

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Pada tugas akhir ini mengacu pada penelitian – penelitian yang telah ada sebelumnya. M.Darianzhah Putra, Ira Devi Sara, Syukriyadin dalam jurnalnya (“Sistem Manajemen Daya Listrik Surya Pada Gedung Berbasis Arduino,” 2017) dalam penelitiannya membuat sistem pengatur energy yang dihasilkan oleh solar cell (*photovoltaic*) yang tersimpan pada baterai. Dengan masing-masing gedung mempunyai blok *photovoltaic* dan baterai sendiri yang kemudian dirangkai secara paralel. Dengan membandingkan energi yang dipakai dan disimpan pada tiap gedung maka sistem akan mengatur gedung yang kebutuhan energy listriknya tinggi atau solar cellnya tidak dapat menghasilkan energi dengan maksimal akan disuplai oleh sistem tenaga dari gedung lain. Sehingga dapat meminimalkan kehabisan energi listrik saat malam hari atau saat solar cell tidak menghasilkan energi listrik.

Selain itu peneliti juga mengacu pada penelitian yang dilakukan (Jyothi et al., 2016) dalam jurnalnya An Optimal Energy Management System for PV/Battery Standalone System. Dalam penelitiannya ini membuat pengaturan manajemen energi yang optimal untuk sistem mandiri *photovoltaic* / baterai. Sistem tersebut terdiri dari susunan *photovoltaic*, baterai, inverter dan Beban AC. Dimana Susunan *photovoltaic* adalah sumber energy yang tidak dapat dikendalikan karena variasi radiasi dan suhu. Hanya saja penelitian ini merupakan simulasi dengan menggunakan MATLAB.

Rifki & Rijanto, 2017 dalam penelitiannya Pengaturan *Prototype* Lampu Rumah Dengan Solar Cell Berbasis Iot (*Internet Of Things*). Dalam penelitian ini melakukan pengaturan kontrol beban berupa lampu rumah tangga dengan sumber energy dari *photovoltaic* yang dikontrol dengan IOT. Dalam penelitian ini mendapatkan bahwa pengaturan beban dengan IOT dibandingkan manual adalah lebih hemat dan optimal.

Makni et al., 2016 pada penelitiannya Design Simulation And Realization Of Solar Battery Charge Controller Using Arduino Uno yang membahas tentang metode *charging* baterai untuk menghindari *over charge* atau *deep discharge* dengan menggunakan perangkat control arduino uno. Dengan menggunakan simulasi SIMULINK. Dengan metode penelitian ini, peneliti membuat pemodelannya dalam kondisi nyata.

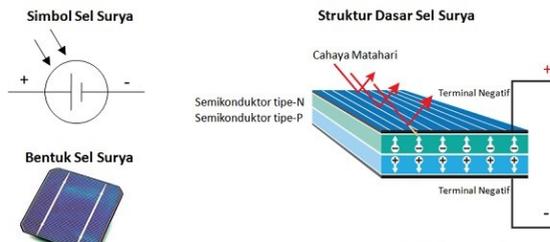
2.2 *Photovoltaic* (Solar cell)

Sel Surya atau *photovoltaic* adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek *photovoltaic*. Yang dimaksud dengan Efek *Photovoltaic* adalah suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya.

Arus listrik timbul karena adanya energi foton cahaya matahari yang diterimanya berhasil membebaskan elektron-elektron dalam sambungan semikonduktor tipe N dan tipe P untuk mengalir. Sama seperti Dioda Foto (Photodiode), Sel Surya atau Solar Cell ini juga memiliki kaki Positif dan kaki Negatif yang terhubung ke rangkaian atau perangkat yang memerlukan sumber listrik.

Pada dasarnya, Sel Surya merupakan Dioda Foto (*Photodiode*) yang memiliki permukaan yang sangat besar. Permukaan luas Sel Surya tersebut menjadikan perangkat Sel Surya ini lebih sensitif terhadap cahaya yang masuk dan menghasilkan Tegangan dan Arus yang lebih kuat dari Dioda Foto pada umumnya. Contohnya, sebuah Sel Surya yang terbuat dari bahan semikonduktor silikon mampu menghasilkan tegangan setinggi 0,5V dan Arus setinggi 0,1A saat terkena (expose) cahaya matahari.

Bahan-bahan pembuatan sel surya harus memiliki karakteristik tertentu untuk menyerap sinar matahari. Beberapa sel dirancang untuk menangani sinar matahari yang mencapai permukaan bumi, sementara yang lain dioptimalkan untuk digunakan di luar angkasa. Sel surya dapat dibuat hanya dari satu lapisan tunggal bahan penyerap cahaya (pertemuan tunggal) atau menggunakan beberapa konfigurasi fisik (multipertemuan) untuk memanfaatkan berbagai mekanisme penyerapan dan pemisahan muatan. Pada gambar 2.1 dibawah ini merupakan Struktur Dasar, Bentuk dan Simbol Sel Surya (Solar Cell).



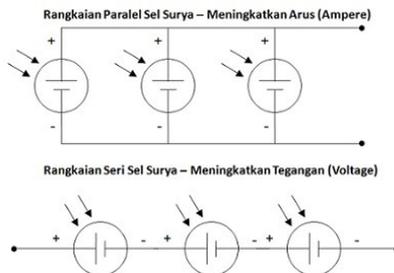
Gambar 2.1 Struktur dan simbol solar cell
(Sumber : www.teknikelektronika.com 2020)

Sinar Matahari terdiri dari partikel sangat kecil yang disebut dengan Foton. Ketika terkena sinar Matahari, Foton yang merupakan partikel sinar Matahari tersebut menghantam atom semikonduktor silikon Sel Surya sehingga menimbulkan energi yang cukup besar untuk memisahkan elektron dari struktur atomnya. Elektron yang terpisah dan bermuatan Negatif (-) tersebut akan bebas bergerak pada daerah pita konduksi dari material semikonduktor. Atom yang kehilangan Elektron tersebut akan terjadi kekosongan pada strukturnya, kekosongan tersebut dinamakan dengan “hole” dengan muatan Positif (+).

Daerah Semikonduktor dengan elektron bebas ini bersifat negatif dan bertindak sebagai Pendorong elektron, daerah semikonduktor ini disebut dengan Semikonduktor tipe N (N-type). Sedangkan daerah semikonduktor dengan Hole bersifat Positif dan bertindak sebagai Penerima (*Acceptor*) elektron yang dinamakan dengan Semikonduktor tipe P (P-type).

Di persimpangan daerah Positif dan Negatif (PN Junction), akan menimbulkan energi yang mendorong elektron dan hole untuk bergerak ke arah yang berlawanan. Elektron akan bergerak menjauhi daerah Negatif sedangkan Hole akan bergerak menjauhi daerah Positif. Ketika diberikan sebuah beban berupa lampu maupun perangkat listrik lainnya di Persimpangan Positif dan Negatif (PN Junction) ini, maka akan menimbulkan Arus Listrik.

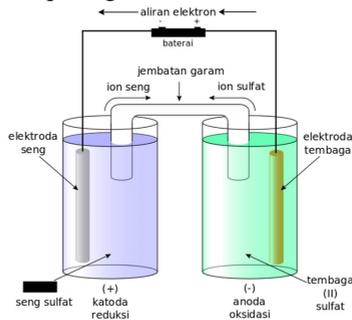
Seperti Baterai, Sel Surya juga dapat dirangkai secara Seri maupun Paralel. Pada umumnya, setiap Sel Surya menghasilkan Tegangan sebesar 0,45 ~ 0,5V dan arus listrik sebesar 0,1A pada saat menerima sinar cahaya yang terang. Sama halnya dengan Baterai, Sel Surya yang dirangkai secara Seri akan meningkatkan Tegangan (Voltage) sedangkan Sel Surya yang dirangkai secara Paralel akan meningkatkan Arus (Current).



Gambar 2.2 Rangkaian Solar Cell
(Sumber : www.teknikelektronika.com 2020)

2.3 Baterai

Baterai adalah sebuah alat untuk menyimpan energi listrik yang terdiri dari satu atau lebih sel elektrokimia. dimana alat ini mengubah energy listrik menjadi energy kimia pada saat charging dan sebaliknya mengubah energy kimia menjadi energy listrik pada saat discharge atau pemakaian. Baterai bekerja secara elektrokimia yang dikenal dengan reaksi galvani yang ditunjukkan pada gambar 2.3 dibawah ini

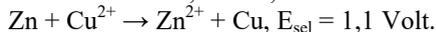
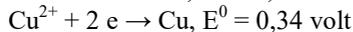
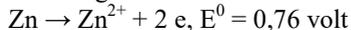


Gambar 2.3 Reaksi Galvani

(Sumber : www.pinterpandai.com 2020)

Pada gambar diatas, logam Zn akan mengalami oksidasi, sedangkan logam Cu akan mengalami reduksi.

Reaksi kimia sel galvani / selvolta



Fungsi dari jembatan garam adalah untuk menetralkan kelebihan anion dan kation pada larutan dan untuk menutup rangkaian sehingga reaksi dapat berlangsung terus-menerus.

2.3.1 Prinsip Kerja Baterai

Baterai mengubah energi kimia langsung menjadi energi listrik. Baterai terdiri dari sejumlah sel volta. Tiap sel terdiri dari 2 sel setengah yang terhubung seri melalui elektrolit konduktif yang berisi anion dan kation. Satu sel setengah termasuk elektrolit dan elektrode negatif, elektrode yang di mana anion berpindah; sel-setengah lainnya termasuk elektrolit dan elektrode positif di mana kation berpindah. Reaksi redoks akan mengisi ulang baterai. Kation akan tereduksi (elektron akan bertambah) di katode ketika pengisian, sedangkan anion akan teroksidasi (elektron hilang) di

anode ketika pengisian. Ketika digunakan, proses ini dibalik. Elektrodanya tidak bersentuhan satu sama lain, tetapi terhubung via elektrolit. Beberapa sel menggunakan elektrolit yang berbeda untuk tiap sel setengah. Sebuah separator dapat membuat ion mengalir di antara sel-setengah dan bisa menghindari pencampuran elektrolit.

Tiap sel setengah memiliki gaya gerak listrik (GGL), ditentukan dari kemampuannya untuk menggerakkan arus listrik dari dalam ke luar sel. GGL bersih adalah perbedaan antara potensial reduksireaksi setengah.

Perbedaan potensial antar kutub diukur dalam volt. Tegangan kutub sebuah sel pada rangkaian terbuka sama dengan GGL sel. Karena adanya resistensi dalam, tegangan kutub pada sel yang dipakai lebih kecil daripada tegangan rangkaian terbuka dan ketika sel diisi ulang, akan lebih besar daripada tegangan rangkaian terbuka. Sebuah sel ideal memiliki resistensi dalam yang dapat diabaikan, maka sel tersebut akan menjaga tegangan terminal konstan sebesar sampai habis, kemudian turun menjadi nol. Pada sel sebenarnya, resistensi dalam akan meningkat ketika melepas muatan (*discharge*) dan tegangan rangkaian terbuka juga menurun ketika melepas muatan. Jika tegangan dan hambatan diplot terhadap waktu, maka grafiknya biasanya berbentuk kurva.

2.3.2 Jenis – jenis Baterai

a. Baterai Primer

Baterai sekali pakai yang umum digunakan di pasaran. Jenis baterai ini juga dibedakan menjadi

1. Baterai Zinc-Carbon (Seng-Karbon)

Baterai jenis ini terdiri dari bahan Zinc yang berfungsi sebagai Terminal Negatif dan juga sebagai pembungkus Baterainya. Sedangkan Terminal Positifnya adalah terbuat dari Karbon yang berbentuk Batang (rod). Baterai jenis Zinc-Carbon merupakan jenis baterai yang relatif murah dibandingkan dengan jenis lainnya.

2. Baterai Alkaline (Alkali)

Baterai Alkaline ini memiliki daya tahan yang lebih lama dengan harga yang lebih mahal dibanding dengan Baterai Zinc-Carbon. Elektrolit yang digunakannya adalah Potassium hydroxide yang merupakan Zat Alkali (Alkaline) sehingga namanya juga disebut dengan Baterai Alkaline.

3. Baterai Lithium

Baterai ini banyak digunakan saat ini, karena menawarkan kinerja yang lebih baik dari pada jenis baterai primer yang lain. Baterai jenis

Lithium ini sering digunakan untuk aplikasi Memory Backup pada Mikrokomputer maupun Jam Tangan.

4. Baterai Silver Oxide

Baterai Silver Oxide merupakan jenis baterai yang tergolong mahal dalam harganya. Hal ini dikarenakan tingginya harga Perak (Silver).. Baterai jenis Silver Oxide ini sering dibuat dalam bentuk Baterai Koin (Coin Battery) / Baterai Kancing (Button Cell). Baterai jenis Silver Oxide ini sering dipergunakan pada Jam Tangan, Kalkulator maupun aplikasi militer.



Gambar 2.4 Baterai Primer

(Sumber : www.teknikelektronika.com 2020)

b. Baterai Sekunder

Baterai sekunder adalah baterai yang dapat dipergunakan berkali-kali dengan melakukan pengisian muatan listrik kembali (*rechargeable*).

Baterai sekunder ini mempunyai beberapa jenis antara lain

1. Baterai Ni-Cd (Nickel-Cadmium)
2. Baterai Ni-MH (Nickel-Metal Hydride)
3. Baterai Li-Ion (Lithium-Ion)

Baterai jenis Li-Ion (Lithium-Ion) merupakan jenis Baterai yang paling banyak digunakan pada peralatan Elektronika portabel seperti Digital Kamera, Handphone.



Gambar 2.5 Baterai Sekunder

(Sumber : www.teknikelektronika.com 2020)

4. Baterai Asam Timbal (Lead Acid)

Baterai asam timbal banyak digunakan untuk aplikasi otomotif, sehingga dinamakan juga sebagai baterai SLI (Starting, Lightning and Ignition).

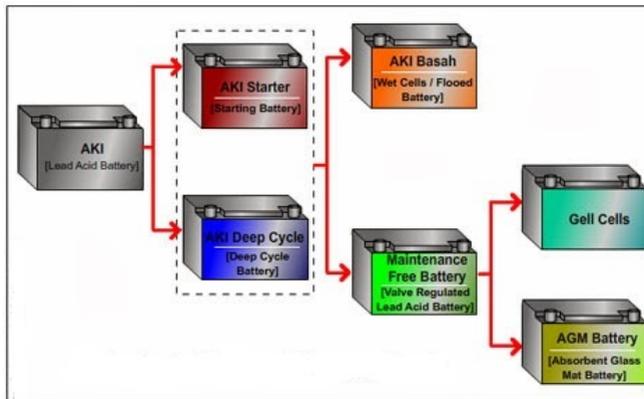
Keunggulan :

1. Kuat
2. Murah & mudah dicari
3. Handal
4. toleran terhadap kelebihan pengisian
5. impedansi internal yang rendah

kekurangan :

1. Berat
2. Efisiensi rendah sekitar 70%
3. Berbahaya jika terjadi overheat saat pengisian
4. Siklus penggunaan rendah sekitar 300 – 500 siklus
5. Materialnya dikategorikan limbah B3 dan berbahaya bagi lingkungan

Akan tetapi teknologi baterai lead acid sudah sangat berkembang sehingga dibedakan menjadi beberapa yang ditunjukkan pada gambar 2.6 dibawah ini



Gambar 2.6 kategori Lead Acid Baterai
(Sumber : <http://sanfordlegenda.blogspot.com> 2020)

Secara umum ada dua jenis aki (Lead Acid Battery), yaitu:

1. Starting Battery.

Merupakan jenis aki yang dirancang mampu menghasilkan energi (arus listrik) yang tinggi dalam waktu singkat sehingga dapat

menyalakan mesin seperti mesin kendaraan. Konstruksinya menggunakan banyak pelat tipis secara paralel agar resistansinya rendah dengan permukaan yang lebih luas agar dapat melepas arus listrik yang tinggi saat dibutuhkan.

2. Deep Cycle Battery.

Kebalikan dari jenis Starting Battery, Deep Cycle Battery dirancang untuk menghasilkan energi (arus listrik) yang stabil (tidak sebesar Starting Battery) namun dalam waktu yang lama. Aki jenis ini tahan terhadap siklus pengisian - pengosongan aki yang berulang-ulang (Deep Cycle) karenanya konstruksinya menggunakan pelat yang lebih tebal.

Terlepas dari dua jenis aki di atas, aki juga digolongkan sebagai:

1. Flooded Lead Acid Battery (FLA).

Jenis ini disebut juga Wet Cell atau Flooded Battery. Di pasaran, aki ini dikenal dengan aki basah. Maksudnya sel-sel di dalam aki harus terendam cairan elektrolit dan jika level cairannya kurang harus ditambah. Ciri-cirinya setiap sel ada katup untuk pengisian cairan elektrolitnya. Jenis ini paling banyak di sekitar kita.

2. Valve-Regulated Lead Acid Battery (VRLA).

Jenis ini sering juga disebut Sealed Lead Acid battery atau Sealed Maintenance Free battery. Secara fisik aki jenis ini terlindung / tertutup rapat, yang nampak dari luar hanya terminal (+) positif dan (-) negatif. Didesain agar cairan elektrolit tidak berkurang karena bocor atau penguapan. Aki jenis ini memiliki katup ventilasi yang hanya terbuka pada tekanan yang ekstrem untuk pembuangan gas hasil reaksi kimianya. Tidak ada katup untuk isi ulang cairan elektrolitnya, karenanya dikenal dengan aki bebas perawatan (Maintenance Free Battery). Gambar baterai VRLA ditunjukkan pada gambar 2.7 dibawah ini



Gambar 2.7 Baterai VRLA

(Sumber : Data Sheet baterai VRLA Panasonic 2020)

Aki VRLA dibagi menjadi 2 jenis berdasarkan konstruksi internalnya, yaitu:

1. Gel Cells.

Aki jenis ini, cairan elektrolitnya dicampur dengan pasir silika sehingga menjadi kental seperti jelly (agar-agar atau puding). Kemudian jelly ini berfungsi seperti halnya cairan elektrolit. Aki jenis ini sebaiknya jangan digunakan pada perangkat yang membutuhkan suplai arus listrik yang tinggi (discharging) atau di cas dengan arus yang tinggi pula (charging). Kalau tidak jelly-nya akan cepat robek atau rusak sehingga aki tidak dapat digunakan lagi.

2. Absorbent Glass Mat Battery (AGM).

Aki jenis ini memiliki separator (pemisah) yang terdiri dari fiberglass yang diletakkan di antara pelat-pelat selnya yang bertujuan menyerap cairan elektrolit agar tersimpan di pori-pori fiberglass. Fungsi fiberglass ini mirip seperti handuk yang menyerap air ketika salah satu ujung handuknya dicelupkan ke dalam ember yang berisi air.

Diantara kelebihan AGM battery adalah:

- a) Hampir semua aki AGM sistem pengisian sama seperti pengisian aki pada umumnya. Tidak memerlukan syarat-syarat dan alat pengisian (charger) yang khusus.
- b) Dapat disimpan untuk waktu yang lama tanpa harus dicas ulang karena self-discharge nya sangat rendah (1% - 3% per bulan). (Self-discharge = penurunan kapasitas / tegangan aki pada kondisi tanpa beban karena adanya resistansi internal).
- c) Karena resistansi internal-nya sangat rendah, aki tidak akan kepanasan walau digunakan pada beban yang membutuhkan arus yang besar atau saat di-cas ulang dengan arus listrik yang tinggi.
- d) Bebas perawatan, anti penguapan, anti bocor dan tetap beroperasi walaupun dalam cuaca sangat dingin, bahkan walau casing akinya retak atau pecah akan tetap beroperasi dengan baik.

Sedangkan kekurangannya, sejauh ini harganya yang (masih) mahal.

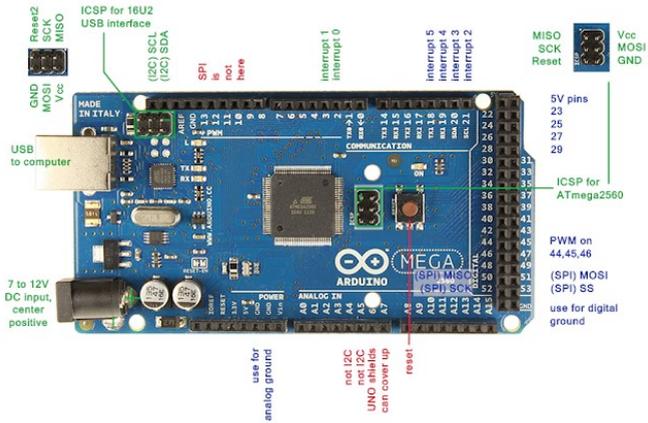
2.3 Arduino

Arduino adalah platform pembuatan prototype elektronik yang bersifat *open source hard ware* yang berdasarkan pada perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah digunakan. Arduino ditujukan bagi para desainer teknologi, pelajar mahasiswa dan siapa pun yang tertarik dalam menciptakan peralatan yang interkatif. Arduino pada awalnya dikembangkan di Ivrea, Italia. Nama Arduino adalah sebuah nama maskulin

yang berarti teman yang kuat. Platform arduino terdiri dari arduino board, shield, bahasa pemrograman arduino, dan arduino *development environment*.

2.3.1 Arduino MEGA 2560

Arduino Mega2560 adalah versi terbaru yang menggantikan versi Arduino Mega. Untuk mengetahui komponen Arduino Mega 2560 dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 2.8 Arduino MEGA 2560
(sumber: <http://arduino.cc> 2020)

Spesifikasi

Mikrokontroler	<u>ATmega2560</u>
Tegangan Operasional	5V
Tegangan Input (rekomenasi)	7-12V
Tegangan Input (limit)	6-20V
Pin Digital I/O	54 (of which 15 provide PWM output)
Pin Analog Input	16
Arus DC per Pin I/O	20 mA
Arus DC untuk Pin 3.3 V	50 mA
Memori Flash	256 KB of which 8 KB used by bootloader

SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Panjang	101.52 mm
Lebar	53.3 mm
Berat	37 g

Arduino Mega 2560 berbeda dari papan sebelumnya, karena versi terbaru sudah tidak menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial. Tapi, menggunakan chip ATmega16U2 (ATmega8U2 pada papan Revisi 1 dan Revisi 2) yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial. Arduino Mega2560 Revisi 2 memiliki resistor penarik jalur HWB 8U2 ke Ground, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU. Arduino Mega 2560 Revisi 3 memiliki fitur-fitur baru berikut:

- a. 1.0 pinout : Ditambahkan pin SDA dan pin SCL yang dekat dengan pin AREF dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat dengan pin RESET, IOREF memungkinkan shield untuk beradaptasi dengan tegangan yang tersedia pada papan. Di masa depan, shield akan kompatibel baik dengan papan yang menggunakan AVR yang beroperasi dengan 5 Volt dan dengan Arduino Due yang beroperasi dengan tegangan 3.3 Volt. Dan ada dua pin yang tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan masa depan.
- b. Sirkuit RESET.
- c. Chip ATmega16U2 menggantikan chip ATmega8U2.

Arduino Mega dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Papan Arduino ATmega 2560 dapat beroperasi dengan pasokan daya eksternal 6 Volt sampai 20 volt. Jika diberi tegangan kurang dari 7 Volt, maka, pin 5 Volt mungkin akan menghasilkan tegangan kurang dari 5 Volt dan ini akan membuat papan menjadi tidak stabil. Jika sumber tegangan menggunakan lebih dari 12 Volt, regulator tegangan akan mengalami panas berlebihan dan bisa merusak papan. Rentang sumber tegangan yang dianjurkan adalah 7 Volt sampai 12 Volt. Pin tegangan yang tersedia pada papan Arduino adalah sebagai berikut:

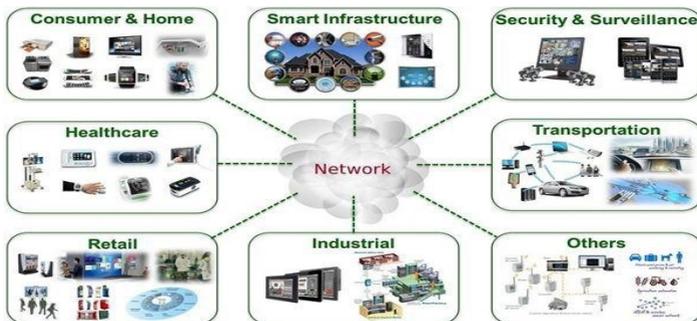
- a. V_{IN} : Adalah input tegangan untuk papan Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai 'saingan' tegangan 5 Volt dari koneksi USB atau sumber daya ter-regulator lainnya). Anda dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika memasok

tegangan untuk papan melalui jack power, kita bisa mengakses/mengambil tegangan melalui pin ini.

- b. 5V : Sebuah pin yang mengeluarkan tegangan ter-regulator 5 Volt, dari pin ini tegangan sudah diatur (ter-regulator) dari regulator yang tersedia (built-in) pada papan. Arduino dapat diaktifkan dengan sumber daya baik berasal dari jack power DC (7-12 Volt), konektor USB (5 Volt), atau pin VIN pada board (7-12 Volt). Memberikan tegangan melalui pin 5V atau 3.3V secara langsung tanpa melewati regulator dapat merusak papan Arduino.
- c. 3V3 : Sebuah pin yang menghasilkan tegangan 3,3 Volt. Tegangan ini dihasilkan oleh regulator yang terdapat pada papan (on-board). Arus maksimum yang dihasilkan adalah 50 mA.
- d. GND : Pin Ground atau Massa.
- e. IOREF : Pin ini pada papan Arduino berfungsi untuk memberikan referensi tegangan yang beroperasi pada mikrokontroler. Sebuah perisai (shield) dikonfigurasi dengan benar untuk 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.

2.4 Internet Of Things

"Internet of Things (IOT) adalah jaringan benda-benda fisik atau "things" yang tertanam (embedded) dengan elektronik, perangkat lunak, sensor dan konektivitas untuk memungkinkannya untuk mencapai nilai yang lebih besar dan layanan dengan bertukar data dengan produsen, operator dan / atau perangkat lain yang terhubung.

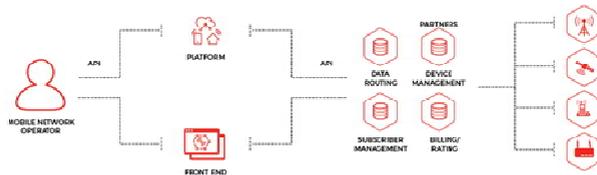


Gambar 2.9 Jaringan IOT
(sumber: ilmukomputer.com 2007)

2.4.1 Cara Kerja IoT

Cara kerja IoT yaitu dengan memanfaatkan sebuah instruksi pemrograman yang dimana tiap-tiap perintah argumennya itu dapat menghasilkan sebuah interaksi antara sesama perangkat yang saling terhubung satu sama lainnya secara otomatis tanpa campur tangan manusia. Ilustrasi prinsip kerja IoT dapat dilihat pada gambar 2.7 dibawah ini.

Bahkan dalam jarak yang jauh sekalipun, internet dapat menjadi penghubung diantara kedua interaksi perangkat tersebut. Sementara manusia hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung. Pada gambar 2.9 ini adalah skema IoT secara garis besar.



Gambar 2.10 Prinsip Kerja IoT
(sumber: *cloudwards.net*. 2018)

Selain itu terdapat beberapa prinsip dasar yang menopang IoT, yaitu:

1. *Big Analog Data*

Big Analog Data bisa didapatkan dari berbagai macam sumber yang sifat alami seperti cahaya, sinyal radio, getaran, suhu dan sebagainya, serta bisa dihasilkan oleh peralatan mekanis atau elektronik.

Big Analog Data adalah tipe *Big Data* yang terbesar dan tercepat jika dibandingkan dengan tipe-tipe *Big Data* lainnya. Sehingga, dalam banyak hal, *big data analog* perlu diperlakukan secara khusus.

2. *Perpetual Connectivity*

Perpetual Connectivity merupakan konektivitas yang terus-menerus menghubungkan perangkat ke internet. IoT yang selalu terhubung dan aktif dapat memberikan tiga manfaat utama seperti:

- a) Monitor:
 - b) Maintain:
 - c) Motivate:
3. *Real Time*

Definisi *real time* untuk IoT berbeda dari definisi *real time* pada umumnya. *Real time* sebenarnya dimulai dari sensor atau saat diperoleh. *Real time* untuk IoT tidak dimulai ketika data mengenai *switch* jaringan atau sistem computer.

4. *Spectrum of Insight*

“*Spectrum of Insight*” berasal dari data IoT yang berkaitan dengan posisinya dalam lima fase *data flow* yaitu *real time, in motion* (bergerak), *early life, at rest* (saat istirahat), dan arsip.

Masih berhubungan dengan poin tentang *real time* pada IoT, *real time* diperlukan untuk menentukan respon langsung dari sistem control. Di ujung lain dari spectrum, data yang diarsipkan di pusat data atau *cloud* dapat diambil untuk analisis komparatif terhadap data yang lebih baru.

5. *Immediacy Versus Depth*

Dengan berbekal komputer dan solusi IoT di era digital ini, akan ada pertukaran antara kecepatan dan kedalaman yang didapatkan. Yang berarti seseorang bisa langsung mendapatkan “*Time to Insight*” pada analitik yang belum sempurna seperti perbandingan suhu atau transformasi Fourier cepat untuk menentukan apakah memutar roda pada trem akan menyebabkan kecelakaan.

2.4.2 Manfaat IoT

Adapun beberapa manfaat IoT yang dapat dirasakan oleh kehidupan manusia, di bawah ini adalah tiga manfaat utama yang didapatkan langsung oleh IoT:

- a) Konektivitas
- b) Efisiensi
- c) Kemudahan

2.4.3 Platform IOT

Platform IOT yang dipakai pada proyek skripsi ini adalah dengan menggunakan Blynk. Blynk adalah platform untuk aplikasi OS Mobile (iOS dan Android) yang bertujuan untuk kendali module *Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, WEMOS D1*, dan module sejenisnya melalui Internet.

2.5 Android

Android adalah sistem operasi yang dirancang oleh Google dengan basis kernel Linux untuk mendukung kinerja perangkat elektronik layar sentuh, seperti tablet atau *smartphone*. Jadi, android digunakan dengan sentuhan, gesekan ataupun ketukan pada layar *gadget*.

Android bersifat open source atau bebas digunakan, dimodifikasi, diperbaiki dan didistribusikan oleh para pembuat ataupun pengembang perangkat lunak. Dengan sifat open source perusahaan teknologi bebas menggunakan OS ini dipergatnya tanpa lisensi alias *gratis*.

2.5.1 Sejarah Android

Android adalah sebuah sistem operasi untuk perangkat mobile yang mencakup sistem operasi, middlewaredan aplikasi. Android menyediakan platform terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka. Awalnya, *Google Inc.* membeli *Android Inc.* yang merupakan pendatang baru pembuat perangkat lunak untuk ponsel / *smartphone* dengan membentuk *Open Handset Alliance* (OHA). Pada saat perilis perdana *Android*, 5 November 2007, *Android* bersama OHA menyatakan mendukung pengembangan open source pada perangkat mobile.

Android sebagai “platform mobile pertama yang Lengkap, Terbuka, dan Bebas” maksudnya :

- a) Lengkap (Complete Platform)
- b) Terbuka (Open Source Platform)
- c) Bebas (Free Platform)

Dari masa kemasa perkembangan Android sudah semakin canggih dalam setiap fitur-fiturnya. Berikut ini adalah versi-versi Android, mulai dari yang pertama kali diluncurkan hingga versi terbaru yang akan dimunculkan. Beberapa perkembangan android ditunjukkan pada gambar 2.12 dibawah ini.



Gambar 2.11 Perkembangan OS Android
(sumber: bilik-android.com. 2017)

2.5.2 Kelebihan dan Kekurangan Android

Selain difavoritkan banyak pengguna *smartphone*, adapun beberapa kelebihan dan kekurangan dari Android, diantaranya:

Kelebihan Android

- a) Merupakan Sistem Operasi *Open Source*
- b) Harganya Beragam
- c) Memiliki Banyak Dukungan Aplikasi
- d) Mudah dimodifikasi

Kekurangan Android

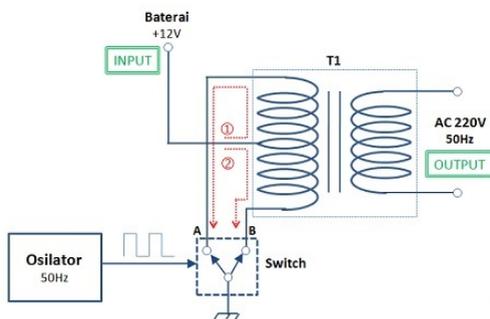
- a) Kerja sistemnya cukup berat
- b) Hasil modifikasi sering menyebabkan sistem bekerja tidak stabil dan kurang optimal.
- c) Kurang responsif jika dibandingkan dengan spesifikasi hardware yang tidak baik

2.6 Power Inverter

Power Inverter atau biasanya disebut dengan Inverter adalah suatu rangkaian atau perangkat elektronika yang dapat mengubah arus listrik searah (DC) ke arus listrik bolak-balik (AC) pada tegangan dan frekuensi yang dibutuhkan sesuai dengan perancangan rangkaiannya. Sumber-sumber arus listrik searah atau arus DC yang merupakan Input dari *Power Inverter* tersebut dapat berupa Baterai, Aki maupun Sel Surya (*Solar Cell*). Bentuk-bentuk Gelombang yang dapat dihasilkan oleh Power Inverter diantaranya adalah gelombang persegi (*square wave*), gelombang sinus (*sine wave*), gelombang sinus yang dimodifikasi (*modified sine wave*) dan gelombang modulasi pulsa lebar (*pulse width modulated wave*) tergantung pada desain rangkaian inverter yang bersangkutan. Namun pada saat ini, bentuk-bentuk gelombang yang paling banyak digunakan adalah bentuk gelombang sinus (*sine wave*) dan gelombang sinus yang dimodifikasi (*modified sine wave*). Sedangkan Frekuensi arus listrik yang dihasilkan pada umumnya adalah sekitar 50Hz atau 60Hz dengan Tegangan Output sekitar 120V atau 240V.

2.6.1 Prinsip Kerja Inverter

Power Inverter yang dapat mengubah arus listrik DC ke arus listrik AC ini hanya terdiri dari rangkaian Osilator, rangkaian Saklar (Switch) dan sebuah Transformator (trafo) CT seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.13 dibawah ini.



Gambar 2.12 Prinsip Kerja Inverter
(Sumber : <https://teknikelektronika.com> 2020)

Sumber daya yang berupa arus listrik DC dengan tegangan rendah (contoh 12V) diberikan ke Center Tap (CT) Sekunder Transformator sedangkan dua ujung Transformator lainnya (titik A dan titik B) dihubungkan melalui saklar (switch) dua arah ke ground rangkaian. Jika saklar terhubung pada titik A akan menyebabkan arus listrik jalur 1 mengalir dari terminal positif baterai ke Center Tap Primer Transformator yang kemudian mengalir ke titik A Transformator hingga ke ground melalui saklar. Pada saat saklar dipindahkan dari titik A ke titik B, arus listrik yang mengalir pada jalur 1 akan berhenti dan arus listrik jalur 2 akan mulai mengalir dari terminal positif baterai ke Center Tap Primer Transformator hingga ke ground melalui Saklar titik B. Titik A, B dan Jalur 1, 2 dapat dilihat pada gambar 2.14 diatas.

Peralihan ON dan OFF atau A dan B pada Saklar (Switch) ini dikendalikan oleh sebuah rangkaian Osilator yang berfungsi sebagai pembangkit frekuensi 50Hz yaitu mengalihkan arus listrik dari titik A ke titik B dan titik B ke titik A dengan kecepatan 50 kali per detik. Dengan demikian, arus listrik DC yang mengalir di jalur 1 dan jalur 2 juga bergantian sebanyak 50 kali per detik juga sehingga ekuivalen dengan arus listrik AC yang berfrekuensi 50Hz. Sedangkan komponen utama yang digunakan sebagai Switch di rangkaian Switch Inverter tersebut pada umumnya adalah MOSFET ataupun Transistor.

Sekunder Transformator akan menghasilkan Output yang berupa tegangan yang lebih tinggi (contohnya 120V atau 240V) tergantung pada jumlah lilitan pada kumparan sekunder Transformator atau rasio lilitan antara Primer dan Sekunder Transformator yang digunakan pada Inverter tersebut.

2.6.2 Perbedaan Antara Grid Tie Inverter Dan Off Grid Inverter

Ada 3 macam jenis inverter, yaitu Off grid tie inverter dimana merupakan inverter biasa yang tidak dapat tersambung sinkron dengan jaringan listrik PLN. Kemudian grid tie inverter merupakan inverter yang dapat tersambung dengan jaringan PLN. Sedangkan Hybrid Off Grid Inverters (HOG) juga dikenal sebagai Grid Tie Inverters dengan cadangan baterai hanyalah kombinasi dari GTI dan Off-Grid Inverters. Berikut table 2.1 perbedaan antara 3 jenis inverter tersebut dibawah ini

Tabel 2.1 Tabel Jenis Inverter

Keterangan	Grid Tie Inverter	Off Grid Inverter	Hibrid Off Grid Inverter
Arus AC grid mensuplai inverter	iya	tidak	iya
Arus AC inverter mensuplai grid	tidak	iya	iya
sinkronisasi jaringan	iya	tidak	iya
Dimatikan saat grid mati	iya	tidak	tidak
Islanding power protection	iya	tidak	iya
Mensuplai power listrik saat jaringan PLN Off	tidak	iya	tidak
Sambungan langsung dengan stop kontak	iya	tidak	iya (saat arus ac masuk)
Eksport energy listrik ke grid	iya	tidak	tidak (hanya saat surplus)
Perlindungan kelebihan beban	tidak	iya	iya
Harga inverter	mahal	murah	sangat mahal

(Sumber : <http://teknikelektronika.com> 2020)

2.7 Solar Charge Controller

Diambil dari <http://www.panelsurya.com> ,Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Solar charge controller mengatur overcharging (kelebihan pengisian - karena batere sudah 'penuh') dan kelebihan voltase dari panel surya / solar cell. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai.

Panel surya / solar cell 12 Volt umumnya memiliki tegangan output 16 - 21 Volt. Jadi tanpa solar charge controller, baterai akan rusak oleh over-

charging dan ketidakstabilan tegangan. Baterai umumnya di-charge pada tegangan 14 - 14.7 Volt. Beberapa fungsi detail dari solar charge controller adalah sebagai berikut:

- a) Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari overcharging, dan overvoltage.
- b) Mengatur arus yang dibebaskan/ diambil dari baterai agar baterai tidak 'full discharge', dan overloading.
- c) Monitoring temperatur baterai

Untuk membeli solar charge controller yang harus diperhatikan adalah:

- a) Voltage 12 Volt DC / 24 Volt DC
- b) Kemampuan (dalam arus searah) dari controller. Misalnya 5 Ampere, 10 Ampere, dsb.
- c) Full charge dan low voltage cut

Seperti yang telah disebutkan di atas solar charge controller yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Bila baterai sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari panel surya / solar cell berhenti. Cara deteksi adalah melalui monitor level tegangan batere.

2.7.1 Teknologi Solar Charge Controller

Ada dua jenis teknologi yang umum digunakan oleh solar charge controller:

- a) PWM (Pulse Wide Modulation), seperti namanya menggunakan 'lebar' pulse dari on dan off elektrik, sehingga menciptakan seakan-akan sine wave electrical form.
- b) MPPT (Maximun Power Point Tracker), yang lebih efisien konversi DC to DC (Direct Current). MPPT dapat mengambil maximum daya dari PV. MPPT charge controller dapat menyimpan kelebihan daya yang tidak digunakan oleh beban ke dalam baterai, dan apabila daya yang dibutuhkan beban lebih besar dari daya yang dihasilkan oleh PV, maka daya dapat diambil dari baterai. Teknologi yang sudah jarang digunakan, tetapi sangat murah, adalah Tipe 1 atau 2 Stage Control, dengan relay ataupun transistor.

Fungsi relay adalah meng-short ataupun men-disconnect baterai dari panel surya / solar cell.



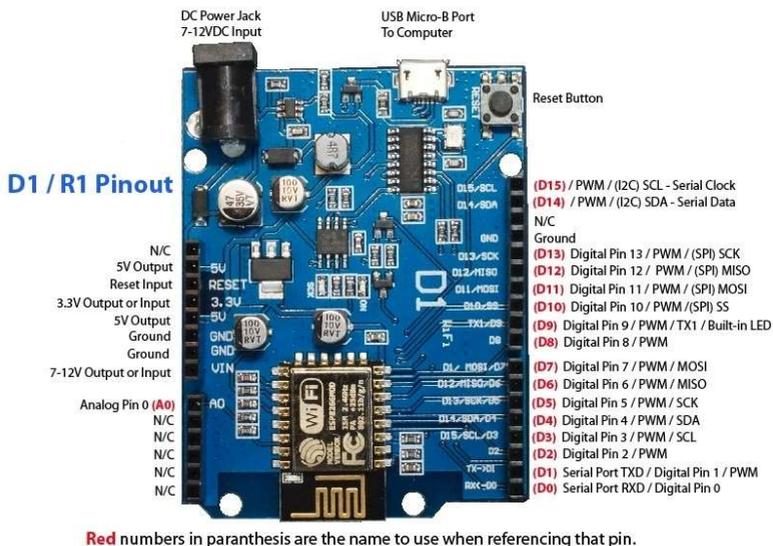
Gambar 2.13 Solar Charge Controller jenis Pulse with Modulation (PWM)
(Sumber : Icasolar.com 2018)

2.8 WEMOS D1

Wemos adalah salah satu arduino shield yang dikembangkan melalui ESP8266. Memiliki bentuk yang serupa dengan arduino uno akan tetapi lebih unggul karena memakai inti Wemos D1 adalah ESP8266XX yang memiliki prosesor 32 bit. Bandingkan dengan Arduino UNO, yang berintikan AVR 8 bit. Sebagaimana board berbasis ESP8266, wemos D1 memiliki spesifikasi yang sama yaitu

1. Microcontroller: ESP-8266 32-bit
2. Clock Speed: 80MHz and up to 160MHz
3. USB Converter: CH340G
4. Operating Voltage: 3.3V
5. Flash Memory: 4MB
6. Digital I/O: 11
7. Analog Inputs: 1
8. Communications: I2C, Serial, SPI
9. WiFi: Built-in

Untuk menggunakan *board* ini, pada prinsipnya sama dengan menggunakan board lain yang berbasis ESP8266. Anda bisa menggunakan firmware NodeMCU, dan memprogramnya menggunakan Lua. atau bisa juga kita membuat firmware sendiri menggunakan Arduino IDE. Wemos D1 sudah dilengkapi dengan ic usb to serial CHG340 Berikut adalah konstruksi dari Wemos D1



Gambar 2.14 Konfigurasi Wemos D1

2.9 ACS 712

ACS712 30A DC / AC HALL CURRENT SENSOR adalah modul sensor pengukur arus listrik menggunakan prinsip hall sensor. Modul ini menggunakan chip ACS712-30 yang dapat mengukur arus AC/DC sampai maksimal 30 Ampere. Digunakan untuk pengukuran beban dan pengendalian. Dilengkapi dengan proteksi over current

Spesifikasi :

1. Supply Voltage: 4.5V~5.5V DC
2. Measure Current Range: -30A~ 30A
3. Sensitivity: 66mV/A
4. PCB board size: 31mm x 13mm



Gambar 2.15 ACS 712

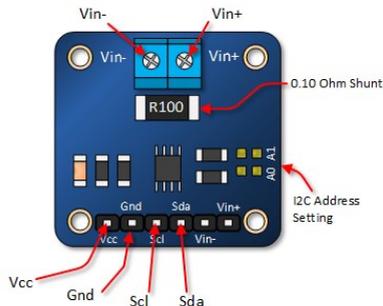
2.10 INA 219

INA219 merupakan modul elektronik sensor yang keren yang tidak hanya memungkinkan kita untuk mengukur arus, tetapi juga tegangan. Dengan sedikit rumus perkalian, kita bahkan dapat mengukur Power / Daya.

Dalam hal tegangan, INA219 dapat mengukur hingga 26 Volt DC Pada +/- 3.2A, rentang pengukuran saat ini cocok untuk sebagian besar pengukuran yang lebih kecil. Dengan kata lain, Anda dapat mengukur daya lebih dari 75 watt.

Modul Pin Out

Gambar dan tabel di bawah merinci beberapa fitur modul, termasuk pin out.



Gambar 2.16 INA 219

2.11 Buck Converter LM2596

Modul konverter DC ke DC (DC-DC Converter) ini menggunakan IC LM2596S yang merupakan Integrated Circuit (IC) untuk mengubah tingkatan tegangan (voltage level) arus searah / Direct Current (DC) menjadi lebih rendah dibanding tegangan masukannya. Tegangan masukan (input voltage) dapat dialiri tegangan berapa pun antara 3 Volt hingga 40 Volt DC, yang akan diubah menjadi tegangan yang lebih rendah di antara 1,5 Volt hingga 35 Volt DC. Besar arus berkelanjutan (continuous current) yang dapat ditangani modul elektronika ini sebesar 1,5A dengan arus puncak / momentary peak current 3A (catatan: 3A hanya untuk waktu yang sangat singkat, nilai 3A ini jangan dijadikan acuan).



Gambar 2.17 Buck Converter LM2596

2.12 Ikan Nila



Gambar 2.18 Ikan Nila
(Sumber :<http://Wikipedia.com> 2020)

Ikan nila adalah sejenis ikan konsumsi air tawar. Ikan ini diintroduksi dari Afrika, tepatnya Afrika bagian timur, pada tahun 1969, dan kini menjadi ikan peliharaan yang populer di kolam-kolam air tawar di Indonesia sekaligus hama di setiap sungai dan danau Indonesia. Nama ilmiahnya adalah *Oreochromis niloticus*, dan dalam bahasa Inggris dikenal sebagai *Nile Tilapia*.

Ikan peliharaan yang berukuran sedang, panjang total (moncong hingga ujung ekor) mencapai sekitar 30 cm dan kadang ada yang lebih dan ada yang kurang dari itu. Sirip punggung (*pinnae dorsalis*) dengan 16-17 duri (tajam) dan 11-15 jari-jari (duri lunak); dan sirip dubur (*pinnae analis*) dengan 3 duri dan 8-11 jari-jari.

Tubuh berwarna kehitaman atau keabuan, dengan beberapa pita gelap melintang (belang) yang makin mengabur pada ikan dewasa. Ekor *bergaris-garis tegak*, 7-12 buah. Tenggorokan, sirip dada, sirip perut, sirip ekor dan ujung sirip punggung dengan warna merah atau kemerahan (atau

kekuningan) ketika musim berbiak.ada garis linea literalis pada bagian truncus fungsinya adalah untuk alat keseimbangan ikan pada saat berenang

2.12.1 Pemeliharaan

Pada jurnal Pemeliharaan Ikan Nila Dengan Padat Tebar Berbeda Pada Budidaya Sistem Akuaponik (Zalukhu et al., 2018) Karya Juardi Zalukhu1, Mirna Fitriani1, Ade Dwi Sasanti Fakultas Pertanian Unsri. Pada jurnal ini membahas tentang pemeliharaan ikan nila dengan pola tebar padat dengan klasifikasi sebagai berikut

Tabel 2.2 Tabel Tebar Ikan Nila Pada Kolam

Perlakuan	Padat Tebar (ekor/m ³)
P1	100
P2	150
P3	200
P4	250

Dengan menggunakan pola tebar padat seperti ini maka harus memperhatikan beberapa parameter yang menentukan kualitas air, di antaranya:

1.) Suhu

Suhu juga memengaruhi oksigen terlarut dalam perairan. Suhu optimal untuk hidup ikan nila pada kisaran 14-38 °C. Secara alami ikan ini dapat memijah pada suhu 22-37 °C namun suhu yang baik untuk perkembangbiakannya berkisar antara 25-30 °C.

2.) pH

Nilai pH yang ditoleransi ikan nila berkisar antara 5 hingga 11, tetapi pertumbuhan dan perkembangannya yang optimal adalah pada kisaran pH 7–8 .

3.) Amonia

Amonia merupakan bentuk utama ekskresinitrogen dari organisme akuatik. Sumber utama amonia (NH₃) adalah bahan organik dalam bentuk sisa pakan, kotoran ikan maupun dalam bentuk plankton dari bahan organik tersuspensi.

4.) Oksigen terlarut

Oksigen terlarut diperlukan untuk respirasi, proses pembakaran makanan, aktivitas berenang, pertumbuhan, reproduksi dan lain-lain. Kadar oksigen terlarut yang optimal bagi pertumbuhan ikan nila adalah lebih dari 5 mg/l.

Untuk menentukan kebutuhan aerator pada sebuah kolam ditentukan berdasarkan hal berikut :

1. Sistem Pemeliharaan

Pada sistem pemeliharaan bioflok, membutuhkan aerasi sebesar 90%. Oleh karenanya menjadi hal utama untuk menghasilkan kualitas air kolam yang baik. Disisi lain faktor kebutuhan oksigen pada sistem bioflok cenderung sangat dominan karena dibutuhkan juga oleh bakteri untuk berkembang biak sehingga cukup untuk mengubah ammonia menjadi flok yang digunakan untuk makanan ikan.

Pada sistem bioflok aerator selain untuk memberikan supplay oksigen juga diperlukan untuk mengaduk air sehingga mengurangi resiko adanya dead zone akibat akumulasi zat-zat yang berbahaya.

2. Volume air kolam

Pada kolam diameter 2 jumlah titik 5 atau 6 titik aerasi. Kekuatan aerator minimal 40 liter/menit. Pada kolam diameter 3 jumlah titik aerasi ideal minimal 8 atau 9. Dengan kapasitas kekuatan aerator yang dibutuhkan minimal 60 liter/menit. Pada kolam diameter 4 Pada kolam diameter 3 jumlah titik aerasi ideal minimal 9 atau 12. Dengan kapasitas kekuatan aerator yang dibutuhkan minimal 80-100 liter/menit.

3. Jumlah tebar ikan

Semakin banyak jumlah tebar ikan maka semakin banyak jumlah kotoran ikan dalam sistem bioflok. Pada kolam tebar padat baik kolam beton maupun kolam terpal. Tebar padat adalah sekitar 60 ekor / m³ dengan sistem resirkulasi. Pada sistem bioflok kolam bulat kepadatan ikan adalah 100-150 ekor / m³. Pada kolam bulat diameter 4 pada tebar 150 ekor / m³ total 1500 ekor.

Faktor-faktor yang dapat mengurangi kekuatan mesin aerasi, yaitu :

1. Jarak ideal mesin aerator dengan kolam
2. Panjang selang aerasi
3. Batu aerasi
4. Sambungan dan sistem instalasi yang rumit

(Halaman ini sengaja dikosongkan)