

## BAB II DASAR TEORI

### 2.1 KAJIAN PUSTAKA

Untuk melakukan penelitian maka diperlukan sebuah panduan serta dukungan untuk setiap hasil penelitian yang sudah ada sebelumnya serta berkaitan dengan penelitian yang akan datang. Seperti penelitian yang dilakukan oleh [7], tentang sistem *monitoring* kualitas kolam budidaya menggunakan jaringan sensor nirkabel berbasis protokol LoRa. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pengamatan kualitas air yang masih menggunakan manual atau dicek secara langsung oleh peternak yang tentunya menyulitkan karena ukuran kolam yang sangat luas. Pembuatan sistem *monitoring* ini membutuhkan beberapa sensor seperti sensor kekeruhan, sensor pH, dan sensor oksigen terlarut. Penelitian ini tentunya menghasilkan suatu kesimpulan bahwa besarnya paket yang dikirimkan menggunakan LoRa adalah 82 *byte* dengan jarak pengiriman terbaik sejauh 40m. Nilai pengujian yang dihasilkan sebesar 189,4 untuk delay dan 7,8% *packetloss*. Penelitian ini menjadi referensi mengenai penggunaan sensor kekeruhan dan sensor pH yang akan digunakan untuk memantau kondisi air kolam.

Kemudian penelitian oleh [8], tentang sistem *monitoring* untuk budidaya ikan lele menggunakan teknik *biofolk* dimana parameter yang diteliti berdasarkan suhu dan tingkat pH air kolam. Dalam penelitian menyatakan bahwa kualitas air merupakan parameter utama keberhasilan budaya perikanan sehingga *monitoring* kualitas air penting dilakukan dalam pembudidayaan ikan lele. Teknik *biofolk* merupakan teknik tradisional dalam mengatur kualitas air kolam menggunakan sekumpulan bakteri mikroorganisme probiotik. Penelitian ini menggunakan sensor pH V.1.1 dan sensor suhu DS18B20 serta modul GSM SIM800L sebagai pengirim data melalui SMS. Data penelitian diolah menggunakan logika *fuzzy* dan ditampilkan melalui aplikasi android. Hasil dari penelitian ini memberikan keakuratan sensor pH sebesar 0,0907 dan sensor suhu 0,152°C dengan *delay* waktu pengiriman data 16 detik pada jarak terbaik >6km. Sehingga keterkaitan dengan penelitian ini adalah pada penggunaan modul GSM SIM800L dimana akan digunakan untuk meng-*update* data pengukuran menuju *database* serta juga notifikasi SMS.

Lalu penelitian oleh [9], mengenai penggunaan Arduino uno untuk pengukuran suhu, pH dan Do air kolam ikan bawal menggunakan logika *fuzzy*. Penelitian ini menyatakan bahwa kondisi suhu, pH dan *Dissolved Oxygen* yang tidak stabil dapat menyebabkan penurunan kualitas air dan dapat menyebabkan kematian bagi ikan bawal yang sedang mengalami pembiakan. Maka dibuatlah suatu alat untuk mengukur ketiga parameter tersebut menggunakan arduino. Pengukuran suhu dilakukan dengan sensor LMH35, tingkat keasaman diukur menggunakan sensor pH Meter Kit sedangkan tingkat oksigen terlarut diukur menggunakan sensor *Gravity Analog Dissolved Oxygen. Output* dari nilai pengukuran diproses menggunakan logika *fuzzy* yang ditampilkan pada layar LCD. Hasil yang didapatkan adalah berupa nilai ph, suhu dan oksigen terlarut yang terbaca oleh sensor yang diklasifikasikan berdasarkan logika *fuzzy* menjadi tiga kondisi yaitu kondisi awal, menengah dan lanjut. Penelitian ini dijadikan acuan bagaimana mengklasifikasikan kondisi air kolam berdasarkan parameter yang didupatkannya.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh [10], tentang prototipe *monitoring* kadar keasaman air, suhu dan pemberian pakan otomatis pada tambak ikan mujair berbasis mikrokontroler yang dilakukan pada tahun 2020. Penelitian ini melakukan berbagai pengujian untuk menciptakan rancang bangun agar bisa dimanfaatkan sebagai mempermudah para petani untuk meningkatkan hasil panen. Didapatkan pH air dengan nilai 6,61 – 6,78 dan suhu air berkisar dari 28,20°C – 32,19°C. Data dari masing-masing parameter dikirimkan menggunakan NodeMCU ke internet serta penggunaan ThingSpeak. Keterkaitan dengan penelitian ini adalah penggunaan sensor pH yang menjadi acuan bahwa sensor pH yang digunakan memiliki keakuratan yang baik sehingga menjadi pertimbangan penulis dalam memilih sensor pH serta penggunaan *database* ThingSpeak sebagai penyimpan data penelitian.

Penelitian dari [11], yang mengangkat judul “Perancangan Sistem Kontrol dan *Monitoring* Kualitas Air dan Suhu Air Pada Kolam Budidaya Ikan”. Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem kontrol dan *monitoring* kualitas air pada kolam budidaya ikan berbasis Web yang meliputi salinitas, suhu dan kesadahan secara real time menggunakan aplikasi khusus. Perangkat rancangan ini terdiri dari sensor

salinitas, sensor kesadahan dan sensor suhu. Perangkat yang dibuat mampu mengontrol perubahan suhu air kolam budidaya dengan menurunkan suhu sebesar  $0,1^{\circ}\text{C}$  untuk 10 liter air dan membutuhkan waktu 18 detik. Sedangkan untuk menaikkan suhu sebesar  $0,1^{\circ}\text{C}$  membutuhkan waktu 264 detik. Data yang didapatkan ini diupdate ke dalam sebuah web sehingga dapat memudahkan untuk keperluan analisis. Maka dari itu untuk penelitian yang akan dilakukan, peneliti mengambil cara untuk mengupdate data hasil *monitoring* ke dalam sebuah *database* yang nantinya seluruh data dapat diakses dan dibaca melalui aplikasi *web*.

## 2.2 KAJIAN TEORI

### 2.2.1 *Internet of Things*

*Internet of Things* atau disebut juga dengan singkatan IoT, adalah suatu konsep teknologi yang memanfaatkan jaringan internet sebagai penghubung antar mesin, peralatan dan benda fisik lainnya dengan sensor-sensor untuk memperoleh data untuk kemudian diolah kinerjanya sehingga memungkinkan setiap mesin dapat bertindak secara independen sesuai dengan informasi yang diperoleh [6]. IoT memungkinkan semua benda yang terhubung dengan internet dapat berkomunikasi satu sama lain atau juga dapat diperintah melalui perintah manusia melalui program yang ditanamkan dalam perangkat atau modul IoT.



Gambar 2.1 Prinsip Kerja IoT.

IoT memiliki tiga elemen utama yaitu : barang fisik yang dilengkapi modul IoT, koneksi perangkat ke internet, dan *Cloud Data Center* sebagai tempat untuk menyimpan data. Barang fisik digunakan untuk menggali informasi atau data untuk kemudian data tersebut dikirimkan melalui koneksi internet menuju komputer untuk ditampilkan. IoT dapat bekerja dengan diberi pemrograman dimana setiap argumennya menghasilkan sebuah interaksi antar sesama mesin dengan jarak berapapun secara otomatis tanpa campur tangan manusia.

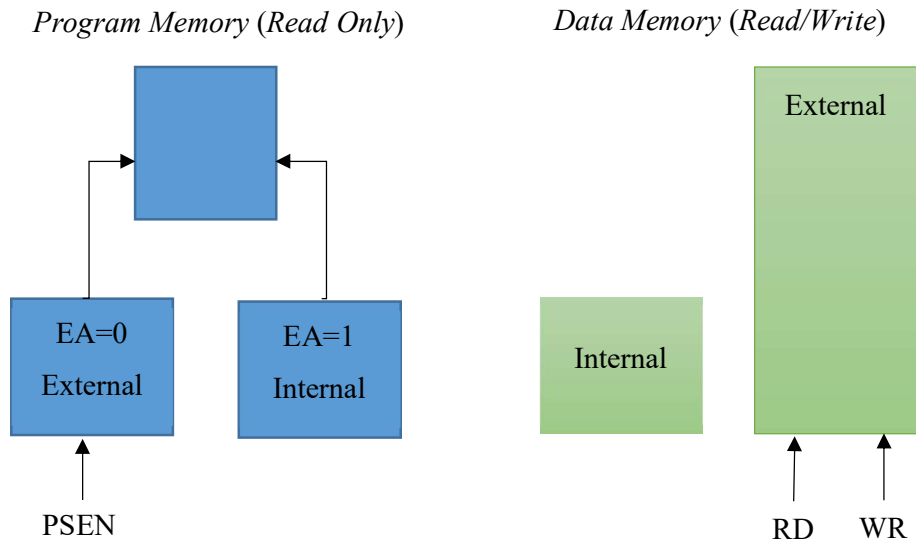
Pada awalnya pekerjaan manusia dilakukan secara manual menggunakan mesin. Namun seiring berkembangnya teknologi, mesin sudah dapat bekerja secara

otomatis. Dan yang menjadi kendala berikutnya adalah jarak untuk mengoperasikan mesin tersebut, sehingga untuk mengatasi ini digunakanlah gagasan *Internet of things*, dimana setiap mesin yang ingin dioperasikan secara otomatis dengan jarak sejauh apapun diberi suatu pengenalan IP *address* agar dapat menggunakan jaringan internet sebagai media untuk berkomunikasi.

### **2.2.2 Mikrokontroler**

Mikrokontroler merupakan serangkaian sistem komputer dimana seluruh atau sebagian besar komponennya dikemas dalam satu *chip* IC yang sering disebut dengan *single chip microcomputer*. Mikrokontroler juga dapat terdiri dari beberapa *chip* yang dirangkai dalam satu papan dengan tujuan untuk mengerjakan tugas khusus, sehingga komputer ini menjadi aplikasi yang bersifat *dedicated*. Elemen-elemen dari mikrokontroler sendiri terdiri dari Prosesor, Memori, serta *input* dan *output*.

Mikrokontroler memiliki komponen pemroses data yang disebut dengan ALU (*Arithmetic Logic Unit*). ALU memproses data dengan operasi aritmatika seperti penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian serta melakukan perhitungan logika seperti *AND*, *OR*, *NOT* dll. Kemudian mempunyai ruang penyimpanan tersendiri yang disebut memori. Memori mikrokontroler terdiri dari dua bagian yaitu memori program dan memori data yang terpisah. Memori program tersebut mempunyai sifat hanya dapat dibaca (ROM/EPROM). Sedangkan memori data digunakan untuk penyimpanan sementara (RAM).



Gambar 2.2 Ruang Memori.

Di dalam sebuah mikrokontroler terdapat pula *register-register* yang berfungsi sebagai tempat menyimpan data sementara untuk menunggu diproses setelah masuk dari *inputan* [12]. Contohnya adalah *chip* ATmega buatan Atmel yang mana merupakan keluarga dari megaAVR dengan arsitektur 8-bit RISC.

PCINT14/RESET) PC6	1*	28	PC5 (ADC5/SCL/PCINT13)
(PCINT16/RXD) PD0	2	27	PC4 (ADC4/SDA/PCINT12)
(PCINT17/TXD) PD1	3	26	PC3 (ADC3/PCINT11)
(PCINT18/INT0) PD2	4	25	PC2 (ADC2/PCINT10)
(PCINT19/OC2B/INT1) PD3	5	24	PC1 (ADC1/PCINT9)
(PCINT20/XCK/T0) PD4	6	23	PC0 (ADC0/PCINT8)
Vcc	7 ATmega22	22	GND
GND	8 28PDIP	21	AREF
(PCINT6/XTAL1/TOSC1) PB6	9	20	AVCC
(PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7	10	19	PB5 (SCK/PCINT5)
(PCINT21/OC0B/T1) PD5	11	18	PB4 (MISO/PCINT4)
(PCINT22/OC0A/AIN0) PD6	12	17	PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)
(PCINT23/AIN1) PD7	13	16	PB2 (SS/OC1B/PCINT2)
(PCINT0/CLKO/ICP1) PB0	14	15	PB1 (OC1A/PCINT1)

Gambar 2.3 Pinout dari ATmega48A/PA/88A/PA168A/PA/328/P pada 28 PDIP [13].

**2.2.3 Analog To Digital Converter (ADC)**

*Analog to Digital Converter* atau sering disingkat dengan ADC merupakan komponen elektronika yang mengubah nilai tegangan analog (kontinyu) menjadi

nilai digital (biner) agar dapat dimengerti oleh perangkat digital sehingga dapat diproses melalui komputasi digital [14]. Atau dalam kata lain, ADC berfungsi untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital. Tujuannya yaitu agar data yang didapatkan bisa diproses oleh mikrokontroler. Terdapat persamaan umum untuk mencari nilai ADC yaitu sebagai berikut.

$$\text{Nilai ADC} = \frac{\text{Tegangan}}{\text{Tegangan Referensi}} \times \text{maks ADC} \dots (1)$$

Keterangan :

Tegangan = Nilai tegangan masuk (volt)

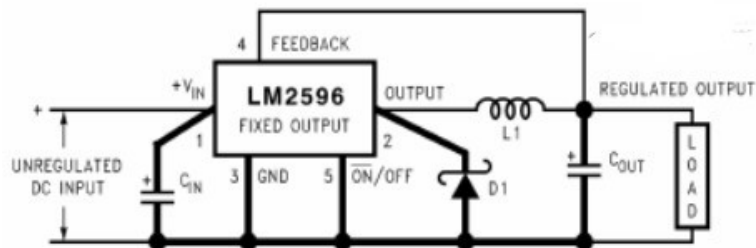
Tegangan Referensi = Tegangan kerja pada ADC (volt)

Maks ADC = Nilai maksimum ADC

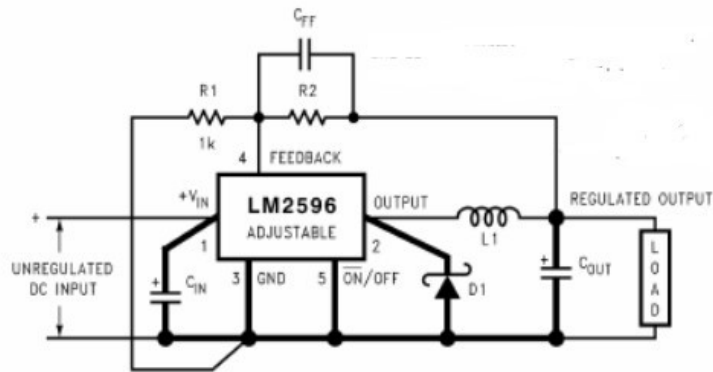
Berdasarkan persamaan di atas maka apabila ADC yang digunakan memiliki resolusi 8 bit atau dalam biner adalah 11111111 dan jika diubah ke desimal bernilai 255. Sehingga nilai maksimum ADC adalah 255. Sedangkan tegangan referensi merupakan tegangan kerja dari ADC. Jika tegangan referensi bernilai 5 Volt maka ketika tegangan yang akan dikonversikan sebesar 3 volt, nilai ADC yang dihasilkan adalah  $(3/5) \times 255 = 153$ .

#### 2.2.4 Regulator Tegangan

Regulator tegangan merupakan sebuah *Integrated Circuit* (IC) yang mengatur tegangan *input* menjadi tegangan keluaran yang stabil sesuai dengan tegangan yang diinginkan atau ditentukan. Regulator tegangan dibagi menjadi dua yaitu *Fixed Voltage Regulator* dan *Adjustable Voltage Regulator* [15].



Gambar 2.4 *Fixed Voltage Regulator* pada LM2596 [16].



Gambar 2.5 Adjustable Voltage Regulator pada LM2596 [16].

*Fixed Voltage Regulator* merupakan IC pengatur tegangan dimana tegangan keluar sudah ditentukan nilainya secara tetap sesuai dengan kebutuhan sehingga tidak dapat diatur walaupun tegangan input berubah. Sedangkan *Adjustable Regulator* merupakan IC pengatur tegangan dimana tegangan yang dikeluarkan dapat diatur sesuai keinginan sesuai kebutuhan rangkainnya dan nilainya tidak terpengaruh dengan perubahan tegangan input. Namun terdapat Batasan dimana regulator memiliki batas bawah dan batas maksimal tegangan *input*. Serta nilai tegangan input harus lebih besar dari tegangan *output* yang diinginkan atau ditentukan.

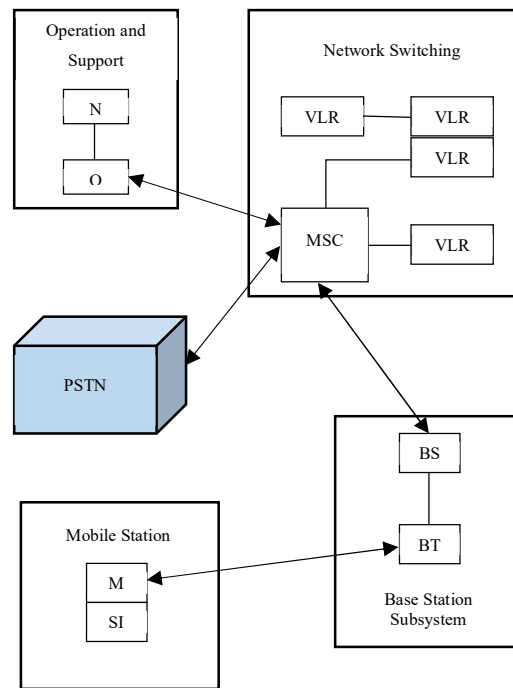
### 2.2.5 *Global System for Mobile Communication (GSM)*

GSM adalah suatu teknologi komunikasi seluler digital yang memanfaatkan gelombang mikro serta penggunaan sinyal yang dibagi berdasarkan waktu untuk sampai kepada tujuan. GSM telah menjadi standar global untuk komunikasi seluler sekaligus komunikasi bergerak digital dan paling banyak digunakan di dunia. Pada awal dibuatnya GSM beroperasi pada frekuensi 900Hz [12].

GSM dikenalkan pertama kali pada sistem AMPS (*Advance Mobile Phone Service*) oleh Amerika Serikat pada tahun 1979 yang kemudian semakin berkembang dan mulai diikuti oleh Eropa. Di Eropa jaringan GSM diimplementasikan pada sebuah sistem yang bernama NMT (*Nordic Mobile Telephone*) pada tahun 1981 oleh Swedia yang diikuti Inggris di tahun 1985.

Jaringan GSM memiliki arsitektur dengan empat bagian pokok yaitu *Mobile Station (MS)*, *Base Station Subsystem (BSS)*, *Network and Switching Subsystem*

(NSS) dan *Operation and Support Subsystem* (OSS). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.6 Arsitektur Jaringan GSM.

Berdasarkan arsitektur jaringan GSM, *Mobile Equipment* (ME) mengirimkan request ke *Base Station* kemudian diteruskan ke *Mobile Switching Center* (MSC) Untuk dilakukan *routing* menuju alamat yang dituju. Komunikasi antara pengguna ME dimonitor dan dikonfigurasi oleh Operator Jaringan. Terdapat pula *Public Switched Telephone Network* (PSTN) yang berperan sebagai jaringan telepon kabel yang menggunakan teknologi *circuit-switched* yaitu membangun rute jaringan terlebih dahulu sebelum dapat berkomunikasi.

### 2.2.6 General Packet Radio Service (GPRS)

GPRS merupakan teknologi layanan jaringan data seluler yang berbasis paket di dalam sistem GSM untuk komunikasi di tingkat 3G dan 2G [17]. Teknologi ini menggunakan teknik *packet-switching* yaitu dengan memecah data menjadi beberapa paket ketika dikirimkan dan disatukan kembali saat sampai di sisi penerima. Sehingga dapat dialokasikan bagi seorang pengguna dan pada kanal yang sama serta. GPRS memberikan laju data hingga mencapai 160 kbps [18].



GPRS adalah sinyal generasi kedua yang melayani pengiriman dan penerimaan paket data untuk jaringan telekomunikasi 2G dan 3G dalam sistem GSM. Berdasarkan standar 3GPP (3<sup>rd</sup> *Generation Partnership Project*), GPRS memiliki tiga komponen antara lain [19]:

1. PCU (*Pcket Control Unit*), adalah komponen pengendali pada level BSS (*Base Station Subsystem*) yang menghubungkan terminal ke jaringan GPRS.
2. SGSN (*Serving GPRS Support Node*), sistem yang digunakan sebagai gerbang penghubung antara jaringan BSS/BTS dengan GPRS dan dapat diakses oleh *users* melalui ponsel. SGSN juga berperan dalam mengantarkan paket data ke MS (*Mobile Station*), melakukan registrasi pelanggan baru dan meng-*update* pelanggan ke HLR (*Home Location Register*).
3. GGSN (*Gateway GPRS Support Node*), merupakan sistem penghubung jaringan GPRS ke jaringan internet. Komponen tersebut digunakan sebagai antarmuka ke PDN (*Public Data Network*), *information routing*, *screening* pengguna, *screening* pada jaringan serta pemetaan alamat antarmuka jaringan [19].

### 2.2.7 *Power of Hydrogen (PH)*

Secara pengertian, pH merupakan nilai yang digunakan sebagai parameter tingkat keasaman atau alkalinitas dalam suatu larutan. *Range* nilai PH yaitu antara angka 1 hingga 14 dengan kategori seperti pada tabel dibawah ini [20].

Tabel 2.1 Klasifikasi pH.

<b>Nilai pH</b>	<b>Sifat Asam-Basa</b>
1 – 3	Asam Kuat
4 – 5	Asam Lemah
6	Asam Sangat Lemah
7	Netral
8	Basa Sangat Lemah
9 – 10	Basa Lemah
11 – 14	Basa Kuat

Tinggi rendahnya tingkat pH menunjukkan banyaknya konsentrasi ion hidrogen  $[H^+]$  dalam suatu larutan. Suatu larutan dikatakan asam, apabila terdapat ion  $H^+$  yang lebih banyak daripada ion  $OH^-$  (hidroksida) dengan nilai  $pH < 7$ . Larutan akan bersifat netral jika jumlah ion  $H^+$  dan  $OH^-$  adalah sama yaitu dengan nilai  $pH = 7$ . Sedangkan untuk larutan yang bersifat basa, maka jumlah ion  $OH^-$  lebih banyak daripada ion  $H^+$  atau memiliki nilai  $pH > 7$  [21].

### 2.2.8 Kekерuhan Air

Air dapat dikatakan keruh apabila terdapat banyak partikel atau bahan yang tersuspensi sehingga membuat perubahan baik warna maupun rupa air menjadi lebih gelap atau kotor. Tingkat kekeruhan air dinyatakan dengan satuan internasional yaitu *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU). Pengukuran tingkat kekeruhan air dilakukan dengan memproyeksikan cahaya melewati air menggunakan alat ukur yang disebut *Turbidimeter*. Pada umumnya cahaya yang dipancarkan oleh *turbidimeter* memiliki panjang gelombang 500nm – 800nm [22].

### 2.2.9 Database

*Database* (Basis Data) merupakan bagian dari teknologi jaringan komputer yang mampu menyimpan data dimana data tersebut saling berhubungan satu sama lain sebagai perangkat lunak serta sebagai system manajemen basis data (*Data Management System*) [23]. Terdapat beberapa jenis database secara umum yaitu :

1. *Operational Database*

*Operational database* dikenal dengan sebutan lain yaitu *On Line Transaction Processing*. Jenis *database* ini memiliki fungsi sebagai wadah untuk mengelola data dinamis secara *real-time*. Dengan *operational database* maka pengguna dapat melihat sekaligus memodifikasi data [24].

2. *Database Warehouse*

*Database Warehouse* merupakan jenis database yang dimanfaatkan untuk melakukan analisis dan pelaporan data. *Database warehouse* dianggap sebagai komponen inti dari *business intelligence*. *Database*

*warehouse* juga disebut repository sentral terpadu dan berasal dari satu atau lebih sumber yang berbeda [24].

### 3. Distributed Database

Distributed database merupakan sistem dengan data tunggal dimana basis data tidak terpasang pada perangkat komputer atau sejenisnya. Sehingga system ini terdistribusi melalui suatu situs yang tergabung dan tidak memiliki komponen fisik [24].

### 4. Relational Database

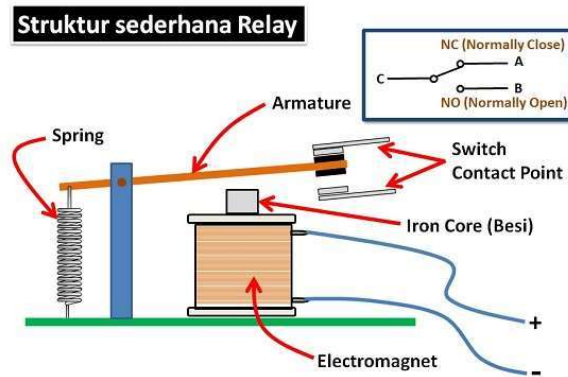
Relational database merupakan basis data yang mengorganisir data berdasarkan model hubungan data. Basis data relasional ini digunakan oleh banyak perangkat lunak untuk mengatur dan memelihara informasi melalui hubungan setiap data. Beberapa produk relational database yang sering digunakan adalah SQL, Oracle, MySQL, SQLite, dan sebagainya [24].

### 5. End-User Database

Database ini ini dikembangkan oleh end-user melalui workstation dengan berbagai jenis berkas data yang dibuat sendiri sesuai prosedur tertentu. Adapun contoh dari *end-user database* seperti *spreadsheet*, *word processing*, dan *download file* [24].

## 2.2.10 Relay

Relay merupakan komponen yang termasuk ke dalam golongan saklar, dimana cara kerjanya adalah dengan memanfaatkan medan elektromagnetik untuk menggerakkan kontaktor guna menutup rangkaian secara tidak langsung [25]. Tertutup dan terbukanya kontaktor disebabkan adanya arus listrik yang mengalir dari kumparan induktor yang menghasilkan efek induksi magnet. Perbedaan relay dengan saklar yaitu pergerakan kontaktor pada saklar untuk kondisi *on* atau *off* dilakukan manual tanpa perlu arus listrik sedangkan relay membutuhkan arus listrik



Gambar 2.7 Struktur Relay [25].

Terdapat dua jenis relay berdasarkan Kontak Poin (*Contact Point*) yaitu *Normally Close* (NC) dan *Normally Open* (NO). NC merupakan relay dengan kondisi normal tertutup ketika tidak dialiri arus dan akan terbuka ketika dialiri arus, Sedangkan NO merupakan relay dengan kondisi normal terbuka ketika tidak dialiri arus, dan akan tertutup jika dialiri arus. Berdasarkan gambar di atas inti besi (*Iron Core*) akan menjadi elektromagnetik ketika dialiri arus listrik. Sehingga akan menarik *Switch* agar membuat kontak dan rangkaian menjadi terhubung.

### 2.2.11 QoS (*Quality of Service*)

*Quality of Service* adalah suatu metode untuk mengukur seberapa baik jaringan dan menjadi bagian dari suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik suatu servis. Komponen dari QoS terdiri dari *Monitor*, *Monitoring Application*, *QoS Monitoring*, dan *monitored object* [26].

#### 1. *Monitor*

Komponen yang mengumpulkan dan merekam informasi pada lalu lintas paket data yang kemudian dikirimkan menuju *monitoring application*. Monitor ini juga melakukan pengukuran aliran paket data secara *real-time* untuk dilaporkan kepada *monitoring application*.

## 2. *Monitoring Application*

Merupakan sebuah antarmuka dari administrator jaringan. Komponen ini bekerja dengan mengambil informasi dari lalu lintas paket data melalui *monitor*, kemudian menganalisisnya dan mengirimkan hasil analisis kepada pengguna jaringan.

## 3. *QoS Monitoring*

Berfungsi untuk menyediakan mekanisme *monitoring* QoS dengan mengambil informasi berupa nilai-nilai parameter QoS berdasarkan lalu lintas paket data.

## 4. *Monitored Object*

Merupakan informasi yang didapatkan dari proses *monitoring* berupa aliran paket data. Tipe aliran paket data tersebut didapatkan dari alamat IP sumber dan alamat IP tujuan, *port* yang digunakan yaitu UDP (*User Data Protocol*) atau TCP (*Transmission Control Protocol*), dan parameter di dalam paket RTP (*Real-time Transport Protocol*) [26].

Selain beberapa komponen tersebut, di dalam QoS juga terdapat parameter-parameter yang menjadi nilai dari QoS, antara lain : *Througput*, *Packet loss*, *Delay* dan *Jitter*.

### 1. *Throughput*

*Throughput* adalah kecepatan (*rate*) dari laju peket data yang diukur dalam satuan bps (*bit per second*). *Throughput* juga diartikan sebagai jumlah total keseluruhan paket yang dikirim dibagi dengan durasi selama pengiriman paket tersebut [26]. Berikut adalah tabel kategori berdasarkan nilai *throughput*.

Tabel 2.2 Kategori *Throughput*.

<b>Kategori <i>Throughput</i></b>	<b><i>Throughput</i> (bps)</b>	<b>Indeks</b>
Sangat Bagus	75 – 100	4
Bagus	50 – 75	3
Sedang	25 – 50	2
Buruk	<25	1

Persamaan perhitungan *Throughput* :

$$\textit{Throughput} = \frac{\textit{Paket data diterima}}{\textit{Lama Pengamatan}} \dots(2)$$

## 2. Packet Loss

Merupakan parameter yang menunjukkan jumlah paket yang hilang saat pengiriman akibat dari *collision* dan *congestion* pada jaringan [26].

*Packet loss* dibagi menjadi beberapa kategori yaitu :

Tabel 2.3 Kategori *Packet Loss*.

Kategori <i>Packet Loss</i>	<i>Packet Loss</i> (%)	Indeks
Sangat Bagus	0 – 3	4
Bagus	3 – 14	3
Sedang	14 – 25	2
Buruk	>25	1

Persamaan Perhitungan *Packet Loss* adalah :

$$Packet Loss = \frac{(Paket\ data\ dikirim - Paket\ data\ diterima)}{Paket\ data\ dikirim} \times 100\% \dots(3)$$

## 3. Delay

*Delay* merupakan waktu yang dibutuhkan dalam mengirimkan paket data dari asal ke tujuan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti dan juga lamanya waktu pemrosesan data [26]. Besarnya *delay* dibagi ke dalam empat kategori seperti yang diperlihatkan pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Kategori *Delay*.

Kategori <i>Delay</i>	<i>Delay</i> (ms)	Indeks
Sangat Bagus	<150	4
Bagus	150 – 300	3
Sedang	300 – 450	2
Buruk	> 450	1

Persamaan perhitngan *delay* :

$$Delay = \frac{Panjang\ Paket}{Link\ Bandwidth} \dots(4)$$

## 4. Jitter

*Jitter* merupakan variasi kedatangan paket yang disebabkan oleh variasi-variasi dalam panjang antrian, waktu pengolahan data dan juga dalam waku penghimpunan ulang peket-paket diakhir perjalanan *jitter* [26]. Besarnya *jitter* dibagi menjadi beberapa kategori seperti yang diperlihatkan pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Kategori *Jitter*.

<b>Kategori <i>Jitter</i></b>	<b><i>Jitter</i> (ms)</b>	<b>Indeks</b>
Sangat Bagus	0	4
Bagus	0 – 75	3
Sedang	75 – 125	2
Buruk	>125	1

Persamaan perhitungan *jitter* :

$$Jitter = \frac{Total\ variasi\ delay}{Total\ paket\ yang\ diterima} \dots(5)$$

$$Total\ variasi\ delay = Delay - (rata - rata\ delay) \dots(6)$$

### 2.2.12 Sistem Monitoring dan Kontrol

Sistem merupakan suatu kumpulan yang terdiri dari beberapa unsur, komponen atau variabel yang saling berinteraksi, terpadu dan saling bergantung satu sama lain. Konsep dari sistem adalah bekerja bersama-sama untuk menghasilkan sesuatu atau *output* yang lebih besar daripada elemen sistem itu sendiri [27].

*Monitoring* atau pemantauan didefinisikan sebagai siklus kegiatan yang mencakup pengumpulan, peninjauan ulang, pelaporan, dan tindakan atas informasi suatu proses yang sedang diimplementasikan. Pada umumnya, kegiatan pemantauan ini dilakukan sebagai tujuan untuk mengetahui kualitas atau kondisi target yang dijadikan sebagai objek. Objek pemantauan dapat berupa lingkungan, benda, maupun kinerja. Indikator penting dari sebuah pemantauan adalah *output* yang dihasilkan dari sebuah proses atau kegiatan [28]. Dimana *output* tersebut akan menjadi acuan dalam mengambil keputusan.

Kontrol merupakan suatu tindakan yang bertujuan untuk mengendalikan atau mengarahkan suatu proses yang sedang berjalan agar sesuai dengan yang diinginkan. Sehingga hasil dari suatu proses yang terkontrol tidak mengalami kesalahan atau sesuai dengan tujuan yang telah ditentukan. Kontrol dan *monitoring* saling berkaitan satu sama lain. *Monitoring* tidak akan menghasilkan sesuatu yang optimal tanpa adanya kontrol. Karena tujuan dari *monitoring* adalah untuk mengetahui bagaimana kondisi atau proses yang sedang berjalan agar dapat dikontrol sesuai dengan yang diinginkan.

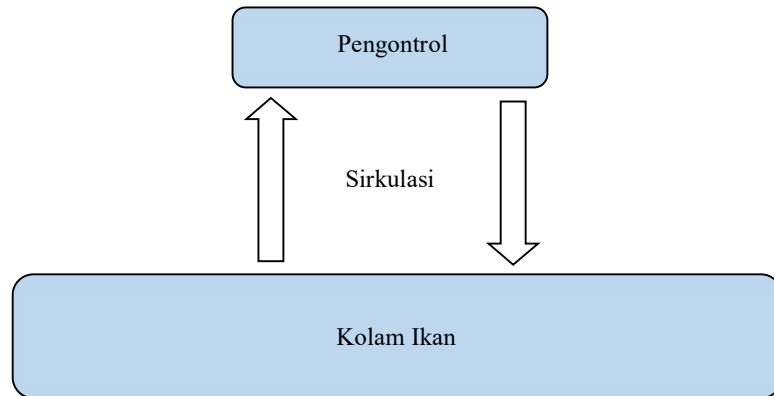
Dengan adanya suatu *monitoring* dan kontrol, maka setiap kegiatan dengan tujuan tertentu dapat terlaksana sesuai yang diinginkan serta menghindari resiko buruk yang mungkin terjadi. Resiko buruk dapat terjadi jika tidak diketahui bagaimana kualitas atau kondisi dari suatu objek. Sehingga tidak akan muncul serangkaian cara maupun keputusan yang harus diambil. Jadi sistem *monitoring* dan kontrol merupakan kegiatan mengumpulkan data atau informasi dari suatu proses atau keadaan yang dilakukan oleh sekumpulan unsur, komponen atau variabel yang saling berinteraksi dan bergantung satu sama lain untuk kemudian dapat diatur sedemikian rupa agar hasil yang didapatkan sesuai dengan tujuan yang diinginkan.

### **2.2.13 *Recirculating Aquaculture System (RAS)***

*Recirculating Aquaculture System* merupakan sistem pemurnian air budidaya dengan mengalirkannya menuju komponen pengontrol kemudian digunakan kembali secara terus menerus. Zat-zat yang tidak diperlukan seperti limbah padat, amonium dan CO<sub>2</sub> akan dibuang oleh komponen sistem sehingga menghasilkan produk yang tidak berbahaya. Dalam budidaya ikan sistem ini bekerja dengan tujuan untuk memperbaiki kualitas air yang buruk [29]. Tentunya sistem seperti ini sangat diperlukan untuk menghemat air, karena sistem ini mampu membuat suatu sirkuit tertutup bagi air sehingga tidak ada air yang keluar dari kolam. Air yang keluar dari komponen kontrol dapat juga dapat membawa oksigen di udara kemudian masuk kedalam kolam.

Namun sistem ini juga tidak mungkin berjalan terus menerus untuk dapat menghasilkan kondisi air yang baik. Ada saatnya air pada tempat budidaya harus dikeluarkan ketika produk limbah sudah tidak dapat diurai kembali oleh sistem. Hal ini merupakan kondisi perawatan untuk mengembalikan fungsi kerja sistem dengan mengganti komponen pengontrol baru agar dapat bekerja seperti semula.





Gambar 2.8 Diagram *Recirculating Aquaculture System*.

Gambar di atas menunjukkan cara kerja RAS yaitu dengan mensirkulasikan air kolam menuju bak pengontrol untuk mendapatkan air keluaran yang lebih baik. Seperti contoh air di kolam memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi, maka diperlukan filtrasi dengan mensirkulasikan air menuju bak pengontrol yang berisi filter air. Sehingga air dari bak pengontrol yang masuk kembali ke kolam dalam kondisi lebih jernih.

#### 2.2.14 Ikan Nila Hitam

Ikan nila hitam merupakan jenis ikan air tawar yang termasuk ke dalam spesies *Oreochromis niloticus Bleeker*. Ikan ini memiliki tubuh berwarna hitam keabu-abuan, pada bagian perut berwarna putih sampai ungu dan terdapat garis vertikal pada tubuh, serta memiliki sirip pada punggung dan ekor [30].

Ikan nila hitam berasal dari Sungai Nil di Afrika Utara dan masih memiliki hubungan kerabat dengan ikan mujair, sehingga mempunyai sifat dan karakteristik yang hampir sama [31]. Ikan ini dapat hidup dengan baik di daerah beriklim tropis. Selain populer untuk dibudidaya ikan nila hitam juga memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi. Terutama karena ikan ini merupakan komoditas ikan air tawar yang menjadi perhatian pemerintah dan pemerhati masalah perikanan di dunia. Terutama dalam hal peningkatan gizi masyarakat di negara-negara berkembang.



Gambar 2.9 Ikan Nila Hitam [32].

Berdasarkan SNI : 6141 – 2009 tentang Produksi Benih Ikan Nila Hitam, kualitas air sebagai media budidaya ikan di kolam dapat dilihat pada tabel 2.13 [3], [4].

Tabel 2.6 Kualitas dan Kuantitas air media Ikan Nila Hitam di kolam.

Nama	Nilai
Nilai pH	6,5 – 8,5
Kekeruhan	<50 NTU
Suhu	25°C – 30°C
Ketinggian air	60cm – 80cm
Kecerahan air	30cm – 40cm

### 2.2.15 Regresi Linier

Regresi adalah suatu teknik untuk mengetahui pola hubungan antara peubah bebas (X) dengan peubah terikat (Y). Bentuk hubungan antara keduanya dapat berupa bentuk polinom derajat satu (linear), polinom derajat dua (kuadratik), polinom derajat tiga (Kubik) dan seterusnya. Disamping itu bisa juga dalam bentuk lain misalnya eksponensial, logaritma, sigmoid dan sebagainya [33]. Sehingga Regresi Linier dapat diartikan sebagai hubungan antara peubah bebas (X) dengan peubah terikat (Y) dalam bentuk polinom derajat satu. Persamaan yang dihasilkan dari regresi linier adalah :

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \dots(7)$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} \dots(8)$$

$$Y = a + bX \dots(9)$$

Keterangan :

a = konstanta

- b = koefisien variabel X  
X = variabel bebas  
Y = variabel terikat

#### **2.2.16 Filtrasi**

Filtrasi merupakan sebuah proses pemisahan antara padatan dengan air. Proses filtrasi biasanya dilakukan pada air untuk menghilangkan padatan yang larut dalam air sehingga air menjadi lebih jernih. Filtrasi air juga dapat menghilangkan bakteri, warna, serta kandungan logam yang ada di dalam air. Proses filtrasi seringkali dilakukan dengan mengendapkan partikel-partikel yang cukup besar dengan menghambat laju air, sehingga air yang keluar menjadi lebih jernih. Media yang digunakan dapat berupa zeolit, arang maupun pasir untuk menyaring bakteri dan kandungan logam dalam air [34].

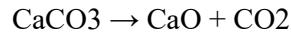
#### **2.2.17 Zeolit**

Zeolit merupakan senyawa alumino-silikat berhidrat dengan kation natrium, kalium dan barium. Zeolit mempunyai muatan negatif, yang menyebabkan zeolit mampu untuk mengikat kation. Zeolit juga sering disebut sebagai *molecular mesh* karena zeolit memiliki pori-pori berukuran molekuler sehingga mampu menyaring molekul dengan ukuran tertentu. Dalam proses filtrasi air, penggunaan zeolit jugamampu membunuh bakteri dan mengikat kandungan logam yang terkandung dalam air [34].

#### **2.2.18 Batu Kapur**

Batu kapur memiliki sifat fisik maupun kimia atau kedua-duanya sekaligus yang sangat berguna. Salah satu kegunaannya yaitu untuk meningkatkan pH secara praktis, murah dan aman serta dapat mengurangi kandungan logam berat yang terkandung dalam air asam. Batu kapur biasanya terkandung di dalam batu gamping yang pada umumnya ditemukan berwarna putih, putih kekuningan, abu-abu hingga hitam. Pembentukan warna ini tergantung kondisi di mana batuan tersebut terbentuk. Berat jenisnya berkisar antara 2,7 – 2,8, yang dalam keadaan murni berbentuk sebagai kristal-kristal kalsit ( $\text{CaCO}_3$ ). Jika pembakaran

batu gamping dilakukan pada suhu sekitar 900°C, maka diperoleh CaO dengan reaksi sebagai berikut :



CaO yang dihasilkan ini akan cepat bereaksi dengan air dan langsung dapat menetralkan larutan yang asam. CaCO<sub>2</sub> mampu menetralkan air yang asam dengan menaikkan pH, Tetapi CaCO<sub>3</sub> ini mempunyai batas pemakaian yang disebut dengan tingkat kejenuhan. Jika tingkat pH sudah mulai konstan maka dipastikan bahwa CaCO<sub>3</sub> sudah tidak dapat digunakan lagi untuk menaikkan pH. Kondisi ini disebut sebagai masa dimana batu kapur sudah mencapai titik jenuh. Sehingga perlu dilakukan penggantian. Masa pakai penggunaan batu kapur untuk meningkatkan pH yaitu 10gram/l selama 5 hari. Dengan menaikkan pH dari 6 menjadi 8 [35].

### **2.2.19 Daun Ketapang**

Daun ketapang digunakan untuk menjaga kualitas air dalam pemeliharaan ikan karena mengandung *tannin* dan *flavonoid* yang mampu menjadi antibiotik serta asam *humic* yang salah satunya adalah berperan untuk menurunkan pH. Oleh karena itu, daun ketapang seringkali dijadikan pilihan untuk menjaga kualitas air serta dijadikan sebagai antibiotik dalam budidaya ikan, sehingga pertumbuhan dan kelangsungan hidup menjadi optimal. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh [36] pemberian daun ketapang kering yang efektif adalah sebanyak 3 gram/22,5 liter air. Karena jika terlalu berlebihan dapat membuat ikan menjadi stres [36], [37].