

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Indartono, K., Kusuma, B. A., & Putra, A. P. (2020) dalam jurnal berjudul "Perancangan Sistem Pemantau Kualitas Air Pada Budidaya Ikan Air Tawar" merancang alat yang menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan *input* dari sensor pH, sensor suhu, dan sensor kekeruhan untuk mendeteksi kualitas air, dan menghasilkan *output* berupa informasi yang ditampilkan pada layar LCD serta mengaktifkan relay untuk menggerakkan pompa air.

Fahmi, N., & Natalia, S. (2020) dalam jurnal berjudul "Sistem Pemantauan Kualitas Air Budidaya Ikan Lele Menggunakan Teknologi IoT" merancang alat untuk memantau kualitas air pada tambak ikan lele menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO R3 dan menerima *input* dari sensor pH dan sensor suhu. *Output* yang dihasilkan berupa informasi yang dikirim dari Arduino UNO ke Mini PC berupa *board* komputer Raspberry Pi sebagai *web server*, yang kemudian terhubung dengan konektivitas *internet* dan dapat dimonitor dan dikontrol melalui *web browser* di *smartphone*.

Zamzami, A., Fransisco, O., Irwan, I., & Nugraha, M. I. (2021) dalam jurnal berjudul "Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Berbasis Internet of Things (IoT)" merancang sebuah alat untuk memonitor kualitas air pada tambak udang. Alat ini menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO R3 dan menerima *input* dari sensor pH, sensor salinitas, dan sensor suhu untuk memonitor kualitas air. *Output* yang dihasilkan berupa informasi yang ditampilkan pada layar LCD serta mengirim data ke NodeMCU V3 sebagai konektivitas. Data dari alat tersebut dikirim dan dikontrol melalui aplikasi Blynk.

Damayanti, S. Y., Andriyanto, T., & Ristiyawan, A. (2021) dalam jurnal berjudul "Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Ikan Koi (Cyprinus carpio) Berbasis Teknologi of Things (IOT)" merancang sebuah alat untuk *monitoring* kualitas air pada tambak ikan koi. Alat ini menggunakan Mikrokontroler ESP32 dan menerima *input* dari sensor pH dan sensor suhu untuk memonitor kualitas air. *Output* yang dihasilkan berupa informasi yang ditampilkan pada layar LCD serta

mengaktifkan relay untuk menggerakkan pompa air. Data dari alat tersebut dikirim dan dikontrol melalui aplikasi Blynk dan aplikasi ThinkSpeak.

Erlangga Prasetya, I., Achmadi, S., & Rudhistiar, D. (2023) dalam jurnal berjudul "Penerapan IoT (Internet of Things) Untuk Sistem Monitoring Air Dan Controlling Pada Kolam Ikan Gurami Berbasis Website" merancang sebuah alat untuk *monitoring* kualitas air dan kontrol pada kolam ikan gurami. Alat ini menggunakan Mikrokontroler NodeMCU V3 dan *input* dari sensor pH, sensor suhu, dan sensor ultrasonik untuk memonitor kualitas air. *Output* yang digunakan adalah motor servo untuk memberikan pakan ikan dan relay untuk menggerakkan pompa air. Data dari alat tersebut dikirim dan dikontrol melalui *website* berbasis *PHP* dan disimpan ke *database MySQL*, serta notifikasi melalui aplikasi *WhatsApp*.

**Tabel 2.1 Perbandingan Hasil Penelitian**

No.	Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	Indartono, K., Kusuma, B. A., & Putra, A. P. (2020). yang berjudul "Perancangan Sistem Pemantau Kualitas Air Pada Budidaya Ikan Air Tawar"	<ol style="list-style-type: none"> <li>Menggunakan <i>input</i> dari sensor pH, sensor suhu, dan sensor kekeruhan.</li> <li>Menggunakan <i>output</i> dari <i>relay</i> untuk mengerakkan pompa air.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560.</li> <li>Alat ini tidak menggunakan teknologi IoT.</li> <li>Objek penelitian dari studi ini adalah beberapa spesies ikan tawar.</li> </ol>
2	Fahmi, N., & Natalia, S. (2020). yang berjudul "Sistem Pemantauan	<ol style="list-style-type: none"> <li>Menggunakan <i>input</i> dari sensor pH, sensor suhu.</li> <li>Objek penelitian dari studi ini adalah spesies ikan lele.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO R3.</li> <li>Menggunakan <i>output</i> dari Mini PC digunakan sebagai <i>web server</i> dan</li> </ol>

	Kualitas Air Budidaya Ikan Lele Menggunakan Teknologi IoT”		konektivitas melalui board komputer Raspberry Pi. Data dari alat tersebut dimonitor dan dikontrol melalui <i>web browser</i> di <i>smartphone</i> .
3	Zamzami, A., Fransisco, O., Irwan, I., & Nugraha, M. I. (2021) yang berjudul “Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Berbasis Internet of Things (IoT)”	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menggunakan <i>input</i> dari sensor pH dan sensor suhu.</li> <li>2. Menggunakan aplikasi Blynk sebagai <i>platform</i> IoT.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menggunakan <i>input</i> dari sensor salinitas.</li> <li>2. Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO R3.</li> <li>3. Menggunakan konektivitas dari NodeMCU V3.</li> <li>4. Objek penelitian dari studi ini adalah spesies udang.</li> </ol>
4	Damayanti, S. Y., Andriyanto, T., & Ristiyawan, A. (2021) dalam jurnal berjudul “Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Ikan Koi (Cyprinus	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menggunakan Mikrokontroler ESP32.</li> <li>2. Menggunakan <i>input</i> dari sensor pH, sensor suhu.</li> <li>3. Menggunakan <i>output</i> dari <i>relay</i> untuk menggerakkan pompa air</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menggunakan aplikasi ThingSpeak sebagai <i>platform</i> IoT.</li> <li>2. Objek penelitian dari studi ini adalah spesies ikan koi.</li> </ol>

	carpio) Berbasis Teknologi of Things (IOT)”	4. Menggunakan aplikasi Blynk sebagai <i>platform</i> IoT.	
5	Erlangga Prasetya, I., Achmadi, S., & Rudhistiar, D. (2023) dalam jurnal berjudul "Penerapan IoT (Internet of Things) Untuk Sistem Monitoring Air Dan Controlling Pada Kolam Ikan Gurami Berbasis Website"	1. Menggunakan <i>input</i> dari sensor pH, sensor suhu. 2. Menggunakan <i>output</i> dari <i>relay</i> untuk mengerakkan pompa air.	1. Menggunakan <i>input</i> dari sensor ultrasonik. 2. Menggunakan <i>output</i> dari motor servo untuk memberi pakan ikan. 3. alat dimonitor dan dikontrol melalui <i>website</i> berbasis <i>PHP</i> dan disimpan ke <i>database MySQL</i> , serta notifikasi melalui aplikasi <i>WhatsApp</i> . 4. Objek penelitian dari studi ini adalah spesies ikan gurami.

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Sistem

Menurut Hutahaean (2015:2), sistem adalah suatu jaringan kerja dari prosedur-prosedur yang saling berhubungan, berkumpul bersama-sama untuk Melakukan kegiatan atau untuk melakukan sasaran tertentu. supaya sistem itu dikatakan sistem yang baik memiliki karakteristik yaitu:

#### 1. Komponen

Suatu sistem terdiri dari sejumlah komponen-komponen yang saling berinteraksi, yang artinya saling bekerja sama membentuk satu kesatuan.

Komponen sistem terdiri dari komponen yang berupa subsistem atau bagian-bagian dari sistem.

2. Batasan sistem (*boundary*)

Batasan sistem merupakan daerah yang membatasi antara suatu sistem dengan sistem yang lain atau dengan lingkungan luarnya. Batasan sistem ini memungkinkan suatu sistem dipandang sebagai suatu kesatuan. Batasan suatu sistem menunjukkan ruang lingkup (*scope*) dari sistem tersebut.

3. Lingkungan luar sistem (*environment*)

Lingkungan luar sistem merupakan di luar batas dari sistem yang mempengaruhi operasi sistem. Lingkungan dapat bersifat menguntungkan yang harus tetap dijaga dan yang merugikan yang harus dijaga dan dikendalikan, kalau tidak akan mengganggu kelangsungan hidup dari sistem.

4. Penghubung sistem (*interface*)

Penghubung sistem merupakan media penghubung antara satu sub-sistem dengan sub-sistem lainnya. Melalui penghubung ini memungkinkan sumber-sumber daya mengalir dari sub-sistem ke sub-sistem lain. Keluaran (*output*) dari sub-sistem akan menjadi masukan (*input*) untuk sub-sistem lain melalui penghubung.

5. Masukan sistem (*input*)

Masukan sistem merupakan energi yang dimasukkan ke dalam sistem yang dapat berupa perawatan (*maintenance input*), dan masukan sinyal (*signal input*). *Maintenance input* adalah energi yang dimasukkan agar sistem dapat beroperasi. *Signal input* adalah energi yang diproses untuk didapatkan keluaran.

6. Keluaran sistem (*output*)

Keluaran sistem merupakan hasil dari energi yang diolah dan diklasifikasikan menjadi keluaran yang berguna dan sisa pembuangan.

7. Pengolah sistem

Suatu sistem menjadi bagian pengolah yang akan memproses masukan menjadi keluaran.

## 8. Sasaran sistem

Suatu sistem pasti mempunyai tujuan (*goal*) atau sasaran (*objektive*).

Sasaran dari sistem sangat menentukan *input* yang dibutuhkan sistem dan keluaran yang akan dihasilkan sistem.

### 2.2.2 Ikan Lele

Ikan lele merupakan ikan air tawar yang teknologi budidayanya relatif mudah dikuasai masyarakat dengan modal usaha yang cukup rendah, dan dapat dibudidayakan dalam kondisi lahan yang terbatas dengan menggunakan kolam terpal. Habitatnya di sungai dengan arus air yang perlahan, rawa, telaga, waduk, sawah yang tergenang air. Ikan lele bersifat *nocturnal*, yaitu aktif bergerak mencari makanan pada malam hari. Pada siang hari, ikan lele berdiam diri dan berlindung (Fuadi, A., et al., 2020).

Perairan yang tenang dengan kedalaman yang memadai memberikan kondisi yang cocok bagi ikan lele untuk bertahan hidup, bahkan dalam air yang buruk, kotor, dan kekurangan oksigen. Namun, untuk menjaga kesehatan ikan, perairan harus terhindar dari pencemaran oleh bahan kimia, limbah industri, merkuri, minyak, atau zat-zat berbahaya lainnya. Selain itu, perairan tersebut harus memiliki kandungan zat-zat yang diperlukan oleh ikan serta menyediakan sumber makanan alami. Penting juga bahwa perairan tersebut tidak rentan terhadap banjir, dan permukaannya tidak tertutupi oleh sampah atau dedaunan yang masih hidup (Khairuman & Khairul Amri, 2012).

Menurut Wartono (2011), suhu air yang optimal bagi pertumbuhan ikan lele berkisar antara 25-28°C, dengan suhu minimum sekitar 20°C. Larva ikan membutuhkan suhu 26-30°C, sementara ikan dewasa memijah pada suhu 24-28°C. Kriteria fisika-kimia air kolam budidaya juga penting, seperti pH air (6,5-9), tingkat kesadahan air (maksimal 100 ppm, idealnya 50 ppm), kekeruhan air (tidak melebihi 60 cm), kandungan oksigen terlarut (variasi tergantung pada tahap ikan), kandungan CO<sub>2</sub> (kurang dari 12,8 mg/liter), dan amonium terikat (147,29-157,56 mg/liter). Pertumbuhan ikan lele terhambat oleh suhu terlalu dingin dan tidak optimal di daerah dengan ketinggian di atas 700 meter. Untuk memastikan pertumbuhan yang baik, perawatan yang baik dan lingkungan air yang bersih sangat diperlukan.

Menurut Kusuma, R. A. (2021), tumbuh optimalnya ikan lele terjadi pada suhu di atas 25 °C. Selain itu, kekeruhan air yang tidak melebihi 50 NTU juga menjadi faktor penting dalam budidaya. pH air yang ideal untuk lingkungan budidaya ikan lele berada dalam rentang 6,5 hingga 8. Apabila pH air kurang dari 6,5, dapat menyebabkan penggumpalan pada dasar kolam. Sebaliknya, jika pH air melebihi 8, dapat mengurangi nafsu makan ikan tersebut.



**Gambar 2.1** Ikan Lele

### **2.2.3 Kualitas Air**

Air merupakan elemen penting bagi kelangsungan hidup dan memiliki peran krusial dalam berbagai proses biologis. Ketersediaan air yang berkualitas baik memiliki dampak yang signifikan terhadap perkembangan sosial dan ekonomi suatu negara. Kualitas air yang memadai menjadi faktor penentu untuk mencapai perkembangan yang berkelanjutan. (Malik, M. S., & Shukla, J., 2019).

Menurut Kusuma, R. A. (2021), terdapat beberapa masalah yang perlu diperhatikan dalam pemeliharaan ikan lele, salah satunya adalah kualitas air. Kualitas air yang digunakan memiliki peran yang sangat penting dalam budidaya ikan lele. Jika kualitas air tidak memenuhi standar yang diperlukan, maka hal tersebut akan berdampak langsung pada hasil panen ikan lele, bahkan dapat menyebabkan kegagalan panen secara keseluruhan. Oleh karena itu, menjaga kualitas air merupakan parameter utama yang harus diperhatikan dalam budidaya ikan lele.

Menurut Zuhdan, M., et al. (2021), kualitas air memiliki peran yang sangat penting dalam pemeliharaan ikan lele. Oleh karena itu, pemantauan yang terus-menerus terhadap kualitas air kolam saat budidaya ikan lele sangat penting. Selain kekeruhan, suhu, dan pH air juga memiliki pengaruh signifikan terhadap tingkat kematian ikan. Rentang pH air yang ideal untuk pemeliharaan ikan lele adalah

antara 6,5 hingga 8. Suhu air yang optimal dalam budidaya ikan lele secara intensif berkisar antara 25°C hingga 30°C, sementara rentang kekeruhan air yang dianggap baik adalah antara 0 hingga 50 NTU.

#### **2.2.4 Kekeruhan Air**

Menurut Effendi (2003), Kekeruhan merupakan parameter pengukuran yang menggunakan efek cahaya sebagai dasar untuk menentukan kondisi air mentah dengan menggunakan skala NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*), JTU (*Jackson Turbidity Unit*), atau FTU (*Formazin Turbidity Unit*). Kekeruhan diungkapkan dalam satuan turbiditas, yang setara dengan 1 mg/liter SiO<sub>2</sub>. Kondisi kekeruhan ini disebabkan oleh adanya partikel terlarut atau koloid dalam air. Hal ini memberikan perbedaan yang signifikan baik dari segi estetika maupun dari segi kualitas air itu sendiri.

Menurut Kautsar, M. R., et al. (2015), satuan NTU merupakan singkatan dari *Nephelometric Turbidity Unit* yang digunakan untuk mengukur kekeruhan air. Kekeruhan air mencerminkan partikel-padat terlarut atau tersuspensi dalam air. Metode pengukuran kekeruhan melibatkan sumber cahaya dan pengukuran intensitas cahaya yang dipantulkan. Faktor penyebab kekeruhan air meliputi koloid, partikel halus, dan lapisan tanah saat banjir sungai. Tingkat kekeruhan yang tinggi dapat mengganggu osmoregulasi, pernafasan, dan penglihatan organisme akuatik serta penetrasi cahaya ke dalam air. Menjaga kekeruhan air dalam rentang 0-50 NTU penting bagi lingkungan yang sesuai bagi ikan dan pertumbuhannya. Pengukuran NTU memberikan informasi penting tentang kualitas air bagi pemelihara ikan dan pengelola air.

Menurut Zuhdan, M. et al. (2021), Kekeruhan yang diakibatkan oleh sisa-sisa jasad renik atau plankton merupakan kekeruhan yang dianggap baik. Kadar kekeruhan yang rendah menunjukkan adanya kehidupan yang baik, dengan keberadaan plankton yang seimbang dalam rantai makanan. Kekeruhan yang tinggi dapat menghambat masuknya cahaya yang diperlukan oleh vegetasi air dan juga dapat mempengaruhi permukaan air serta suhu yang stabil. Tingkat kekeruhan yang ideal bagi perkembangan ikan lele adalah antara 0 hingga 50 NTU.

### 2.2.5 Keasaman (pH)

Keasaman (pH) adalah ukuran tingkat keasaman atau kebasaan suatu zat yang diukur menggunakan skala pH yang berkisar dari 0 hingga 14. Dalam konteks air minum, pH meter adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan. Tingkat keasaman dalam larutan dinyatakan sebagai konsentrasi ion hidrogen  $[H^+]$ , atau dengan skala pH yang merupakan negatif logaritma dari  $[H^+]$ . Dengan kata lain, pH merupakan ukuran dari kekuatan suatu asam (Apriani, R. E., 2017).

Menurut Zuhdan, M. et al. (2021), kualitas air, terutama derajat keasaman (pH), memainkan peran penting dalam pertumbuhan ikan lele dan organisme mikro lainnya. pH air yang sangat rendah (sangat asam) dapat berakibat fatal bagi ikan lele, sementara pH air yang sangat tinggi (sangat basa) dapat menghambat pertumbuhan mereka. Selain itu, kondisi asam pada kolam juga dapat mempengaruhi nafsu makan ikan, menyebabkan penurunan nafsu makan yang berpotensi merugikan pertumbuhan dan kesehatan ikan.

Menurut Kusuma, R. A. (2021), rentang pH yang ideal untuk budidaya ikan lele berkisar antara 6,5 hingga 8. Apabila pH air kolam ikan lele kurang dari 6,5, kemungkinan terjadi penggumpalan pada dasar kolam yang dapat berdampak negatif terhadap kehidupan ikan lele. Sebaliknya, apabila pH air melebihi angka 8, hal ini dapat menyebabkan penurunan nafsu makan pada ikan lele. Oleh karena itu, menjaga pH air dalam kisaran yang diterima merupakan faktor penting dalam memastikan kesehatan dan pertumbuhan optimal ikan lele dalam budidaya.

### 2.2.6 Suhu

Menurut Supu, I., et al. (2017), suhu adalah parameter yang mengukur tingkat panas atau dingin suatu benda atau sistem. Satuan suhu yang umum digunakan adalah Celsius ( $^{\circ}C$ ), Reamur ( $^{\circ}R$ ), dan Fahrenheit ( $^{\circ}F$ ). Skala Celsius didasarkan pada titik beku air pada tekanan standar ( $0^{\circ}C$ ) dan titik didih air pada tekanan standar ( $100^{\circ}C$ ). Skala Reamur juga menggunakan titik beku air pada  $0^{\circ}R$ , tetapi titik didih air ditetapkan pada  $80^{\circ}R$ . Skala Fahrenheit menggunakan titik beku air pada  $32^{\circ}F$  dan titik didih air pada  $212^{\circ}F$ .

Menurut Zuhdan, M., et al. (2021), Suhu memainkan peran krusial dalam pengendalian sistem pernapasan ikan lele. Ikan lele memiliki kemampuan untuk menyesuaikan suhu tubuh mereka dengan suhu air di sekitarnya. Selain itu, suhu juga memiliki dampak yang signifikan pada proses pernapasan, kebutuhan makan, pencernaan, perkembangan, dan sistem kekebalan tubuh ikan. Berdasarkan SNI Nomor 01-6484.5-2002 untuk budidaya ikan lele, suhu air dan kondisi habitat yang optimal terjadi pada rentang hangat antara 25°C hingga 30°C.

### **2.2.7 Internet Of Things**

Menurut Adani, F., & Salsabil, S. (2019), Internet of Things (IOT) merupakan bentuk di mana benda, orang diberikan dengan identitas eksklusif dan kemahiran untuk alih data dengan jaringan tanpa membutuhkan komunikasi dua arah dari manusia dengan manusia yaitu sumber ke cakupan atau hubungan manusia ke komputer. Internet of Things ialah perkembangan ilmu yang sangat menjamin untuk memaksimalkan kehidupan berlandaskan sensor pintar dan alat pintar yang bekerja sama dengan jaringan internet

### **2.2.8 Mikrokontroler**

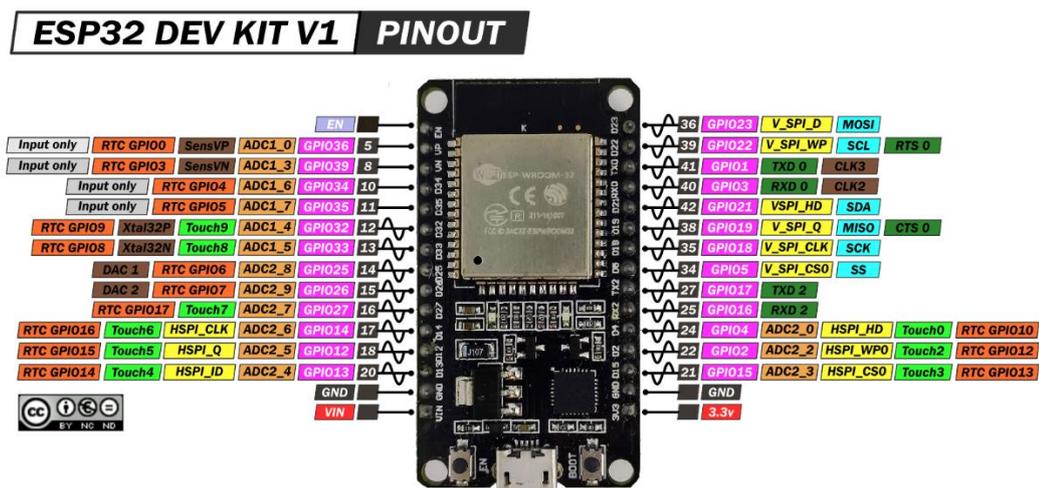
Menurut Adi (2010), Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer lengkap dalam satu serpih (chip). Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah berisikan ROM (*Read-Only Memory*), RAM (*Read-Write Memory*), beberapa Port masukan maupun keluaran, dan beberapa *peripheral* seperti pencacah/ pewaktu, ADC (*Analog to Digital converter*), DAC (*Digital to Analog converter*) dan serial komunikasi, salah satu Mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR. AVR adalah mikrokontroler RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard Bahasa C digunakan untuk pemrograman berbagai jenis perangkat, termasuk mikrokontroler AVR. Bahasa ini sudah merupakan *high Level language*, dimana memudahkan *programmer* menggunakan algoritmanya. Secara umum mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 6 kelompok, yaitu keluarga AT90Sxx, MegaAVR, TtinyAVR, AVR XMEGA, AVR 32 UC3, AVR32 AP7.

### 2.2.9 Smartphone

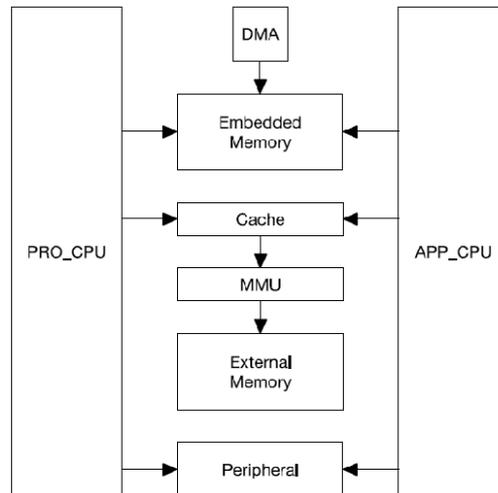
Menurut Safaat (2013), *Smartphone* adalah perangkat telekomunikasi serbaguna, *Smartphone* atau yang disebut juga piranti pintar dan menjadi tren yang mewabah di Indonesia, digemarinya *smartphone* ini juga bukan tanpa alasan, tapi karena *feature* yang ditawarkan sangat menarik dan mengubah hobi pengguna untuk *browsing*, *chatting*, dan semacamnya yang awal dilakukan secara statis, sekarang dengan *smartphone* bisa dilakukan dengan *mobile* atau bergerak.

### 2.3 ESP32

*Espresif System* memperkenalkan teknologi baru sebagai penerus ESP8266 adalah ESP32 dengan biaya rendah, daya *system* yang rendah pada *chip* mikrokontroler dengan terintegrasi Wi-Fi, kemampuan mode *Bluetooth* ganda dan lebih fleksibel dikarenakan hemat daya. ESP32 cocok digunakan untuk pengaplikasian *Internet Of Things* ternyata sebagai pilihan yang dapat diandalkan di lingkungan industri karena rentang suhu operasi yang luas. ESP32 dapat bertindak secara mandiri yang lengkap dan bias juga bertindak sebagai perangkat pendukung (Biswas, 2018).

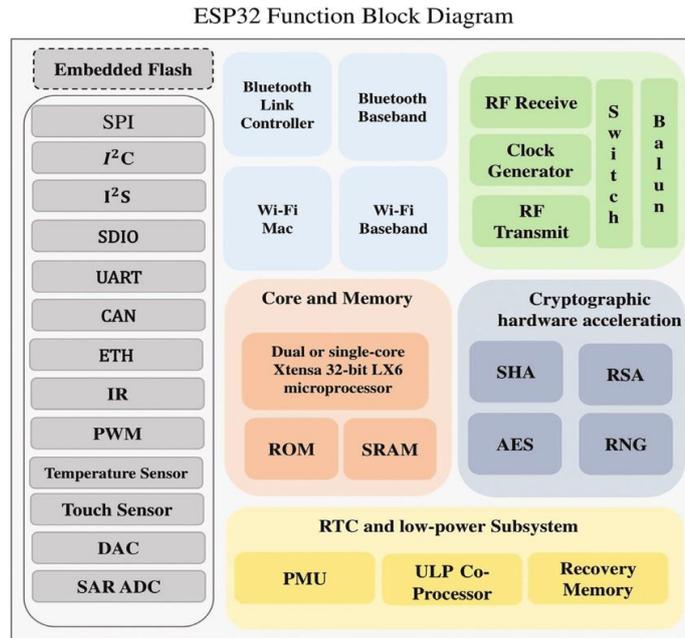


eksternal dan periferal terletak di bus data dan / atau bus instruksi CPU ini. Mikrokontroler memiliki dua inti - PRO\_CPU untuk protokol dan APP\_CPU untuk aplikasi. Ruang alamat untuk data dan bus instruksi adalah 4GB dan ruang alamat periferal adalah 512KB. Selain itu, memori yang disematkan adalah 448KB ROM, 520KB SRAM dan dua memori 8KB RTC. Memori eksternal mendukung hingga empat kali 16MB *Flash*.



**Gambar 2.3** Struktur sistem ESP32

- b. Jam dan *Timer* ESP32 dapat menggunakan *Phase Lock Loop* (PLL) internal 320MHz atau kristal eksternal. Dimungkinkan juga untuk menggunakan sirkuit berosilasi sebagai sumber *clock* pada 2-40MHz untuk menghasilkan *clock* master CPU\_CLK untuk kedua *core* CPU.
- c. Diagram Blok dan Fungsi Struktur mikrokontroler ESP32 dirancang untuk beroperasi di bawah protokol berikut - TCP / IP, MAC WLAN 802.11 b / g / n / e / i WLAN penuh, dan spesifikasi Direct Wi-Fi. Mikrokontroler dapat menyediakan operasi *Basic Service Set* (BSS) STA dan SoftAP di bawah protokol Fungsi Kontrol Terdistribusi (DCF). Ini juga mendukung operasi grup P2P yang sesuai dengan protokol P2P Wi-Fi terbaru. Dengan demikian, bisa beroperasi sebagai stasiun dan terhubung ke internet atau server dan titik akses untuk menyediakan antarmuka pengguna untuk, misalnya, *smartphone* yang menjalankan aplikasi seluler.



**Gambar 2.4** Diagram Blok Fungsi ESP32

- d. Pemrograman ESP32. Sistem operasi waktu-nyata pada ESP32 adalah FreeRTOS yang merupakan *open source*, yang dirancang untuk sistem tertanam dan menyediakan fungsi dasar untuk aplikasi tingkat yang lebih tinggi. Fungsi inti adalah manajemen memori, manajemen tugas dan sinkronisasi API. Spesifikasi ESP 32 dapat dilihat pada Tabel 2.1

**Tabel 2.2** Spesifikasi ESP32

No.	Spesifikasi	Nilai
1	CPU	Tensilica Xtensa LX6 32bit Dual-Core 160/240MHz
2	SRAM	520KB
3	FLASH	2MB (max. 64MB)
4	Tegangan Kerja	2.2V sampai 3.6V
5	Arus	Rata-rata 80mA
6	Program	Ya (C, C++, Python, Lua, dll)
7	Open Source	Ya
Konektivitas		
8	WI-FI	802.11 b/g/n
9	Bluetooth®	4.2BR/EDR + BLE

10	UART	3
		I/O
11	GPIO	32
12	SPI	4
13	I2C	2
14	PWM	8
15	ADC	18 (12-bit)
16	DAC	2 (8-Bit)

#### 2.4 Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 merupakan sensor yang mempunyai *output* digital. Sensor suhu ini termasuk sensor yang dapat mengukur suhu air karena memiliki kelebihan yang tahan akan cairan (*waterproof*). Rentang suhu yang dapat diukur oleh sensor suhu DS18B20 adalah antara -55 C hingga +125 C serta memiliki ketelitian 0.50 C (Fahmi, N., & Natalia, S., 2020).

Prinsip kerja sensor suhu ini adalah mendeteksi perubahan suhu di lingkungan sekitar, kemudian mengubah hasil pengukuran suhu menjadi sinyal listrik. Hasil pengukuran tersebut dapat dideteksi oleh Mikrokontroler tanpa perlu modul *amplifier* atau ADC (*Analog to Digital Converter*) sebagai perantara. Hal ini dikarenakan sensor suhu DS18B20 merupakan sensor dengan keluaran *digital*, sehingga hanya memerlukan satu kabel (1 *wire*) untuk berkomunikasi dengan Mikrokontroler (Nurazizah, E., et al., 2017).



**Gambar 2.5** Sensor Suhu DS18B20

Adapun spesifikasi sensor DS18B20 adalah sebagai berikut:

**Tabel 2.3** Spesifikasi Sensor Suhu DS18B20

No.	Spesifikasi	Nilai
1	Tegangan Operasi	3-5VDC
2	Rentang Suhu	-55°C sampai +125°C
3	Akurasi	0.5°C
4	Waktu respon	75 ms di 12 bit
5	Resolusi <i>output</i>	9-bit sampai 12-bit

## 2.5 Sensor pH 4502c

Sensor pH 4502c digunakan untuk mengukur kadar pH dalam suatu cairan. Aktivitas ion dalam air tidak dapat langsung diobservasi, oleh karena itu nilainya dihitung berdasarkan perhitungan teori. Nilai pH bukanlah skala yang memiliki rentang pasti, melainkan berkisar antara 0 hingga 14. Prinsip dasar dari sensor pH melibatkan interaksi elektromagnetik antara cairan di dalam elektroda gelas yang memiliki nilai pH yang diketahui, dengan cairan di luar elektroda gelas yang akan diukur pH-nya. Hal ini terjadi karena lapisan tipis kaca berinteraksi dengan ion-ion air yang memiliki ukuran relatif kecil dan aktivitas yang tinggi. (Fahmi, N., & Natalia, S., 2020).

Prinsip kerja sensor pH ini berdasarkan pada jumlah elektron yang terdeteksi dalam sampel cairan. Semakin banyak elektron yang terdeteksi, semakin asam sifat cairan tersebut, sedangkan jika terdeteksi sedikit elektron, maka cairan tersebut bersifat basa. Nilai pH yang ditampilkan menunjukkan sifat asam atau basa dari larutan tersebut. Jika nilai pH yang ditampilkan kurang dari 7, maka larutan tersebut bersifat asam, sedangkan jika nilai pH lebih dari 7, larutan tersebut bersifat basa. Sensor pH menggunakan elektroda gelas yang memiliki sensitivitas pada ujungnya. Nilai pH yang ditampilkan diperoleh melalui elektroda khusus yang terhubung dengan rangkaian elektronik. Rangkaian tersebut mengukur dan menampilkan pembacaan pH melalui sinyal tegangan berdasarkan reaksi yang terjadi. (Endra, Robby Yuli, et al., 2019).



**Gambar 2.6** Sensor pH 4502c

Adapun spesifikasi sensor Ph adalah sebagai berikut:

**Tabel 2.4** Spesifikasi pH 4502c

No.	Spesifikasi	Nilai
1	Tegangan kerja	5VDC
2	Ukuran	43 mm x 32 mm
3	Range pengukuran pH	0-14 pH
4	Range pengukuran suhu	0°C-60°C
5	Akurasi	±0.1 pH
6	Waktu respon	< 1 min

## 2.6 Sensor Turbidity SEN0189

Menurut Dauly (2018), Sensor kekeruhan atau *turbidity* adalah modul sensor yang digunakan untuk mengukur kekeruhan air. Partikel-partikel kekeruhan tidak dapat terlihat secara langsung oleh mata manusia. Semakin banyak partikel dalam air, semakin tinggi tingkat kekeruhan air tersebut. Perubahan tegangan *output* sensor akan terjadi seiring dengan peningkatan tingkat kekeruhan air

Prinsip kerja sensor ini mirip dengan sensor *proximity* karena menggunakan LED sebagai sumber cahaya dan *photodiode* sebagai penerima. Sensor ini mengirimkan cahaya melalui LED dan kemudian mendeteksi pantulan cahaya yang terjadi. Fungsinya adalah untuk mendeteksi partikel-partikel kecil dalam air. Ketika jumlah partikel dalam air meningkat, tingkat kekeruhan juga akan meningkat. Sensor ini umumnya digunakan dalam pengukuran kualitas air di sungai, limbah, dan juga dalam pengukuran di laboratorium. (Darmana, T., et al., 2022).



**Gambar 2.7** Sensor Turbidity SEN0189

**Tabel 2.5** Spesifikasi Sensor Turbidity SEN0189

No.	Spesifikasi	Nilai
1	Tegangan kerja	5VDC
2	Arus kerja	40 mA (maksimal)
3	Waktu respon	<500ms
4	Resistansi isolasi	100 m (minimal)
5	Suhu operasional	5°C – 90°C
6	Tegangan analog	0-4.5 VDC
7	Berat modul	40 gram

## 2.7 Relay

Relay merupakan saklar yang dijalankan menggunakan listrik dan termasuk komponen Elektromekanikal yang terdapat 2 bagian utama yaitu Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal. Relay memakai cara kerja elektromagnetik guna menghidupkan kontak saklar. Oleh karena itu, pada arus listrik yang rendah (*low power*) mampu mengalirkan listrik dengan t lebih tegangan menjalankan *Armature Relay* untuk menghantarkan listrik 220V 2A (Sadewa, A., & Doni., 2020).



**Gambar 2.8** Relay

**Tabel 2.6** Spesifikasi Relay

No.	Spesifikasi	Nilai
1	Tegangan kerja	5-12VDC
2	Arus sink	15 mA
3	Maximum switch voltage	250 VAC 30 VDC
4	Waktu respon	<10 ms
5	Indikator LED	Yes
6	Ukuran	50 mm x 41 mm x 18.6 mm

## 2.8 Pompa Air

Pompa air adalah alat yang digunakan untuk memindahkan cairan (*fluida*) dari satu tempat ke tempat yang lain melalui media pipa. Proses pemindahan cairan dilakukan dengan menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung terus-menerus dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi dengan prinsip kerja yang melibatkan sistem perpipaan. Pompa air biasa digunakan oleh masyarakat untuk mengambil air bersih dari sumber seperti akuarium dan kolam, kemudian ditampung pada wadah besar (Ricky, M., et al., 2020).

**Gambar 2.9** Pompa Air

## 2.9 Heater

Menurut Nurhidayat (2020), Heater merupakan alat bantu untuk memanaskan air yang menggunakan energi listrik. Biasanya, alat ini digunakan dalam perawatan ikan hias air tawar maupun air laut dalam akuarium. Fungsi heater sangatlah penting, yakni untuk menstabilkan suhu air. Ketika suhu air meningkat, heater akan dimatikan, dan ketika suhu air menurun, heater akan diaktifkan kembali.



**Gambar 2.10** Heater

### 2.10 Kipas DC

Menurut Muftiyazid (2021), Kipas DC adalah kipas dengan motor listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik melalui kumparan besi yang bergerak dan sepasang magnet berbentuk U yang diam (permanen). Arus listrik mengalir pada kumparan kawat dalam kumparan besi, menjadikannya magnet. Gaya tolak-menolak magnet antara kumparan besi dan sepasang magnet menyebabkan kumparan besi berputar secara periodik.



**Gambar 2.11** Kipas DC

### 2.11 Adaptor

Menurut Juniardi (2018), Adaptor adalah rangkaian konverter yang mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC rendah. Ia terdiri dari beberapa bagian, termasuk *trafo* (transformator) untuk menurunkan tegangan, *rectifier* untuk mengubah arus AC menjadi DC, dan *filter* untuk meratakan sinyal arus. Adaptor berfungsi sebagai suplai listrik 12 VDC pada rangkaian elektronik tersebut.

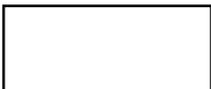
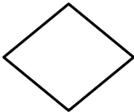
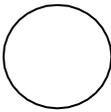
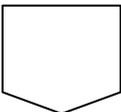


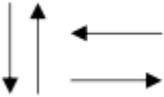
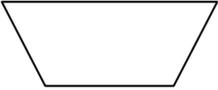
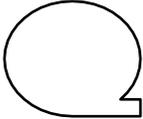
**Gambar 2.12** Adaptor

## 2.12 Flowchart

Kadir (2013:20) mengemukakan bahwa, *Flowchart* atau bagan alir adalah diagram yang menampilkan langkah-langkah dan keputusan yang diperlukan dalam suatu proses dari sebuah program. *Flowchart*, juga dikenal sebagai diagram alir, dapat digunakan sebagai alternatif untuk menyajikan algoritma. Misalnya, perhitungan luas lingkaran berdasarkan jari-jari dapat dijelaskan dalam bentuk *flowchart*.

**Tabel 2.7** Simbol-Simbol *Flowchart*

No.	Simbol	Keterangan
1.		Simbol <b>Start</b> atau <b>End</b> yang mendefinisikan awal atau akhir dari sebuah <i>flowchart</i> .
2.		Simbol pemrosesan yang terjadi pada sebuah alur kerja.
3.		Simbol <b>Input/Output</b> yang mendefinisikan masukan dan keluaran proses.
4.		Simbol untuk memutuskan proses lanjutan dari kondisi tertentu.
5.		Simbol konektor untuk menyambung proses pada lembar kerja yang sama.
6.		Simbol konektor untuk menyambung proses pada lembar kerja yang berbeda.

No.	Simbol	Keterangan
7.		Simbol untuk menghubungkan antar proses atau antar simbol.
8.		Simbol yang menyatakan piranti keluaran, seperti layar monitor, <i>printer</i> , dll.
9.		Simbol yang mendefinisikan proses yang dilakukan secara manual.
10.		Simbol masukan atau keluaran dari atau ke sebuah dokumen.
11.		Simbol yang menyatakan bagian dari program (subprogram).
12.		Simbol masukan atau keluaran dari atau ke sebuah pita magnetic.

### 2.13 Arduino IDE

Arduino IDE merupakan software yang digunakan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner, dan mengunggahnya ke memori mikrokontroler. Dibuat dari bahasa pemrograman JAVA, Arduino IDE menggunakan versi yang disederhanakan dari bahasa pemrograman C++. Kode program Arduino umumnya disebut sebagai "*sketch*". Arduino IDE dilengkapi dengan library C/C++ yang dikenal sebagai "*wiring*", sehingga operasi input dan output menjadi lebih mudah. Awalnya dikembangkan dari software processing, (Hermawan, 2016).



**Gambar 2.13** Tampilan Arduino IDE

Menurut Rodiah (2018), pada tampilan Arduino IDE terdapat beberapa menu yang dibuat untuk mempermudah dalam pemrograman. Berikut fungsi-fungsi pada menu Arduino IDE sebagai berikut:

1. *Verify* berfungsi untuk melakukan kompilasi program yang saat di editor.
2. *New* berfungsi untuk membuat program baru dengan mengosongkan isi jendela editor saat ini.
3. *Open* berfungsi untuk membuka program yang ada dari sistem *file*.
4. *Save* berfungsi untuk menyimpan program saat ini.
5. *Upload* berfungsi untuk menyalin hasil pemrograman dari komputer ke memori *board arduino*. Saat melakukan *upload*, harus melakukan pengaturan jenis *arduino* dan *port com* yang digunakan.
6. *Serial monitor* berfungsi untuk melihat hasil pemrograman yang tersimpan dalam memori *arduino*.

## 2.14 Blynk

Blynk adalah platform aplikasi yang dapat diunduh secara gratis untuk iOS dan Android yang berfungsi mengontrol Arduino, Raspberry Pi dan sejenisnya melalui Internet. Blynk dirancang untuk Internet of Things dengan tujuan dapat mengontrol hardware dari jarak jauh, dapat menampilkan data sensor, dapat menyimpan data, visual dan melakukan banyak hal canggih lainnya. Ada tiga komponen utama dalam platform yaitu Blynk App, Blynk Server, dan Blynk Library (Supegina, F., & Setiawan, E. J., 2017).

Terdapat 3 komponen utama Blynk, yaitu :

1. Blynk Aplikasi: memungkinkan kita membuat proyek kita dengan menggunakan berbagai widget yang disediakan.
2. Blynk Server: bertanggung jawab atas semua komunikasi antara smartphone dan perangkat keras..Blynk bersifat *open-source*, bisa dengan mudah menangani ribuan perangkat dan bahkan bisa diluncurkan di Raspberry Pi.
3. Blynk Libraries: bisa untuk semua platform perangkat keras yang populer memungkinkan komunikasi dengan server dan memproses semua perintah yang masuk dan keluar.