl mempunyai nilai potensial stabil. Selain itu, sistem pH meter ini juga dilengkapi dengan komponen elektronik yang menganalisis perubahan tegangan dan memberikan pembacaan pH yang akurat, serta fitur kalibrasi otomatis untuk memastikan pengukuran yang konsisten dan dapat diandalkan (Sobri *et al.*, 2021).

### 2.1.9 Sensor TDS

Sensor TDS (*Total Dissolved Solids*) adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur kadar larutan dalam air. Sensor ini dapat menghasilkan sinyal analog yang dapat diproses oleh mikrokontroler, seperti Arduino, untuk menghasilkan data larutan dalam *real-time*.



**Gambar 2.5 Sensor TDS**

Sumber: Diolah peneliti (2024).

Spesifikasi sensor TDS dari DFRobot dijabarkan berikut ini :

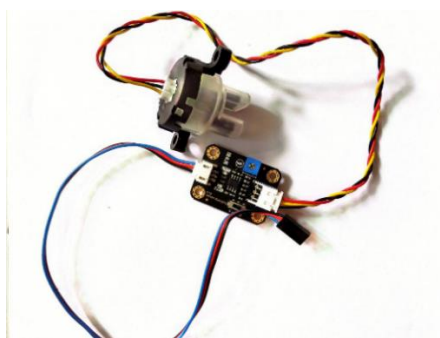
- a. Tegangan *input*: 3,3 ~ 5,5V.
- b. Tegangan *output*: 0 ~ 2,3V.
- c. Arus Kerja: 3 ~ 6mA.
- d. Rentang Pengukuran: 0 ~ 1000ppm.
- e. Akurasi Pengukuran:  $\pm 10\%$ .

Sensor TDS DFRobot memberikan keluaran analog yang kompatibel dengan sebagian besar mikrokontroler, seperti Arduino, ESP32, dan Raspberry Pi. Sensor ini cocok digunakan untuk mengukur kandungan padatan terlarut dalam air dengan rentang pengukuran hingga 1000ppm dan akurasi  $\pm 10\%$ . Dengan spesifikasi ini, sensor TDS DFRobot dapat diaplikasikan dalam berbagai proyek yang memerlukan pemantauan

kualitas air, seperti proyek-proyek IoT terkait lingkungan (Firmansyah *et al.*, 2020).

### 2.1.10 Sensor *Turbidity*

Sensor modul SEN0189 adalah perangkat yang sangat sederhana untuk mengukur kekeruhan air. Modul ini dapat menghasilkan *output* data berupa tunggal, sehingga *output* dari modul ini merupakan data analog atau digital sensor. Kekeruhan adalah kondisi keruh dari cairan, disebabkan oleh partikel – partikel yang terlarut dalam cairan tersebut. Partikel ini biasanya tidak terlihat dengan persepsi langsung, mirip asap dalam cairan. Pengukuran kekeruhan sangat diperlukan untuk menilai suatu kualitas air. Kekeruhan adalah konsentrasi partikel tidak larut dalam cairan, diukur dalam satuannya sendiri yaitu *Nephelometric Turbidity Units* (NTU). Kekeruhan menunjukkan kekeruhan sampel berdasarkan jumlah cahaya yang diserap dan dipantulkan partikel.



**Gambar 2.6 Sensor *Turbidity***

Sumber: Diolah peneliti (2024).

Sebagai gambaran, air yang tampak keruh mempunyai tingkat kekeruhan tinggi, sedangkan air yang transparan mempunyai tingkat kekeruhan rendah. Kekeruhan dipengaruhi oleh partikel-partikel seperti lumpur, tanah liat, mikroorganisme, dan bahan organik. Namun, kekeruhan diukur dari seberapa kabur partikel-partikel menyebarkan cahaya (Saiyar & Noviansyah, 2021).

### 2.1.11 Sensor Suhu

Modul DS18B20 merupakan alat untuk mengukur suhu secara sederhana. Sensor ini memberikan data suhu sebagai keluaran. Sensor digunakan mengukur suhu antara  $-55^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $125^{\circ}\text{C}$  serta memiliki akurasi sekitar  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  dengan ketelitian 9 sampai 12-bit.



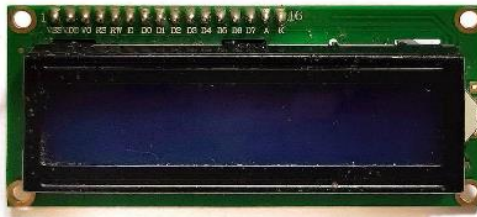
**Gambar 2.7 Sensor Suhu**

Sumber: Diolah peneliti (2024).

Kode unik 64-bit di dalam chip sensor memungkinkan penggunaan banyak sensor dengan hanya satu kabel (bus data satu kawat/protokol 1-*wire*). Komponen ini sangat andal dan sering digunakan sebagai dasar dalam berbagai proyek perekaman data dan pengendalian berbasis suhu (Elyounsi & Kalashnikov, 2021).

### 2.1.12 LCD *Display*

Layar LCD (*Liquid Crystal Display*) digunakan dalam proyek Arduino Uno untuk menampilkan informasi kepada pengguna. Layar ini dapat menampilkan teks, angka, dan karakter khusus. Penggunaan layar LCD memungkinkan untuk membuat antarmuka pengguna sederhana tanpa perlu menggunakan komputer atau perangkat lain.



**Gambar 2.8 LCD 16 X 2**

Sumber: Diolah peneliti (2024).

Layar LCD juga dapat digunakan untuk menampilkan informasi sensor, status sistem, atau pesan yang diperlukan dalam proyek IoT. Dengan menggunakan layar LCD, arduino uno dapat berfungsi sebagai antarmuka pengguna yang mandiri dalam berbagai aplikasi, termasuk di lingkungan IoT (Vishay Intertechnology, 2024).

### **2.1.13 Buzzer**

*Buzzer* adalah suatu perangkat audio yang menghasilkan suara dengan frekuensi tertentu ketika diberikan sinyal listrik. *Buzzer* umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk dalam rangkaian elektronika sederhana hingga sistem keamanan dan deteksi. Dengan menggunakan *buzzer* pada Arduino, pengguna dapat membuat proyek yang menghasilkan suara, seperti alarm, musik, atau efek suara lainnya. *Buzzer* dapat dihubungkan ke pin *digital* pada Arduino dan dikontrol menggunakan kode program. *Buzzer* terdiri dari *buzzer* aktif dan *buzzer* pasif.



**Gambar 2.9 Buzzer**

Sumber: Diolah peneliti (2024).

*Buzzer* aktif memiliki sirkuit penggerak *internal* dan hanya memerlukan sinyal *input* untuk menghasilkan suara, sedangkan *buzzer* pasif memerlukan sinyal *input* dan sumber daya eksternal untuk menghasilkan suara (Vasilakis & Vasilakis, 2022).

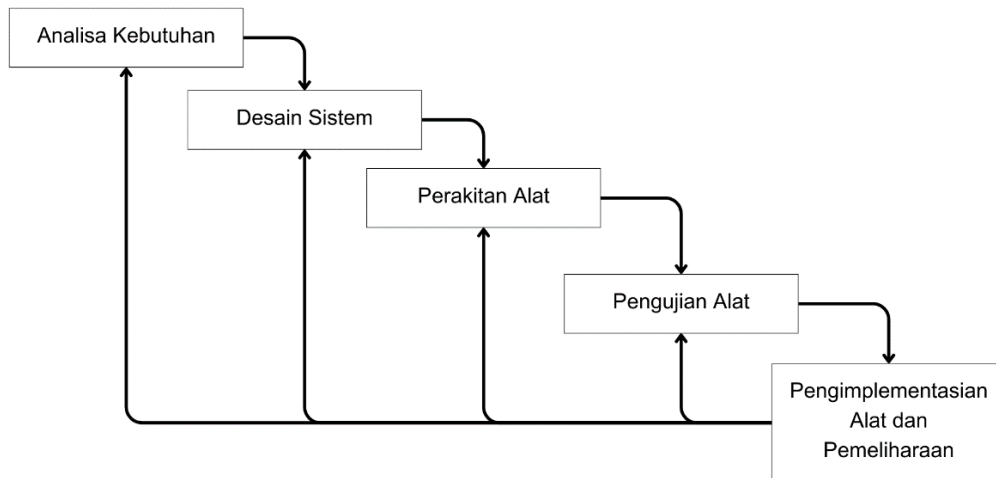
#### **2.1.14 Parameter Standar Kualitas Air Minum**

Penelitian menggunakan parameter kualitas air minum menurut WHO yaitu (WHO, 2022):

- a. TDS (*Total Dissolved Solids*): Air dengan TDS kurang dari 600 mg/l dianggap baik, sedangkan lebih dari 1000 mg/l sangat tidak layak. Tingkat TDS tinggi dapat menyebabkan kerak pada peralatan rumah tangga dan pipa air.
- b. *Turbidity*: Kekeruhan air disebabkan oleh partikel tersuspensi dan dapat mengganggu proses pengolahan air. Kekeruhan yang terlihat dapat membuat konsumen ragu akan keamanan air minum. Pasokan kota yang besar harus secara konsisten menghasilkan air tanpa kekeruhan yang terlihat dan harus dapat mencapai 0,5 NTU sebelum disinfeksi setiap saat dan rata-rata 0,2 NTU atau kurang.
- c. pH dan Korosi: Kontrol pH penting untuk penjernihan dan disinfeksi air. pH rendah lebih korosif, sementara pH tinggi mempengaruhi rasa air. Kegagalan dalam mengendalikan korosi dapat menyebabkan kontaminasi air. pH optimum yang diperlukan biasanya berkisar antara 6,5-8,5.
- d. Suhu: Suhu air memengaruhi rasa dan pertumbuhan mikroorganisme. Suhu tinggi dapat meningkatkan masalah terkait rasa, bau, warna, dan korosi.

#### **2.1.15 Metode *Waterfall***

Pada penelitian ini dilakukan Metode *Waterfall* dalam pengerjaan rancang bangun. Adapun Alur pengerjaannya adalah sebagai berikut:



**Gambar 2.10 Metode *Waterfall***

Sumber: Diolah peneliti (2024).

- a. Analisis Kebutuhan: Analisis kebutuhan dilakukan dengan pengumpulan data yang dilakukan dengan studi literatur. Analisis menghasilkan *user requirment* dalam menjalankan sistem. *user requirment* akan diterjemahkan kedalam bahasa pemrograman.
- b. Desain Sistem: Rancangan sistem terhadap solusi permasalahan menggunakan diagram alir data (*data flow diagram*) dan diagram pengkabelan (*wiring diagram*).
- c. Perakitan Alat: Perakitan alat merupakan penerjemahan design kedalam bentuk purwarupa. Alat akan diperbaiki sesuai dengan hasil test alat.
- d. Pengujian Alat: Pengujian alat dilakukan untuk menguji kemampuan dan keefektifan alat sehingga didapatkan data kekurangan dan kelemahan sistem yang kemudian akan diperbaiki menjadi lebih baik dan sempurna.
- e. Pengimplementasian Alat dan Pemeliharaan: Alat dibuat sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pengimplementasian alat harus disesuaikan dengan lingkungan alat tersebut bekerja dan pemeliharaan dilakukan secara berkala.

## 2.2 Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian yang relevan sesuai judul penelitian “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Kualitas Air Berbasis *Long Range* (LORA) Guna Menjaga Sumber Air Bersih di Wilayah Perdesaan dalam Rangka Deteksi Polutan Air” adalah sebagai berikut:

**Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu yang Relevan**

No	Judul	Penulis	Parameter Air	Antarmuka dan Konektivitas	Kontroler	Lokasi Pengujian
1	<i>Design and manufacture control system for water quality based on IoT technology for aquaculture in the Vietnam</i>	(Chuyen <i>et al.</i> , 2023)	a. pH b. DO c. Suhu	a. <i>Web Application Dashboard</i> b. <i>Ethernet LAN</i>	a. Arduino Uno R3	Kolam akuakultur (udang)
2	<i>IoT-Based Real-Time Water Quality Monitoring for Sustainable Water Management: A Case</i>	(Addow & Jimale, 2023)	a. pH b. <i>Turbidity</i> c. <i>Conductivity</i> d. Suhu	a. <i>Web Application Dashboard</i> b. GSM/GPRS (4G)	a. Arduino Uno R3	Sumur di seluruh Somalia

	<i>Study in Somalia</i>					
3	<i>A standalone Photovoltaic/battery energy-powered water quality monitoring system based on narrowband internet of things for aquaculture: Design and implementation</i>	(Jamroen et al., 2023)	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. pH</li> <li>b. DO</li> <li>c. Salinity</li> <li>d. Turbidity</li> <li>e. Conductivity</li> <li>f. Suhu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. <i>Web Application Dashboard</i></li> <li>b. GSM/GPRS (3G)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Arduino Mega 2560 R3</li> </ul>	Kolam akuakultur
4	<i>Extension of LoRa Coverage and Integration of an Unsupervised Anomaly Detection Algorithm in an IoT Water Quality Monitoring System</i>	(Jáquez et al., 2023)	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. pH</li> <li>b. TDS</li> <li>c. Suhu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. <i>Web Application Dashboard dan OLED Display</i></li> <li>b. LORA Gateway</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Arduino Uno R3 (Node &amp; Master)</li> </ul>	Pompa air dalam ruangan

5	<i>Investigation on Water Quality for Farmed Aquatic Species by IoT Monitoring System</i>	(Sabri <i>et al.</i> , 2023)	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. pH</li> <li>b. Turbidity</li> <li>c. Suhu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. <i>Mobile App</i> (Blynk)</li> <li>b. Wifi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Arduino Uno R3</li> <li>b. ESP 8266</li> </ul>	Kolam akuakultur
6	Metode yang Diusulkan	Penulis	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. pH</li> <li>b. Turbidity</li> <li>c. TDS</li> <li>d. Suhu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. LCD</li> <li>b. LORA</li> <li>c. <i>Mobile App</i> dan <i>Web Application Dashboard</i> (Blynk)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Arduino Uno R3 (Node &amp; Master)</li> <li>b. ESP32</li> </ul>	Sumur bor di perdesaan (Tujuan Implementasi)

Sumber: Diolah peneliti (2024).

Penelitian terdahulu telah mengusulkan berbagai metode dan teknologi untuk pemantauan kualitas air dengan menggunakan sistem berbasis IoT. Penelitian pertama Studi yang dilakukan oleh (Chuyen *et al.*, 2023) di Vietnam, mengimplementasikan sistem kontrol untuk kualitas air akuakultur dengan memonitor parameter seperti pH, DO, dan suhu. Arduino uno R3 digunakan sebagai kontroler, dan antarmuka berbasis *web application dashboard* dengan koneksi *ethernet* LAN. Penelitian ini memiliki relevansi dalam penggunaan mikrokontroler, sensor suhu, dan pH yang digunakan. Perbedaan penelitian ini terdapat pada sensor DO serta antarmuka dan konektivitas yang dimana masih mengandalkan *monitoring* berbasis *web* server sendiri dan kabel *ethernet* yang dimana cukup menambah biaya lebih khususnya pada kabel *ethernet* yang digunakan.

Penelitian kedua yang dilakukan oleh (Addow & Jimale, 2023) di sepanjang sumur somalia melakukan pemantauan kualitas air secara real-time menggunakan arduino uno R3. Mereka memantau parameter seperti pH, *Turbidity*, *conductivity*, dan suhu. Antarmuka yang digunakan adalah *web application dashboard* dengan konektivitas GSM/GPRS (4G). Penelitian ini memiliki relevansi yang kuat dengan penelitian yang diusulkan dari segi kemiripan dalam kepentingan penggunaan sistem *monitoring* untuk menjaga kualitas air untuk menjamin ketersediaan air bersih bagi masyarakat di Somalia. Namun, penelitian ini memiliki kelemahan dimana Sistem *monitoring* hanya akan berjalan selama koneksi internet tersedia dan tidak menggunakan sensor *turbidity* (kekeruhan) yang sangat penting jika menyangkut syarat deteksi air minum yang layak digunakan.

Penelitian ketiga yang dilakukan oleh (Jamroen *et al.*, 2023) mengembangkan Sistem *Monitoring* kualitas air untuk akuakultur berbasis energi fotovoltaik/baterai dengan menggunakan arduino mega 2560 R3. Mereka memantau parameter seperti pH, DO, *salinity*, *turbidity*, *conductivity*, dan suhu. Sistem ini dilengkapi dengan antarmuka *web application dashboard* dan koneksi GSM/GPRS (3G). Penelitian ini hanya memiliki relevansi terbatas pada sensor pH, suhu, dan *turbidity* yang

digunakan. Dari segi kontroler, antarmuka dan konektivitas tidak relevan dengan penelitian yang diusulkan peneliti.

Penelitian keempat oleh (Jáquez *et al.*, 2023) mengusulkan perluasan cakupan LORA untuk pemantauan kualitas air. Mereka menggunakan arduino uno R3 sebagai kontroler dengan antarmuka berupa *web application dashboard* dan *OLED display*. Penelitian ini memiliki relevansi pada konektivitas yang menjadi tema utama dalam penelitian yang diusung yaitu LORA. Namun, untuk antarmuka masih memanfaatkan web sehingga masih bergantung pada koneksi internet dan membutuhkan perangkat tambahan yaitu *LORA Gateway*.

Studi penelitian kelima oleh (Sabri *et al.*, 2023) melakukan penyelidikan mengenai kualitas air untuk spesies akuatik dengan menggunakan arduino uno R3 dan ESP8266. Mereka memantau parameter seperti pH, *Turbidity*, dan suhu dengan antarmuka menggunakan *mobile app* (Blynk) dan koneksi WiFi. Relevansi penelitian ini terbatas pada mikrokontroler, *mobile app* serta sensor pH, suhu dan *turbidity*. Untuk antarmuka dan koneksi bergantung pada WiFi dan *mobile app* yang tidak dikembangkan juga *web application dashboard* blynk yang dimiliki sehingga tidak berjalan jika tidak ada akses koneksi internet di lokasi.

Dari penelitian terdahulu yang telah ada ini memberikan pandangan luas terhadap metode dan teknologi yang dapat diterapkan dalam pemantauan kualitas air berbasis IoT yang diusulkan oleh peneliti. Penelitian yang diusulkan memiliki beberapa poin penting yaitu:

- a. Penelitian mengusulkan LORA sebagai media transmisi data utama karena LORA tidak membutuhkan koneksi internet dan mudah diimplementasikan tidak perlu kabel tambahan seperti metode penggunaan kabel ethernet pada penelitian pertama.
- b. Arduino digunakan sebagai kontroler karena dari keempat penelitian terdahulu membuktikan bahwa arduino masih cukup untuk menjadi kontroler pendeteksian kualitas air.

- c. Sensor yang digunakan berfokus pada sensor pH, TDS, suhu dan *Turbidity* dikarenakan lokasi penelitian berada di sumur bor yang mirip seperti penelitian kedua dengan tambahan sensor kekeruhan dalam deteksi polutan.
- d. Antarmuka yang digunakan LCD selain karena murah. Antarmuka LCD sudah cukup untuk menampilkan data *realtime* dari sensor yang digunakan.
- e. Tambahan fitur jika tersedia koneksi internet dapat di tampilkan juga pada *mobile app* dan *web application dashboard* sehingga memungkinkan *data logger*.

### 2.3 Kerangka Berpikir

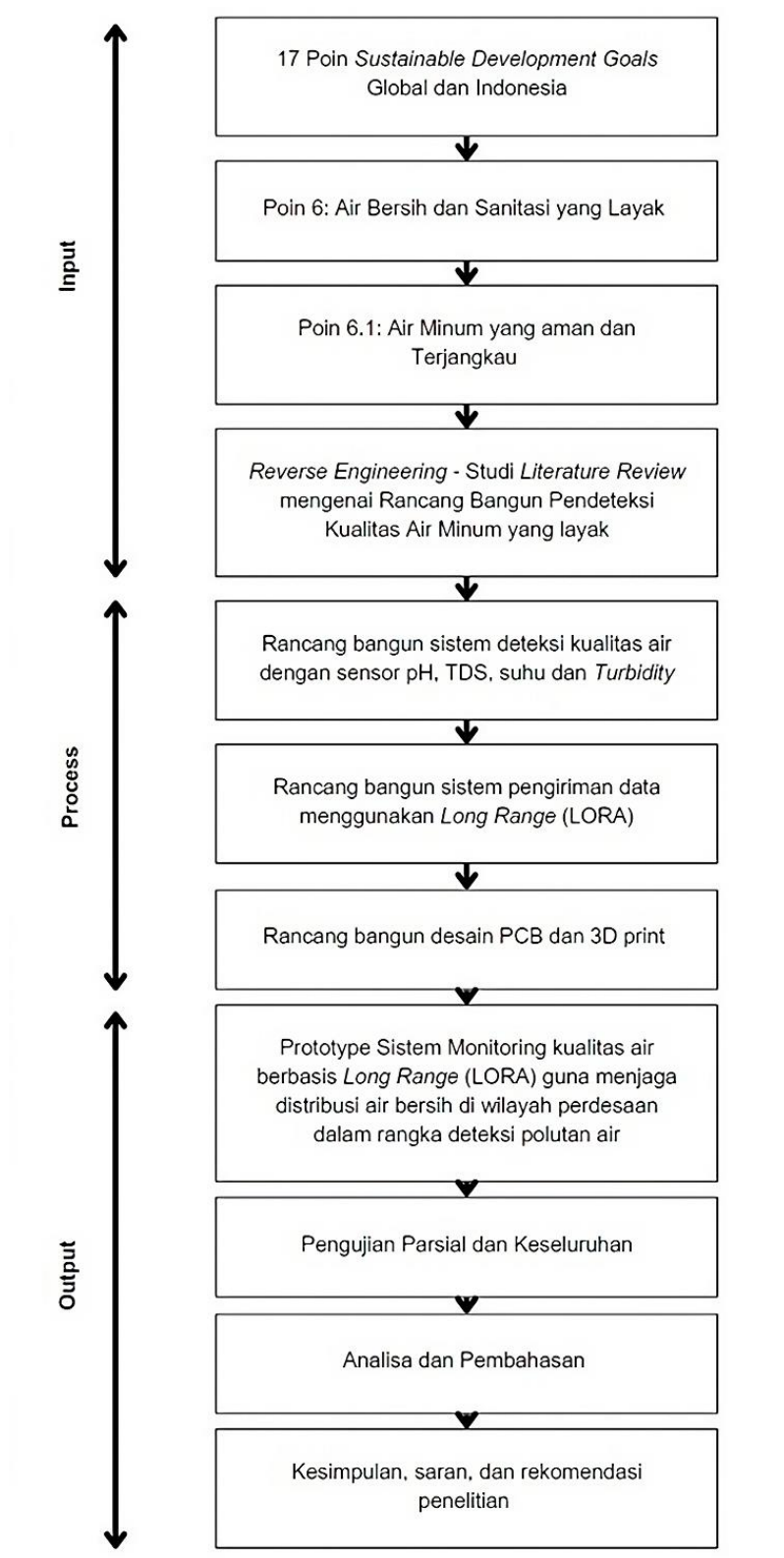
Penelitian ini akan dimulai dari 17 Poin SDGs Global dan implementasinya di Indonesia. Selanjutnya, fokus ditempatkan pada Poin 6: Air Bersih dan Sanitasi yang Layak, mengidentifikasi permasalahan serta kebutuhan terkait dengan Poin 6.1: Air Minum yang Aman dan Terjangkau.

Pada tahap selanjutnya, kajian literatur akan dilakukan untuk mendalami aspek-aspek penting dalam rancang bangun pendeteksi kualitas air yang layak. Literatur ini mencakup hasil studi *literature review* yang berkaitan dengan teknologi sensor pH, TDS, suhu dan *turbidity*. Dengan landasan pengetahuan yang kuat, penelitian akan merinci rancang bangun pendeteksi kualitas air, menyelaraskan penggunaan sensor pH, TDS, dan *turbidity*. Sistem pengiriman data akan diimplementasikan menggunakan teknologi *Long Range* (LORA) untuk mendukung *monitoring* kualitas air secara efektif.

Proses rancang bangun tidak hanya melibatkan aspek elektronik, tetapi juga desain PCB dan pencetakan 3D untuk menciptakan perangkat pendeteksi yang fungsional dan efisien. Selanjutnya, prototipe Sistem *Monitoring* berbasis *Long Range* (LORA) akan dibuat untuk menjaga sumber air bersih di wilayah perdesaan.

Setelah implementasi, penelitian akan melibatkan pengujian parsial

dan keseluruhan untuk memastikan fungsi optimal dari masing-masing komponen dan sistem secara keseluruhan. Analisis dan pembahasan hasil pengujian akan menjadi landasan untuk menyusun kesimpulan yang mendalam. Dari hasil kesimpulan, saran-saran dan rekomendasi penelitian akan diajukan, membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dan peningkatan kualitas penelitian ini serta memberikan sumbangan signifikan terhadap pemenuhan poin 6 SDGs di Indonesia. Kerangka berfikir penelitian ditunjukkan gambar 2.11.



**Gambar 2.11 Kerangka Berpikir**

Sumber: Diolah peneliti (2024).

