

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas Air

Berdasarkan peraturan pemerintah no 82 tahun 2001, Baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air. Suatu perairan apabila telah memenuhi baku mutu yang ditentukan sesuai peruntukannya maka perairan tersebut dapat digolongkan kualitasnya baik digunakan, sesuai peruntukannya. Kondisi kualitas air dapat diukur dan atau diuji berdasarkan parameter-parameter dan metoda tertentu. Parameter kualitas air pada proses budidaya ikan berperan dalam menciptakan suasana lingkungan hidup ikan, agar perairan kolam mampu memberikan suasana yang nyaman bagi pergerakan ikan yaitu tersedianya air yang cukup untuk menciptakan kualitas air yang sesuai dengan persyaratan hidup ikan yang optimal (kimia, fisika, dan biologi) sesuai dengan parameter yang disyaratkan.

Parameter kualitas air untuk budidaya ikan air tawar meliputi 3 karakteristik, yaitu karakteristik fisik, kimia serta karakteristik biologi (plankton). Faktor-faktor penting kualitas air yang perlu mendapat perhatian diantaranya adalah suhu air, salinitas, oksigen terlarut, pH, alkalinitas, ammonia, nitrit, nitrat, asam sulfida, karbondioksida, dan besi. Faktor-faktor tersebut dalam suatu tempat terus mengalami perubahan dinamis karena adanya faktor di luar dan di dalam sistem yang kemudian saling mempengaruhi antar faktor tersebut. Perubahan lingkungan secara kimia dan fisika bisa terjadi secara alamiah atau akibat perbuatan manusia (INDONESIA & 2001, 2001).

2.1.1 Ikan Nila

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan jenis ikan air tawar yang mempunyai nilai konsumsi cukup tinggi. Bentuk tubuh memanjang dan pipih ke samping dan warna putih kehitaman atau kemerahan. Ikan nila berasal dari Sungai Nil dan danau-danau sekitarnya. Ikan nila umum hidup di perairan tawar, terkadang ikan nila juga ditemukan hidup di perairan yang agak asin (payau). Ikan nila dikenal sebagai ikan yang bersifat euryhaline (dapat hidup pada kisaran salinitas yang lebar). Ikan nila mendiami berbagai habitat air tawar, termasuk saluran air yang dangkal, kolam, sungai dan danau. Ikan nila tidak mampu untuk bertahan hidup di perairan dingin, yang umumnya bersuhu di bawah 21 °C. Ikan Nila adalah termasuk ikan omnivora (Mudjiman, 2001).

Pertumbuhan berat ikan nila secara signifikan terjadi dengan menaikkan konsentrasi oksigen terlarut pada tabel 2.1 menunjukkan kriteria kualitas air ikan nila, pertumbuhan optimal ikan nila berada pada oksigen terlarut 4-7 mg/L (Rachmatun Suyanto, 2010). Pada kondisi hypoxia atau kadar oksigen kurang (3.5 mg/l) kemampuan ikan mencerna nutrisi menurun drastis menyebabkan pertumbuhan ikan lambat (Tran-Ngoc et al., 2016).

Tabel 2. 1 Kriteria kualitas air ikan nila (Rohmat et al., 2021).

Jenis Parameter	Satuan
Suhu	25–30 °C
pH	6.5–8.5
Oksigen Terlarut	4–5 mg/l
Kecerahan	40–50 cm
NH ₃	<0.016 mg/l
Karbon dioksida (CO ₂)	<15 mg/l
Nitrit (NO ₂)	<0.05 ppm
Alkalinitas	>20 mg/l
Kesadahan Total	>20 mg/l

Sumber: Balai Pengembangan Budidaya Air Tawar (2005) dirujuk pada Ciptanto (2010)

2.2 Aerasi

Pengertian istilah aerasi dari masing-masing literatur secara umum dapat didefinisikan sebagai berikut :

a. Menurut Scott (dalam Benefield, 1982)

Aerasi adalah suatu proses dimana air dibawa pada kontak langsung dengan udara untuk mengubah konsentrasi substansi volatile yang terkandung dalam air.

b. Menurut O'Connor (dalam Benefield, 1982)

Aerasi adalah pemasukan oksigen dari udara ke dalam larutan. Sehingga pengertian aerasi disini dapat diartikan sebagai suatu proses dimana gas, biasanya udara dan air berada di dalam suatu kontak antara satu dengan yang lain dengan tujuan untuk memindahkan zat-zat yang mudah menguap dalam air.

Aerasi merupakan istilah lain dari transfer gas, lebih dikhususkan pada transfer gas oksigen atau proses penambahan oksigen ke dalam air. Keberhasilan proses aerasi tergantung pada besarnya nilai suhu, kejenuhan oksigen, karakteristik air dan turbulensi air. Fungsi utama aerasi dalam pengolahan air adalah melarutkan oksigen ke dalam air untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air, dalam campuran tersuspensi lumpur aktif dalam bioreaktor dan melepaskan kandungan gas-gas yang terlarut dalam air, serta membantu pengadukan air (Firra et al., 2016).

2.2.1 Metode Aerasi

Kadar oksigen terlarut didalam air didapat dari 2 proses yakni proses fotosintesis dan proses difusi. Dari kedua proses tersebut yang dapat kita lakukan untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air adalah melalui proses difusi

dengan menggunakan teknik aerasi. Aerator merupakan alat yang berfungsi menghasilkan oksigen melalui proses difusi untuk kebutuhan makhluk hidup diperairan (Arsaf & Hasyim Rosma, 2017).

Berikut beberapa tipe aerator diantara:

1. Gravity aerator (Pengaruh gaya berat)

Aerasi dengan menggunakan aerator gravitasi merupakan penambahan oksigen terlarut dalam air dengan memanfaatkan energi pada saat air turun melalui ketinggian tempat terhadap permukaan air. Jenis aerator ini banyak digunakan untuk budidaya khususnya pembesaran ikan karena konstruksi sederhana dan biayanya murah. Berikut ini contoh dari aerasi dengan menggunakan aerasi gravity. Prinsip kerjanya menjatuhkan air sehingga terjadi kontak air dengan udara yang lebih banyak.

2. Surface aerator (Permukaan)

Aerasi menggunakan aerator permukaan menggunakan luas permukaan untuk mempercepat laju difusi udara khususnya oksigen ke dalam badan air. Pada aerasi permukaan terjadi agitasi (perusakan lapisan film yang dapat mempercepat difusi oksigen. Prinsip kerjanya mencampurkan air yang telah ada dalam kolam dengan cara memancarkan ke udara atau membuat permukaannya menjadi luas (bergelombang).

3. Diffusier aerator (mencampurkan)

Aerasi menggunakan aerator difusi ini memasukan udara atau oksigen ke dalam badan air dalam bentuk gelembung dan oksigen ditransfer dari gelembung ke dalam air. Efektifitas laju tranfer oksigen kedalam air dipengaruhi ukuran gelembung dan lama waktu gelembung dalam air. Prinsip kerjanya

mencampurkan udara beroksigen dalam air sehingga lebih banyak air yang bersinggungan dengan udara.

4. Turbine aerator (kincir)

Prinsip kerjanya memanfaatkan turbin agar terjadi difusi oksigen dari udara kedalam badan air.

5. Kombinasi

Yaitu perpaduan antara dua atau lebih aerator seperti yang disebutkan di atas.

2.3 Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut (Dissolved Oxygen = DO) dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Disamping itu, oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut (SALMIN, 2000).

Pada lapisan permukaan, kadar oksigen akan lebih tinggi, karena adanya proses difusi antara air dengan udara bebas serta adanya proses fotosintesis. Dengan bertambahnya kedalaman akan terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, karena proses fotosintesis semakin berkurang dan kadar oksigen yang ada banyak digunakan untuk pernapasan dan oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik.

Keperluan organisme terhadap oksigen relatif bervariasi tergantung pada jenis, stadium dan aktifitasnya. Kebutuhan oksigen untuk ikan dalam keadaan diam relatif lebih sedikit apabila dibandingkan dengan ikan pada saat bergerak

atau memijah. Jenis-jenis ikan tertentu yang dapat menggunakan oksigen dari udara bebas, memiliki daya tahan yang lebih terhadap perairan yang kekurangan oksigen terlarut (Salmin, 2005).

Menurut (Rivai dalam Patty, 2014) mengatakan bahwa pada umumnya kandungan oksigen sebesar 5 ppm dengan suhu air berkisar antara 20-30 °C masih baik untuk kehidupan ikan-ikan, bahkan apabila dalam perairan tidak terdapat senyawa-senyawa yang bersifat toksik (tidak tercemar) kandungan oksigen sebesar 2 ppm sudah cukup untuk mendukung kehidupan organisme perairan (Swingle dalam Salmin, 2005). KLH 2004, menetapkan nilai ambang batas oksigen terlarut adalah > 5 mg/L. (Patty, 2018)

Air memiliki banyak manfaat, apalagi ketika air tersebut memiliki kualitas yang baik. Salah satu manfaat air yang memiliki kandungan oksigen terlarut tinggi adalah untuk menentukan kehidupan hewan air seperti ikan karena, jika oksigen dan perairan berkurang sistem pernafasan ikan akan terganggu (Sylvia & Minggawati, 2010). Sehingga DO sensor dapat dimanfaatkan pada proses budidaya ikan dengan system akuakultur (Yuliantari et al., 2021).

2.3.1 Prinsip Kerja Sensor DO

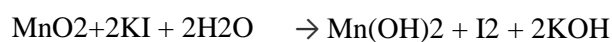
Oksigen terlarut dapat dianalisis atau ditentukan dengan 2 macam cara, yaitu:

- 1) Metoda titrasi dengan cara WINKLER
- 2) Metoda elektrokimia

1. Metode titrasi dengan cara WINKLER

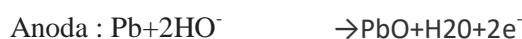
Prinsipnya dengan menggunakan titrasi iodometri. Sampel yang akan dianalisis terlebih dahulu ditambahkan larutan $MnCl_2$, NaOH, atau KI,

sehingga akan terjadi endapan MnO_2 . Dengan menambahkan H_2SO_4 atau HCl maka endapan yang terjadi akan larut kembali dan juga akan membebaskan molekul iodium (I_2) yang ekuivalen dengan oksigen terlarut. Iodium yang dibebaskan ini selanjutnya dititrasi dengan larutan standar natrium tiosulfat ($Na_2S_2O_3$) dan menggunakan indikator larutan amilum (kanji). Reaksi kimia yang terjadi dapat dirumuskan:



2. Metode elektrokimia

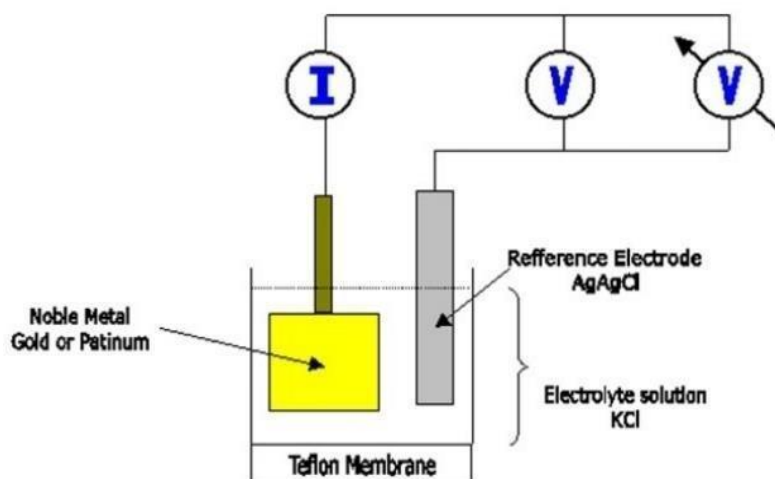
Cara penentuan oksigen terlarut dengan metode elektrokimia adalah cara langsung untuk menentukan oksigen terlarut dengan alat DO meter. Prinsip kerjanya adalah menggunakan probe oksigen yang terdiri dari katoda dan anoda yang direndam dalam larutan elektrolit. Pada alat DO meter, probe ini biasanya menggunakan katoda perak (Ag) dan anoda timbal (Pb). Secara keseluruhan, elektroda ini dilapisi dengan membran plastik yang bersifat semi permeabel terhadap oksigen. Reaksi kimia yang akan terjadi adalah :



Aliran reaksi yang terjadi tersebut tergantung dari aliran oksigen pada katoda. Difusi oksigen dari sampel ke elektroda berbanding lurus terhadap konsentrasi oksigen terlarut. (Salmin, 2005)

Sedangkan sensor oksigen terlarut merupakan bagian dari jenis-jenis sensor

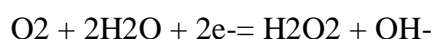
elektrokimia, di mana reaksi gas oksigen dengan larutan elektrolit menghasilkan sinyal elektrik dengan besaran yang sebanding dengan jumlah konsentrasi oksigen. Bagian-bagian utama dari sensor oksigen terlarut ini adalah: sensing electrode (dikenal juga sebagai working electrode), reference electrode dan counter electrode. Ketiga elektroda tersebut dipisahkan oleh larutan elektrolit tipis serta bagian luar sensor ditutupup oleh gas permeable membrane, di mana dua fungsi utama dari membran ini adalah untuk melewatkan gas oksigen melalui proses difusi sehingga bereaksi dengan larutan elektrolit dan untuk mencegah kebocoran larutan elektrolit. Sensing atau working electrode berfungsi sebagai elektroda di mana proses elektrokimia berlangsung, reference electrode sebagai titik referensi untuk pengukuran beda potensial terhadap elektroda lainnya dalam hal ini working electrode sedangkan counter electrode berfungsi sebagai koneksi elektrik ke larutan elektrolit sehingga arus dapat mengalir ke working electrode (Debataraja et al., 2011).



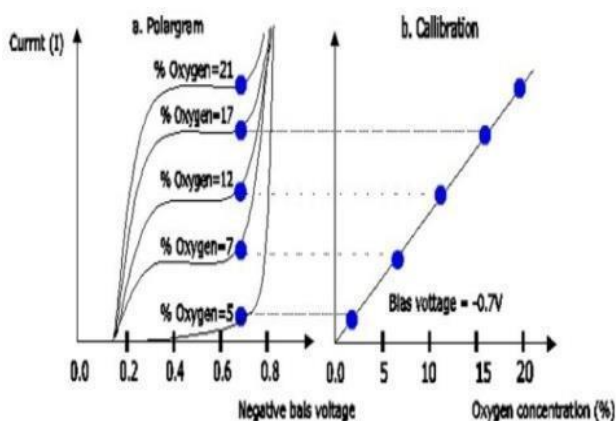
Gambar 2. 1 Prinsip kerja pengukuran oksigen terlarut

Pada gambar 2.1 menunjukkan prinsip kerja *Dissolved Oxygen* (DO) meter adalah berdasarkan fenomena polarografi yang terjadi di antara dua elektrode

katode dan anode. Tegangan listrik negatif diberikan kepada elektrode katode. Adanya tegangan negatif ini akan mengakibatkan reaksi kimia terjadi secara cepat antara air dan oksigen terlarut pada permukaan katode. Berikut adalah reaksi kimia yang terjadi pada elektrode katode:



Tegangan listrik akan terus naik mencapai nilai jenuh yang setara dengan sudah bereaksinya seluruh oksigen terlarut pada permukaan katode. Tegangan listrik jenuh ini ditandai dengan hampir naiknya pembacaan arus listrik, setelah beberapa saat diam di satu nilai meskipun nilai tegangan dinaikkan. Setelah melewati tegangan jenuh ini, arus listrik terus naik jika tegangan terus ditambah. Naiknya nilai arus ini terjadi karena reaksi kimia lain telah terjadi, terutama adalah reaksi pecahnya molekul air H_2O menjadi ion H^+ dan OH^- .



Gambar 2. 2 Kurva kalibrasi pembacaan DO meter

Pada gambar 2.2 menunjukkan contoh kurva pemcaan dissolved oxygen meter. Pembacaan nilai oksigen terlarut didapatkan dari nilai arus listrik pada saat semua oksigen terdifusi pada permukaan elektrode katode. Dengan kata lain, arus listrik yang terbaca pada saat sistem mencapai tegangan jenuh,

setara dengan besaran oksigen terlarut. Penggunaan metode kalibrasi linier akan diperoleh nilai oksigen terlarut yang dicari, ditunjukkan pada Gambar 2.(Riadhi et al., 2017)

2.4 Aerator

Aerator jenis bubbler yang diletakkan didasar air dengan sistem kerja udara dari kompresor dialirkan melalui pipa kemudian dilepaskan melalui difuser yang kemudian menghasilkan gelembung gelembung udara yang mengandung oksigen yang ditujukan pada gambar 2.3 tranfer oksigen melalui aerasi (Salfia et al., 2018).



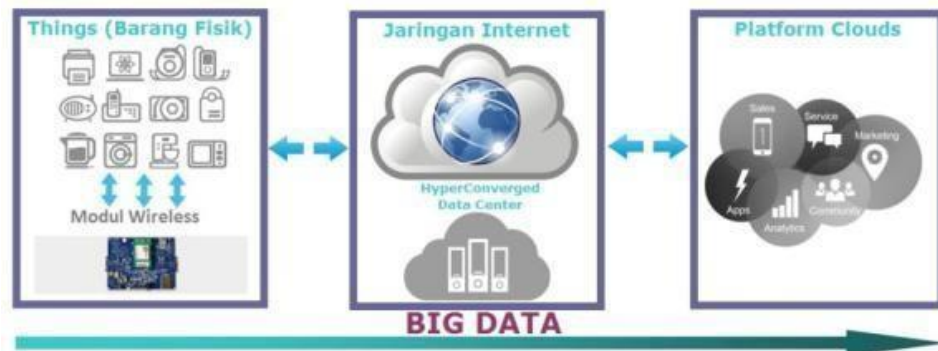
Gambar 2. 3 Aerasi

2.5 Internet of Things

Internet of Things atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus yang memungkinkan kita untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin untuk berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen.

Konsep IoT ini sebetulnya cukup sederhana dengan cara kerja mengacu pada 3 elemen utama pada arsitektur IoT, yakni: Barang Fisik yang dilengkapi modul IoT, Perangkat Koneksi ke Internet seperti Modem dan Router Wireless

Speedy seperti di rumah anda, dan Cloud Data Center tempat untuk menyimpan aplikasi beserta data base.



Gambar 2. 4 Konsep IoT (Efendi, 2018)

Pada gambar 2.4 menunjukan cara kerja *Internet of Things* yaitu dengan memanfaatkan sebuah argumentasi pemrograman yang dimana tiap-tiap perintah argumennya itu menghasilkan sebuah interaksi antara sesama mesin yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan dalam jarak berapa pun. Internetlah yang menjadi penghubung di antara kedua interaksi mesin tersebut, sementara manusia hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung. (Efendi, 2018)

2.6 Konsep Dasar Sistem Kendali

Sistem kendali adalah suatu proses pengendalian / pengontrolan terhadap satu system ataupun lebih. Pada proses system Kendali dapat di kelompokkan menjadi dua bagian yaitu system kendali manual dan system kendali otomatis (Kwaar & Najoran, 2020).

1) Sistem Kendali Manual

Sistem Kendali manual adalah proses pengendalian / pengontrolan satu system atau lebih yang dikendalikan oleh manusia, seperti contohnya yaitu Manusia mematikan lampu melalui saklar lampu, manusia mematikan pompa air

melalui saklar lampu, dan lain - lain.

2) Sistem Kendali ON / OFF

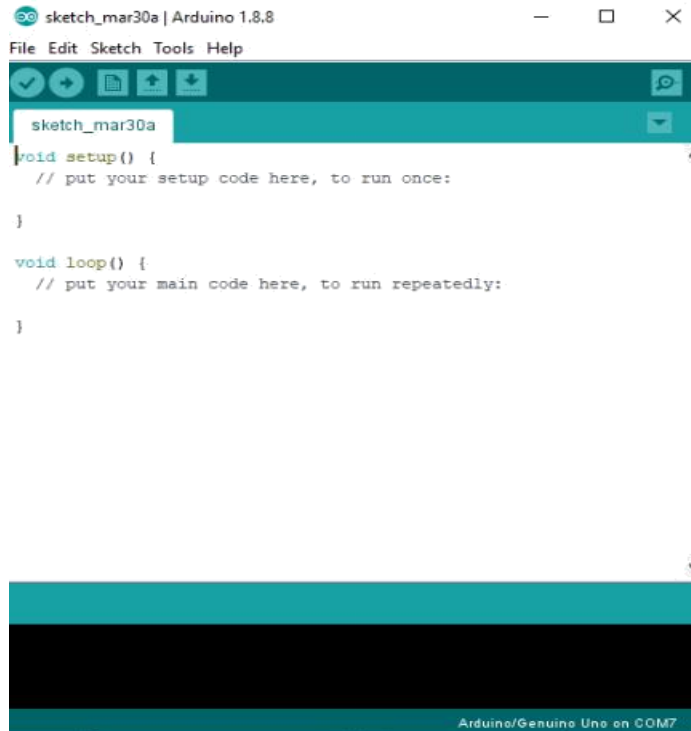
Sistem kendali otomatis adalah suatu proses pengendalian / pengontrolan satu system atau lebih yang dikendalikan oleh mesin / peralatan yang bekerja secara otomatis, namun proses pengerjaannya masih dibawah pengawasan manusia. Contohnya seperti pengendalian Saluran air secara otomatis, proses industry dengan alat yang sudah otomatis, dan lain - lain.

2.7 IDE Arduino

Dalam menuliskan kode sumber di butuhkan Arduino IDE, dimana Arduino IDE ini merupakan program untuk menuliskan kode sumber kedalam mikrokontroler arduino dan bahasa pemrogramannya sendiri merupakan penggabungan antara bahasa C dan Java dikarenakan struktur bahasa pemrograman dan penggunaan library yang mirip dengan C dan Java. Software Arduino IDE terdiridari 3 (tiga) bagian:

1) Uploader, modul yang berfungsi memasukan kode biner ke dalam memori mikrokontroler.

2) Editor program, untuk menulis dan mengedit program. Listing program pada Arduino disebut sketch.



Gambar 2. 5 IDE Arduino (Kwaar & Najoan, 2020).

3) Compiler, modul yang berfungsi mengubah bahasa processing (kodeprogram) kedalam kode biner karena kode biner adalah satu - satunya bahasa pemrograman yang dipahami oleh mikrokontroler.

Gambar 2.5 menunjukkan tampilan IDE Arduino, untuk struktur perintah pada arduino secara garis besar terdiri dari dua bagian yaitu void setup dan void loop. Void setup ini berisi perintah yang akan di eksekusi hanya satu kali sejak arduinodi hidupan sedangkan void loop berisi perintah yang akan di eksekusi berulang - ulang selama arduino di hidupan (Kwaar & Najoan, 2020).

2.7.1 Bahasa Pemrograman C++

Bahasa C dan C++ merupakan bahasa yang sangat populer dalam dunia pengembangan perangkat lunak. Kedua bahasa ini di golongan kedalam bahasa tingkat menengah. Semenjak di kembangkan, bahasa C dan C++ banyak digunakan untuk mengembangkan program-program aplikasi di bidang

telekomunikasi financial atau bisnis dan sistem operasi. Bahkan sampai saat ini, pembuatan program - program untuk permainan komputer (game) sebagian besar masih menggunakan bahasa C/C++ (Kwaar & Najoan, 2020).

2.7.2 Sketch

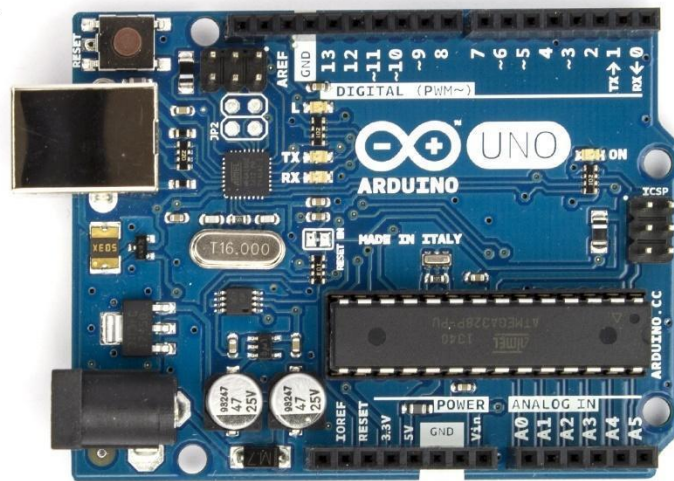
Bahasa Program yang ditulis dengan menggunakan Arduino Software (IDE) disebut sebagai sketch. Sketch ditulis dalam suatu editor teks dan disimpan dalam file dengan ekstensi .ino. Teks editor pada Arduino Software memiliki fitur” seperti cutting / paste dan searching / replacing sehingga memudahkan kamu dalam menulis kode program.

Pada Software Arduino IDE, terdapat semacam message box berwarna hitam yang berfungsi menampilkan status, seperti pesan error, compile, dan upload program. Di bagian bawah paling kanan Software Arduino IDE, menunjukkan board yang terkonfigurasi beserta COM Ports yang digunakan (Kwaar & Najoan, 2020).

2.8 Mikrokontroler

Menurut Budiharto Widodo (2005:5), Mikrokontroler dapat dikatakan sebuah system komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu chip sehingga sering disebut sebagai single chip mikrokomputer. Tidak seperti sistem komputer yang mampu menangani berbagai macam program aplikasi, mikrokontroler hanya dapat digunakan untuk suatu aplikasi saja. Perbedaan lainya yaitu pada perbandingan RAM (*Random Acces Memory*) dan ROM (*Read Only Memory*) (Zulita, 2016).

2.8.1 Arduino Uno



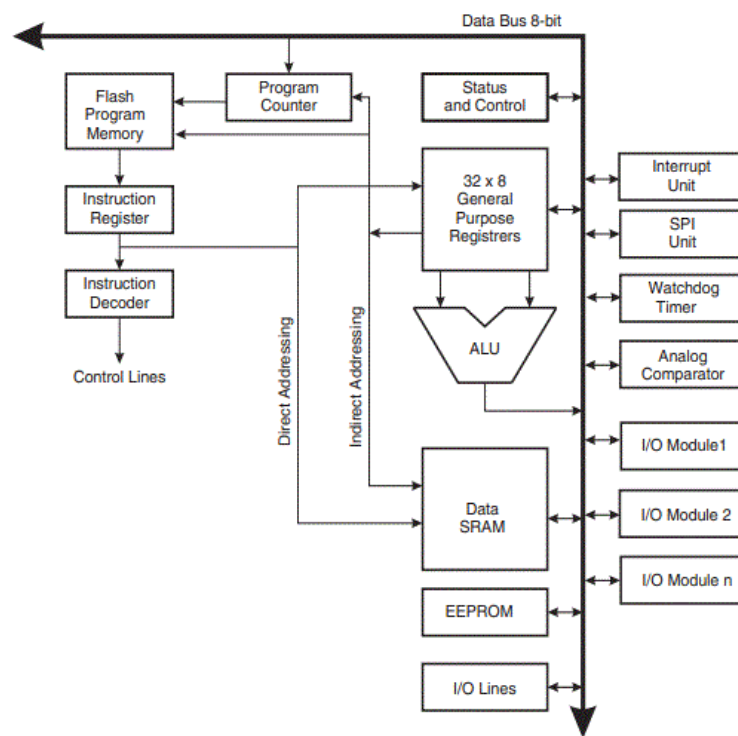
Gambar 2. 6 Arduino Uno (Farnell, 2013)

Menurut (Djuandi, 2011) “Komponen utama dari Arduino Uno adalah chip Atmega 2560 8 bit yang lebih canggih dari pada Arduino Uno. Kedua produk ini dikeluarkan oleh Atmel Corporation”.

“Arduino Uno merupakan sebuah Mikrokontroler dari Atmega2560. Memiliki 54 pin I / O Digital, 14 pin *Output* Analog, 16 pin *Input* Analog, 4 UART, kecepatan *Processor* 16 MHZ, *Port* USB dan *Port* Catu Daya. Setiap papan Arduino telah memiliki sistem proteksi tersendiri, untuk menggunakannya cukup dihubungkan dengan kabel USB. Penggunaan yang *Flexible* ini membuat Mikrokontroler Arduino banyak digunakan” (Nabil et al., 2019).

Gambar 2.6 menunjukkan bentuk fisik Arduino Uno. Pada awalnya Arduino Uno menggunakan chip Atmega1280 yang kemudian diubah menjadi chip Atmega2560, karena penggantian nama tersebut maka sekarang lebih dikenal dengan nama Arduino Mega 2560. Sampai saat ini Arduino Mega 2560 telah sampai pada revisi yang ke 3 (R3). Terdapat pula perbedaan lainnya selain dari

chip ATmega yang digunakan, yaitu sudah tidak lagi menggunakan chip FTDI sebagai fungsi USB to Serial Converter, tetapi menggunakan chip ATmega16u2 pada revisi ke 3 (R3), sedangkan pada revisi 1 dan 2 di gunakan chip ATmega8u2 sebagai fungsi USB to Serial Converter. Pada gambar 2.7 dijelaskan bahwa Arsitektur Arduino mega terdiri dari beberapa komponen seperti *Algoritma Logic Unit* (ALU), Memori, Jalur *Input* dan *Output*, *Counter*, *Analog Digital Converter* dan *Timer*.



Gambar 2. 7 Arsitektur Arduino Uno

Tabel 2. 2 Spesifikasi Arduino Uno

Microcontroller	<u>ArduinoMega2560</u>
Operating Voltage	5V
Input Voltage	5-12V
PWM Digital I/O Pins	6
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)

Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32KB(ATmega328P)
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Length	68.6 mm
Width	53.4 mm
Weight	25

Konfigurasi Pin Arduino Uno sebagai berikut :

Pada tabel 2.2 ditunjukkan spesifikasi Arduino Uno, beberapa pin tegangan yang terdapat pada papan Arduino Mega 2560 sebagai berikut :

1. 5V : adalah pin output yang mengalirkan tegangan 5Volt yang telah ter-regulator, pada pin ini tegangan telah di atur dari regulator yang terdapat pada papan. Papan Arduino dapat rusak jika memberikan tegangan langsung tanpa melewati regulator melalui pin 5V dan 3,3V.

2. GND : adalah pin *Ground (Massa)*.

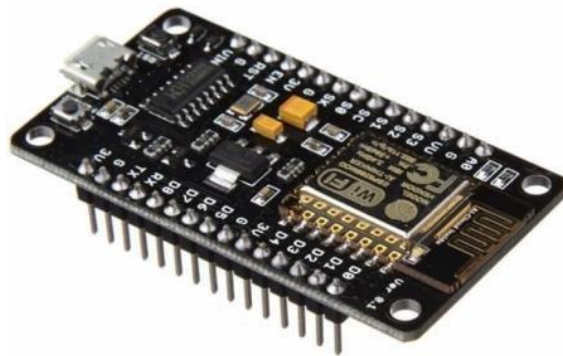
3. VIN : adalah pin yang digunakan untuk memberikan tegangan ke papan Arduino dengan tegangan yang disarankan.

4. 3V3 : adalah sebuah pin *output* yang menghasilkan tegangan 3,3 V yang dihasilkan oleh regulator pada papan. Arus maksimum yang dihasilkan adalah 50 mA.

5. IOREF : adalah pin yang memberikan referensi tegangan mikrokontroler. Sebuah *shield* dikonfigurasi dengan benar agar dapat membaca pin tegangan IOREF dan memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan penerjemah tegangan (*voltage translator*) pada *output* untuk bekerja pada tegangan 5 Volt atau 3,3 Volt.

2.8.2 ESP8266 NodeMCU

NodeMCU adalah sebuah board elektronik yang berbasis chip ESP8266 dengan kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler dan juga koneksi internet (WiFi). Bentuk fisik dari NodeMCU ditunjukkan pada gambar 2.8 , dimana terdapat beberapa pin I/O sehingga dapat dikembangkan menjadi sebuah aplikasi monitoring maupun controlling pada proyek IOT. NodeMCU ESP8266 dapat diprogram dengan compiler-nya Arduino, menggunakan Arduino IDE. Bentuk fisik dari NodeMCU ESP 8266, terdapat port USB (mini USB) sehingga akan memudahkan dalam pemrogramannya.



Gambar 2. 8 ESP8266 Node MCU

Spesifikasi dari Node MCU pada tabel 2.3 Fungsi modul ini hampir menyerupai dengan platform modul arduino, namun yang membedakan yaitu dikhususkan untuk “Connected to Internet“.

Tabel 2. 3 Spesifikasi ESP8266 NodeMCU

Tegangan Kerja	3,3~5V
GPIO	13 pin
Kanal PWM	10 kanal
ADC pin	1 pin
Flash Memory	4 MB
Clock Speed	40/26/24 MHz

Frekuensi	2.4~22.5 GHz
Wifi	IEEE 802.11 b/g/n
USB Port	Micro USB

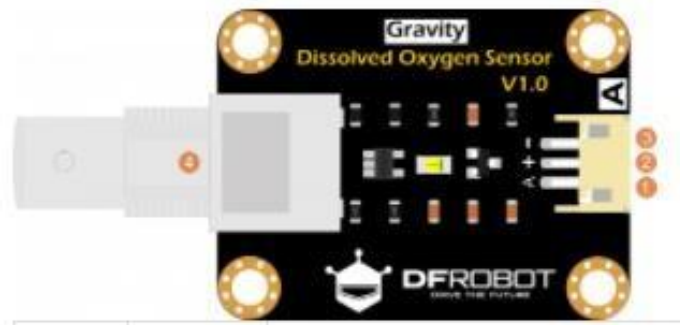
2.9 Sensor Analog Dissolved Oxygen

Gambar 2.9 berikut merupakan kit sensor oksigen terlarut SKU SEN0237 dari DFRobot.



Gambar 2. 9 *Analog Dissolved Oxygen Sensor*

Sensor galvanik ini digunakan untuk mengukur oksigen terlarut dalam air, dimana kadar oksigen terlarut merupakan salah satu indikator dalam memonitoring kualitas air. Sensor ini memiliki 4 pin input, yaitu Analog Signal Output, VCC (3.3-5.5 V), GND, Probe Cable Connector. Probe yang digunakan merupakan probe yang tidak memerlukan waktu polarisasi dan tersedia setiap saat. Memiliki skala temperatur dari 0°C sampai dengan 40°C dan skala deteksinya berkisar antara 0 sampai 20 mg/L. Waktu respons hingga 98% respons penuh, dalam 90 detik (25°C). Pada gambar 2.10 *Signal Converted Board* memiliki tegangan pasokan 3.3-5V dengan sinyal keluaran 0-3.0V (Setiowati et al., 2022).



Gambar 2. 10 *Signal Converted Board*

Spesifikasi Analog Dissolved Oxygen Sensor SKU SEN0237 adalah pada tabel 2.4 sebagai berikut :

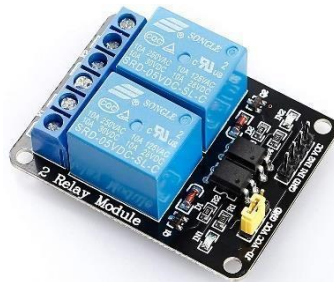
Tabel 2. 4 Spesifikasi Sensor *Analog Dissolved Oxygen Sensor* SKU SEN0237

<i>Dissolved Oxygen Probe</i>	
<i>Type</i>	<i>Galvanic Probe</i>
<i>Detection Range</i>	<i>0~20mg/L</i>
<i>Response Time</i>	<i>Up to 98%</i>
<i>Pressure Range</i>	<i>0~50PSI</i>
<i>Cable Length</i>	<i>2 meters</i>
<i>Probe Connector</i>	<i>BNC</i>
<i>Signal Converter Board</i>	
<i>Operating Voltage</i>	<i>3.3~5.5V</i>
<i>Output Signal</i>	<i>0~3.0V</i>
<i>Cable Connector</i>	<i>BNC</i>
<i>Signal Connector</i>	<i>Gravity Analog Interface (PH2.0-3P)</i>
<i>Dimension</i>	<i>(42mm * 32mm)</i>

2.10 Relay

Relay adalah Saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Bentuk fisik relay pada gambar 2.11 menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan

50 mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A (Nugrahanto et al., 2017).



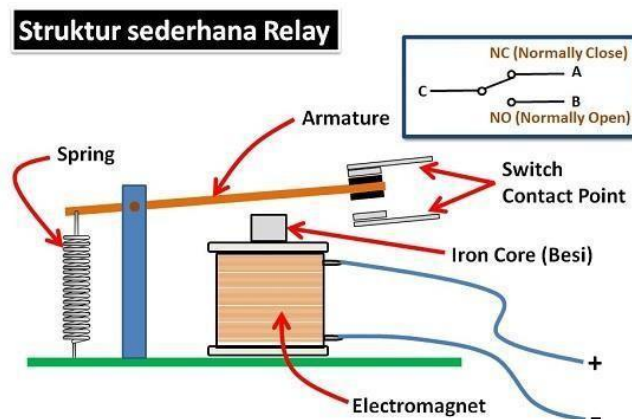
Gambar 2. 11 Kontak Relay Arduino

2.10.1 Prinsip Kerja Relay

Pada dasarnya, Relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu:

1. Electromagnet (*Coil*)
2. *Armature*
3. *Switch Contact Point* (Saklar)
4. *Spring*

Berikut ini merupakan gambar 2.12 bagian-bagian Relay:



Gambar 2. 12 Bagian-bagian Kontak Relay

Contact Point Relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

1. *Normally Close* (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *CLOSE* (tertutup)

2. *Normally Open* (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *OPEN* (terbuka)

Berdasarkan gambar diatas, sebuah Besi (*Iron Core*) yang dililit oleh sebuah kumparan Coil yang berfungsi untuk mengendalikan Besi tersebut. Apabila Kumparan Coil diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya Elektromagnet yang kemudian menarik Armature untuk berpindah dari Posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi Saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana Armature tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi *OPEN* atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, Armature akan kembali lagi ke posisi Awal (NC). Coil yang digunakan oleh Relay untuk menarik Contact Poin ke Posisi Close pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil (Nugrahanto et al., 2017).

2.10.2 Fungsi Relay

Beberapa fungsi Relay yang telah umum diaplikasikan kedalam peralatan Elektronika diantaranya adalah : (Nugrahanto et al., 2017).

1. Relay digunakan untuk menjalankan Fungsi Logika (Logic Function)
2. Relay digunakan untuk memberikan Fungsi penundaan waktu (Time Delay Function)
3. Relay digunakan untuk mengendalikan Sirkuit Tegangan tinggi dengan bantuan dari Signal Tegangan rendah.
4. Ada juga Relay yang berfungsi untuk melindungi Motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan Tegangan ataupun hubung singkat (Short).

2.11 Push Button

Push button switch (saklar tombol tekan) adalah perangkat / saklar

seederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan unlock (tidak mengunci). Sistem kerja unlock disini berarti saklar akan bekerja sebagai device penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal.

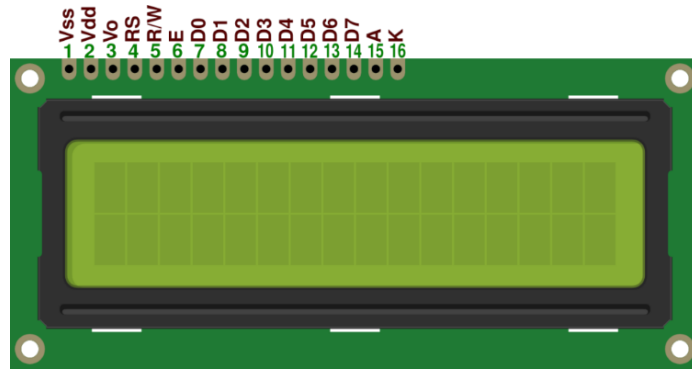
Sebagai device penghubung atau pemutus, gambar 2.13 bentuk fisik push button switch hanya memiliki 2 kondisi, yaitu On dan Off (1 dan 0). Istilah On dan Off ini menjadi sangat penting karena semua perangkat listrik yang memerlukan sumber energi listrik pasti membutuhkan kondisi On dan Off (Sutono & Nursoparisa, 2020).



Gambar 2. 13 Saklar Tekan (Push Button)

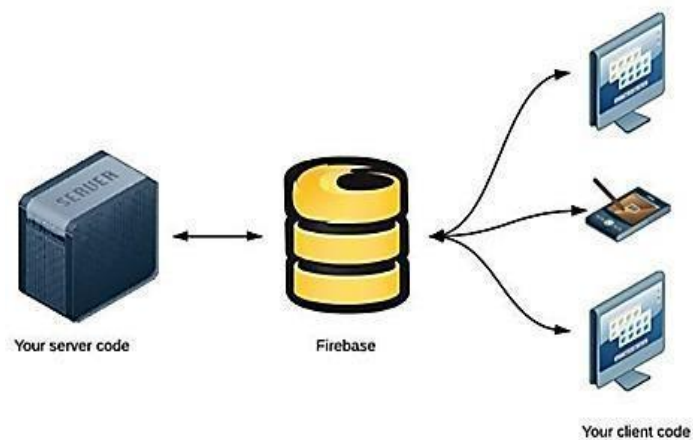
2.12 LCD

Layar LCD (Liquid Crystal Display) adalah tampilan elektronik modul dan menemukan berbagai aplikasi dalam otomatisasi sistem. Dalam layar LCD 16x2 ada 2 baris untuk menampilkan 16 karakter per baris. Dalam LCD ini ukuran matriks piksel adalah 5x7 yang digunakan untuk menampilkan setiap karakter. Ada dua jenis yang berbeda dari register tersedia di LCD untuk penyimpanan yaitu, Command daftar dan daftar data. Instruksi perintahnya adalah disimpan dalam register perintah yang diberikan ke LCD dan register data menyimpan data yang akan ditampilkan pada LCD. Format data adalah nilai ASCII karakter yang akan ditampilkan pada gambar 2.14 tampilan LCD (Parab & Prajapati, 2019).



Gambar 2. 14 LCD Display

2.13 Fire Base



Gambar 2. 15 Firebase

Firebase adalah penyedia layanan realtime database dan backend sebagai layanan. Suatu aplikasi yang memungkinkan pengembang membuat API untuk disinkronisasikan untuk client yang berbeda-beda dan disimpan pada cloud-nya Firebase. Pada gambar 2.15 library dari Firebase yang memungkinkan untuk mengintegrasikan layanan ini dengan Android, Ios, Javacript, Java, Objective-C dan Node.JS. Database Firebase juga bersifat bisa diakses lewat REST API. REST API tersebut menggunakan protokol Server-Sent Event dengan membuat koneksi HTTP untuk menerima push notification dari server. Pengembang menggunakan REST API untuk post data yang selanjutnya, firebase client library yang sudah diterapkan pada aplikasi yang dibangun yang akan mengambil data secara realtime (Sonita & Fardianitama, 2018).

2.14 Penelitian Terkait

Penelitian mengenai Sistem Aerasi Terkendali Pada Kolam Ikan Berbasis Teknologi IoT ini didasari oleh penelitian – penelitian sebelumnya, berikut ini adalah penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini sehingga bisa dijadikan referensi, di antaranya ditunjukkan pada table 2.5 beberapa penelitian sebelumnya :

Tabel 2. 5 Penelitian Terkait

NO	Penelitian Terkait	Keterangan
1	“Sistem Akuisisi Data Pengukuran Kadar Oksigen Terlarut Pada Air Tambak Udang Menggunakan Sensor Dissolved Oxygen (DO)”. Oleh Inda Robbihi Mardhiya, Arif Surtono, Sri Wahyu Suciwati (2017).	Pada penelitian ini membuat sistem monitoring kualitas oksigen terlarut (DO) pada air tambak udang dilakukan melalui pengukuran kondisi air tambak secara realtime, dengan menggunakan sensor Dissolved Oxygen (DO) yang terhubung dengan mikrokontroler Arduino UNO.
2	“Rancang Bangun Alat Pengendalian Dan Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Berbasis Salinitas Dan Kadar Oksigen”. Oleh Eva Salfia, Azhar, Muhammad Kamal (2018).	Pada penelitian ini membuat sistem pemantauan dan pengontrolan kondisi air tambak untuk mengetahui kondisi kualitas air dengan menggunakan Arduino Uno sebagai control pada pengendalian salinitas (kadar garam) dan oksigen terlarut pada air tambak udang yang dapat ditampilkan pada LCD.
3	“Pengaruh Pengaturan Intensitas Cahaya yang Berbeda Terhadap Kelimpahan <i>Dunaliella</i> sp. dan Oksigen Terlarut dengan Simulator TRIAC dan Mikrokontroller AT89S52”. Oleh Mochammad Facta, Muhammad Zainuri, Sudjadi, Emak Pancar Sakti (2006).	Penelitian ini dilakukan untuk pembuatan dan pengujian pengaturan intensitas cahaya lampu buatan untuk proses fotosintesis fitoplankton <i>Dunaliella</i> sp. Cahaya lampu diatur intensitasnya mengikuti pola cahaya matahari dengan panjang gelombang menggunakan rangkaian konverter AC-AC. Konverter AC-AC tersebut menggunakan rangkaian TRIAC yang pemicuannya dikontrol dengan mikrokontroler AT89S52.

4	<p>“Perancangan Sistem Kendali Kadar Oksigen Dalam Air Menggunakan Sensor DO Meter”. Oleh Luki Utomo, Heri Kusnadi, Nendi Idris (2020).</p>	<p>Pada penelitian ini Sistem yang diterapkan pada prototype melakukan pengukuran kadar oksigen terlarut menggunakan sensor dissolved oksigen sebagai kendali mesin agar otomatis menyesuaikan dan sekaligus mengendalikan kadar oksigen di dalam kolam agar tetap berada pada rentang nilai tertentu, sehingga kadar oksigen terlarut dapat terkendali dengan menggunakan mikrokontroller arduino.</p>
5	<p>“Sistem Aplikasi IoT Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Arduino Uno”. Oleh Gurus Ahmad Pauzi(a), Mutiara Amalia Syafira, Arif Surtono, Amir Supriyanto (2017).</p>	<p>Pada penelitian ini membahas untuk Aplikasi Blynk akan menerima data kualitas air dan dapat mengontrol sensor pada saat pengukuran. Data yang diterima akan ditampilkan dalam bentuk nilai real maupun grafik. Sistem pengukuran kualitas air tambak udang menggunakan sensor suhu, sensor pH dan sensor DO. Menggunakan ESP8266-01 dan hasil pengukuran akan ditampilkan pada Aplikasi Blynk.</p>

Dari penelitian-penelitian terdahulu terdapat beberapa kesamaan yang terlihat dalam tabel diatas, Oleh karena itu dibuat penambahahan kompnen dan mengganti beberapa kompnen bertujuan memperbaharui penelitian sebelumnya.