BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 ALAT DAN BAHAN

Untuk membuat sistem yang diinginkan maka diperlukan beberapa alat dan bahan sebagai berikut :

3.1.1 Arduino Uno R3

Gambar 3.1 *Board* Arduino Uno [38].

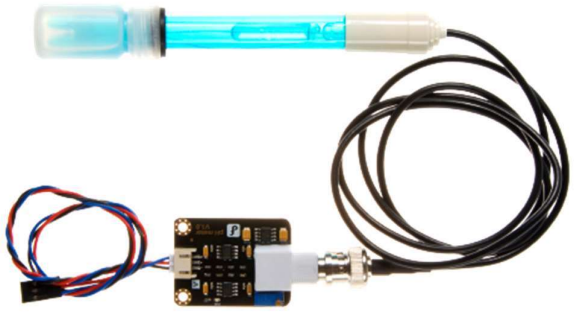
Arduino adalah sebuah perangkat elektronik *open-source* berupa *hardware* dan *software* yang memiliki mikrokontroler dan dapat diprogram [39]. Mikrokontroler yang digunakan pada Arduino Uno adalah berbasis ATmega328. Memiliki 14 *pin input* dari *output* digital dimana 6 *pin input* tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 *pin input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, ICSP (*In Circuit Serial Programming*) *header*, dan tombol *reset*. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan *Board* Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB dan pada sisi Arduino berupa port ICSP. ICSP digunakan sebagai media transfer program Arduino dari komputer. Sedangkan untuk menyalakan Arduino juga bisa dengan menggunakan *Adaptor* AC ke DC melalui *jack power* atau baterai melalui pin Vin pada Arduino.

Tabel 3.1 Spesifikasi Arduino Uno.

No	Nama	Spesifikasi
1.	Mikrokontroler	Atmega328p
2.	Tegangan operasi	5 volt
3.	Tegangan Rekomendasi	7-12 volt DC
4.	Batasan tegangan	6-20 volt DC
5.	Pin *input*/*output* digital	14
6.	Pin *input* Analog	6
7.	Arus pin digital	40 mA
8.	Arus pin analog	50 mA
9.	*Flash memory*	2 kB
10.	SRAM	1 kB
11.	*Clock Speed*	16 MHz

Arduino dengan tipe Uno berbeda dengan semua *board* sebelumnya dalam hal koneksi USB-*to-serial* yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-*to-serial* berbeda dengan *board* sebelumnya yang menggunakan *chip* FTDI *driver* USB-*to-serial*. Nama "Uno" berarti satu dalam bahasa Italia, untuk menandai peluncuran Arduino versi 1.0. "Uno" dan versi 1.0 akan menjadi versi referensi dari pengembangan Arduino [38].

3.1.2 Sensor pH DFRobot (SKU:SEN0161)



Gambar 3.2 Sensor PH Meter V.1 DFRobot (SKU:SEN0161) [20].

Sensor DFRobot pH Meter V.1 merupakan modul yang digunakan untuk mengukur dan menghitung tingkat keasaman (pH) air, dimana *output* yang dihasilkan oleh sensor berupa sinyal analog yaitu tegangan dalam satuan Milivolt (mV). Maka untuk mengubah nilai analog agar dapat dibaca harus dilakukan

perhitungan ke dalam rumus pada program Arduino sebagai pengonversi nlai ADC ke tegangan (Volt). Berikut adalah gambar dan spesifikasi dari Sensor DFRobot PH Meter V.1 (SKU:SEN0161):

Tabel 3.2 Spesifikasi Modul Sensor PH V.1 DFRobot (SKU:SEN0161).

No.	Nama	Spesifikasi
1.	Tegangan Input	+5 Volt DC
2.	Dimensi	43 x 32 mm
3.	Rentang Pengukuran	0 – 14 PH
4.	Suhu Pengukuran	0 – 60ºC
5.	Akurasi	0,1 pH (25ºC)
6.	Waktu Respon	≤ 1 menit
7.	Konektor	BNC
8	Panjang Kabel dari Sensor ke BNC	660 mm
9.	*Gain Adjustment Potentiometer*	-

Sensor pH meter dilengkapi dengan modul dan probe sensor. Modul ini beroperasi dengan tegangan 5 VDC dengan *range output* tegangan analog sebesar 0 – 3V. Pengukuran pH dapat dilakukan dengan baik selama suhu air berada pada rentang 0 – 60ºC. Suhu air yang paling baik untuk melakukan pengukuran adalah 25ºC agar menghasilkan akurasi 0,1 pH. Modul memiliki konektor jenis BNC untuk mengubungkannya ke probe sensor dengan Panjang kabel 660 mm atau 6,6 cm. Hasil dari pembacaan sensor adalah berupa analog maka perlu dilakukan konversi dari analog menjadi digital melalui ADC agar dapat diproses oleh Arduino.

3.1.3 Sensor Kekeruhan DFRobot (SKU:SEN0186)

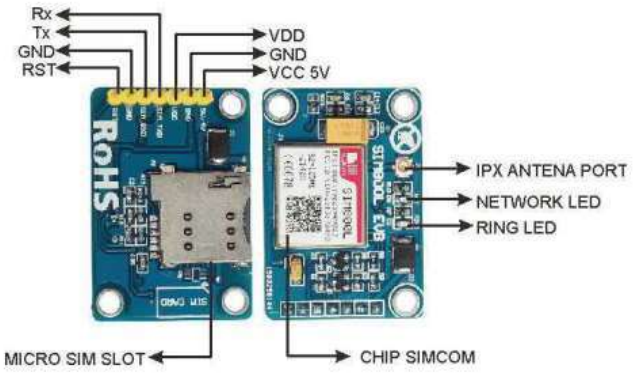
Gambar 3.3 Sensor Kekeruhan DFRobot (SKU:SEN0189) [40].

Sensor kekeruhan ini digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan air dalam satuan NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*). Pada umumnya pengukuran dilakukan menggunakan sumber cahaya dengan panjang gelombang yang digunakan lebih panjang berkisar antara 800 nm-1100 nm, dan juga efektif digunakan untuk mendeteksi partikel dengan ukuran yang lebih besar. Cara kerjanya adalah ketika seberkas cahaya dilewatkan melalui sampel yang keruh, intensitas cahaya akan berkurang karena terjadi hamburan, sedangkan jumlah cahaya yang tersebar tergantung pada konsentrasi dan distribusi ukuran partikel [22]. Adapun spesifikasi dari Sensor Kekeruhan FDROBOT dapat dilihat pada Tabel 3.3 [40] :

Tabel 3.3 Spesifikasi Modul Sensor Kekeruhan DFRobot (SKU:SEN0189).

No	Nama	Spesifikasi
1.	Tegangan	5 VDC
2.	Arus	40mA (*Max*)
3.	Waktu Respon	<500ms
4.	Resistansi Isolasi	100M (*Min*)
5.	Output Analog	0 – 4,5 V
6.	Ouput Digital	*High/Lowlevel signal* (nilai ambang dapat disesuaikan dengan potensiometer)
7.	Suhu Operasi	5ºC – 90ºC
8.	Suhu Penyimpanan	-10ºC sampai 90ºC
9.	Berat	90 gram
10.	Dimensi	38mm x 28mm x 10mm

3.1.4 Modul GSM SIM800L V.2



Gambar 3.4 Modul GSM SIM800L V.2.

Modul SIM800L termasuk dalam kategori modul *quad-band* GSM/GPRS yang bekerja pada frekuensi GSM850MHz, EGSM900MHz, DCS1800MHz dan PCS1900MHz. Modul ini membutuhkan tegangan *input* +5 Volt DC, sehingga sudah bisa dihubungkan langsung dengan Arduino. Berbeda dari versi sebelumnya yang hanya bisa bekerja pada tegangan 3,4V – 4,4V. Kecepatan *downlink* dan *uplink* pada GPRS mencapai 85,6 kbps Berikut adalah gambar dan spesifikasi dari modul GSM Sim800l V.2 :

Tabel 3.4 Spesifikasi Modul SIM800L V.2.

No.	Nama	Spesifikasi
1.	Tegangan Input	+5V DC
2.	Arus	Konsumsi arus ketika mode *sleep* adalah 1 mA
3.	Band Frekuensi	Quad-band: GSM 850, EGSM 900, DCS 1800, PCS 1900, SIM800L juga dapat digunakan pada empat frekuensi secara otomatis.
4.	Daya Transmisi	• Kelas 4 (2W) pada GSM 850 dan EGSM 900 • Kelas 1 (1W) pada DCS 1800 dan PCS 1900
5.	Koneksi GPRS	• GPRS *multi-slot* kelas 12 (*default*) • GPRS *multi-slot* kelas 1~12 (*option*)
6.	Rentang Suhu Operasi	• Suhu normal pada kisaran -40ºC ~ 85ºC • Suhu penyimpanan -45ºC ~ 90ºC
7.	GPRS *Downlink/Uplink*	• 85,6 kbps
8.	Dimensi	27 x 39 mm
9.	Ukuran SIM Card	*Micro* SIM *Card*

3.1.5 Modul Step-Down LM2596

Gambar 3.5 Modul *Step-Down* LM2596 [41].

Fungsi dari modul ini adalah sebagai penurun tegangan dari DC ke DC layaknya IC Regulator. Keunggulan dari modul ini yaitu bersifat *Adjustable* atau

outputnya dapat diatur sendiri sesuai dengan kebutuhan. Dapat meng-*handle* arus atau daya yang besar namun disipasi dayanya tergolong kecil dengan efisiensi hingga 92%, sehingga sedikit energi yang akan terbuang. Berikut adalah spesifikasi dari modul LM2596 :

Tabel 3.5 Spesifikasi Modul LM2596.

No	Nama	Spesifikasi
1.	Tegangan Input	4 -35 Volt DC
2.	Tegangan Output	1,5 – 30 Volt DC
3.	Arus DC kerja	1,5 A (Rekomendasi)
4.	Daya Kerja	35 Watt (*Max*)

Pada modul ini terdapat pin *input* dan pin *output* beserta polaritasnya. Terdapat pula sebuah potensiometer untuk mengatur tegangan outputnya. Tegangan input dari modul ini berkisar 4 - 35 Volt dengan tegangan yang dapat dikeluarkan adalah 1,5 – 30 Volt. Tegangan input setidaknya harus lebih tinggi dari tegangan output yang diinginkan. Arus pada modul ini dapat di-*supply* hingga 2,5 A. namun yang direkomendiasikan adalah maksimum 1,5 A untuk pemakaian terus menerus. Sedangkan daya kerja maksimum modul adalah 35 Watt.

3.1.6 Modul RTC DS3231

Gambar 3.6 RTC DS3231.

RTC (*Real Time Clock*) merupakan modul yang berfungsi untuk menghitung waktu secara terus-menerus berdasarkan detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, dan tahun. Jadi RTC ini adalah sebuah rangkaian elektronik *embedded* sistem yang fungsinya untuk menyimpan waktu dan tanggal dengan tingkat akurasi yang tinggi dan diintegrasikan dengan serial EEPROM (*Ellectricaly*

Erasable Programmable Read-Only Memory) AT24C32 [42]. Berikut adalah gambar dan spesifikasi dari modul RTC DS3231 :

Tabel 3.6 Spesifikasi Modul RTC DS3231.

No.	Nama	Spesifikasi
1.	Tegangan Input	2,3 – 5,5 Volt DC
2.	Konsumsi arus baterai *backup*	500nA
3.	Tegangan Maks pada SDA, SCL	VCC +0,3 Volt
4.	Suhu Operasi	-45^{o}C – 80^{o}C

3.1.7 LCD 16x2 dan Modul I2C

Gambar 3.7 LCD 16x2 dengan Modul 12C.

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media yang menampilkan tulisan atau gambar menggunakan kristal cair (*liquid crystal*). Teknologi *Liquid Crystal Display* sudah banyak digunakan pada produk-produk seperti Layar Laptop, Ponsel, Kalkulator, Jam Digital, Multimeter, Monitor Komputer, Televisi, Termometer Digital dan produk-produk elektronik lainnya. LCD 16x2 memiliki 16 kolom dan 2 baris dengan 16 pin konektor yang dihubungkan ke Arduino melalui modul 12C, dimana tujuannya adalah untuk menghemat pemakaian port pada Arduino [43]. Berikut adalah gambar dan spesifikasi dari modul I2C dan LCD 16x2.

Tabel 3.7 Spesifikasi Modul I2C pada LCD16x2.

No.	Nama	Spesifikasi
1.	Tegangan Input	+5 Volt DC
2.	Kontrol Pin	SCL dan SDA
3.	Dimensi	40 x 18 mm
4.	Berat	20 gram

3.1.8 Relay 5V 2 Channel

Gambar 3.8 Relay 5V 2 Channel [44].

Relay dua *channel* digunakan sebagai saklar untuk menyalakan pompa 1 dan pompa 2 untuk melakukan sirkulasi air. Relay ini di-*supply* oleh tegangan minimal 5 Volt DC, sehingga dapat di-*supply* langsung menggunakan Arduino.

Tabel 3.8 Spesifikasi Relay.

No	Nama	Spesifikasi
1	Tegangan *Supply*	+5 Volt DC
2	Tegangan AC	250 Volt
3	Arus AC	10 A (maks)

3.1.9 Pompa Air 25 Watt

Gambar 3.9 Pompa Air Kolam (AC) 25 Watt (YC-103) [45].

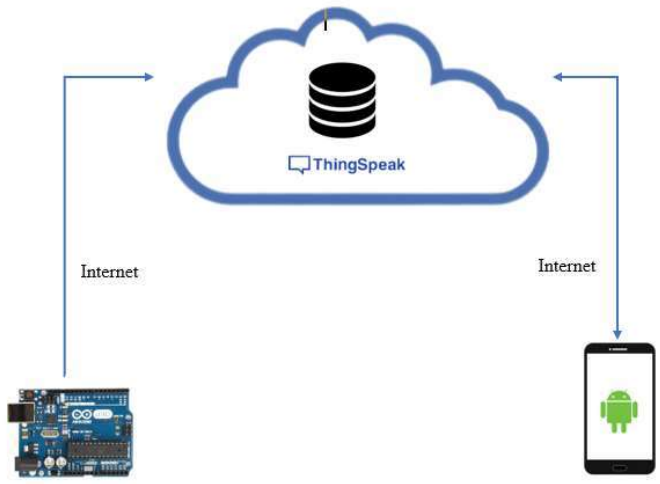
Pompa air YC-103 merupakan jenis pompa *submersible* atau hanya dapat memompa air ketika berada di dalam air. Memiliki daya 25 watt dan dapat memompa air sebanyak 1300 liter/jam. Serta mampu memancarkan air hingga ketinggian 1,2 meter. Pompa ini bekerja dengan *input* tegangan AC sehingga dapat dinyalakan langsung melalui sumber listrik AC. Berikut adalah spesifikasi dari pompa air YC-103.

Tabel 3.9 Spesifikasi Pompa Air YC-103.

No.	Nama	Spesifikasi
1.	Tegangan Input	220-240 Volt AC
2.	Debit air	1300 liter/jam
3.	Frekuensi	50 Hz
4.	Daya	25 Watt
5.	Ketinggian pancaran air	1,2 m
6.	Dimensi	12x911 cm

3.1.10 ThingSpeak

ThingSpeak merupakan sebuah *open source* berbasis *website* yang melayani IoT (*Internet of Things*) yang dihubungkan melalui protokol API (*Application Programming Interface*). ThingSpeak menjadi sebuah *platform* IoT yang memungkinkan penggunanya dapat mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, memvisualisasikan, dan bertindak atas data yang didapatkan oleh sensor. Untuk dapat menyimpan data pada ThingSpeak tentunya memerlukan koneksi dari perangkat IoT. Koneksi yang digunakan yaitu menggunakan fitur API *Key*, yang merupakan sebuah kunci agar perangkat IoT dapat mengakses ThingSpeak. Untuk mengaksesnya maka API *Key* harus dimasukkan ke dalam program yang ada pada perangkat IoT [46].



Gambar 3.10 Topologi Jaringan IoT dengan ThingSpeak.

Dari gambar di atas perangkat IoT bekerja sebagai *publisher* yang bertugas untuk mengupload data menuju *server*, dimana yang berfungsi sebagai *server*

adalah ThingSpeak. *Server* akan menyimpan data yang dapat diakses oleh yang namanya *subscriber* yaitu pada sisi pengguna atau yang ingin mengakses data. *Subscriber* dapat mengakses ThingSpeak melalui aplikasi *web browser* pada *smartphone*/Laptop dengan terkoneksi ke internet.

Sebelum melakukan *upload* data ke ThingSpeak harus terlebih dahulu membuat *channel* melalui *website* ThingSpeak. Dimana pengguna harus *login* terlebih dahulu dan kemudian membuat nama *channel* yang ingin dibuat. Di dalam *channel* tersebut pengguna harus mengatur parameter apa yang akan di simpan dan ditampilkan. Setelah membuat *channel* maka perangkat IoT dapat dihubungkan ke ThingSpeak melalui *API key* yang ditulis di dalam program. *Subscriber* dapat mengakses data dengan cara membuka *channel* yang sudah dibuat, Ketika perangkat IoT meng-*upload* data maka data pada ThingSpeak akan secara otomatis ter-*update* secara *real time.*

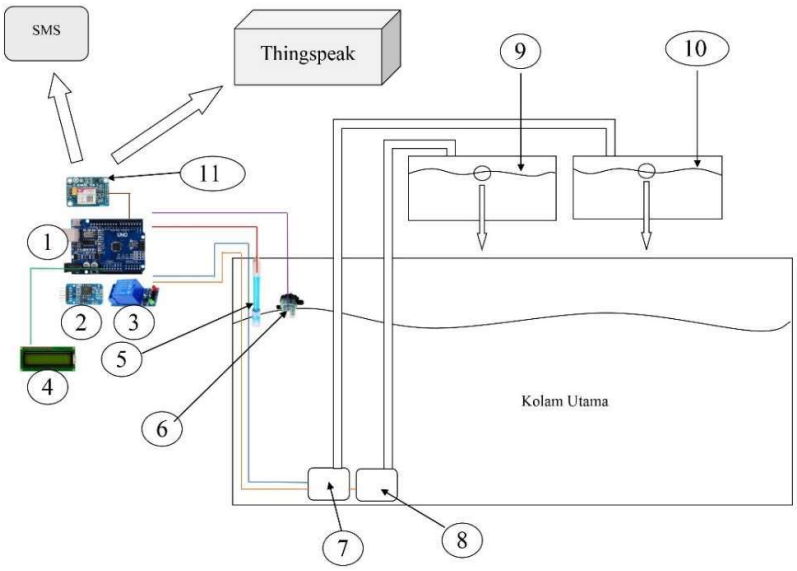
3.2 PEMODELAN SISTEM

Dalam membuat sistem pemantauan air kolam ikan Nila Hitam diperlukan alat dan bahan sebagai berikut:

1. Arduino Uno ATMega328P : 1 buah
2. Sensor Kekeruhan DFROBOT : 1 buah
3. Sensor pH DFROBOT V.1 : 1 buah
4. Modul GSM SIM800L V.2 : 1 buah
5. Relay : 2 buah
6. Adaptor 12-20V DC : 1 buah
7. Pompa Air : 2 buah
8. Arduino IDE
9. Kabel *Jumper*
10. Kabel USB
11. Laptop dengan CPU : Intel Core i5-8250U
12. *Smartphone*

Sistem *monitoring* untuk kolam ikan Nila Hitam ini terdiri dari dua sensor yang dijadikan sebagai parameter utama yaitu sensor pH dan kekeruhan atau kekeruhan. Pengukuran pH dan kekeruhan dilakukan pada waktu sebelum dan

sesudah dilakukan sirkulasi. Tujuannya adalah untuk mengetahui kondisi kolam terlebih dahulu. Kemudian jika terdapat parameter yang tidak normal, maka sistem akan menyalakan pompa air untuk memulai sirkulasi. Dan pengukuran setelah sirkulasi diperlukan untuk mengetahui perubahan dari masing-masing parameter.



Gambar 3.10 Model Sistem Keseluruhan.

Keterangan Gambar 3.10 :

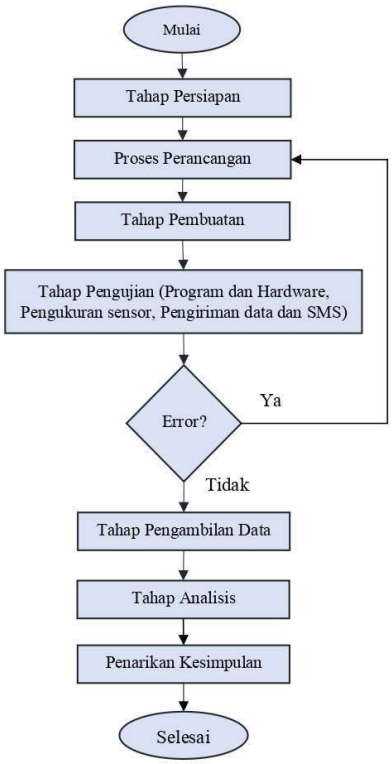
1. Arduino Uno
2. RTC
3. Relay
4. LCD
5. Sensor pH
6. Sensor Kekeruhan
7. Pompa 1
8. Pompa 2
9. Bak Kontrol 2
10. Bak Kontrol 1
11. Modul GSM
12. *Database* ThingSpeak

Pada sistem ini terdiri dari dua pompa dan dua bak kontrol, dimana Pompa 1 mengalirkan air menuju Bak Kontrol 1 yaitu untuk menurunkan pH, sedangkan Pompa 2 mengalirkan air menuju Bak Kontrol 2 untuk menaikkan pH. Kedua bak

kontrol ini juga berfungsi sebagai filter dengan menambahkan batu zeolit sebagai bahan untuk mengendapkan kotoran. Untuk menurunkan pH diberikan daun ketapang kering sedangkan untuk menaikkan pH dilakukan pemberian batu kapur, sehingga semua bahan yang digunakan disini merupakan bahan alami.

Untuk data hasil *monitoring* sendiri dapat diakses melalui *database* ThingSpeak yang dikirimkan melalui modul GSM, serta terdapat notifikasi SMS pada kondisi tertentu yang berisi peringatan jika air kolam dalam kondisi yang sudah tidak dapat dikontrol atau dalam kata lain komponen pada bak kontrol sudah tidak efektif lagi digunakan sehingga perlu dilakukan penggantian. Hal ini dapat dijadikan sebagai bagian dari perawatan sistem.

3.3 ALUR PENELITIAN

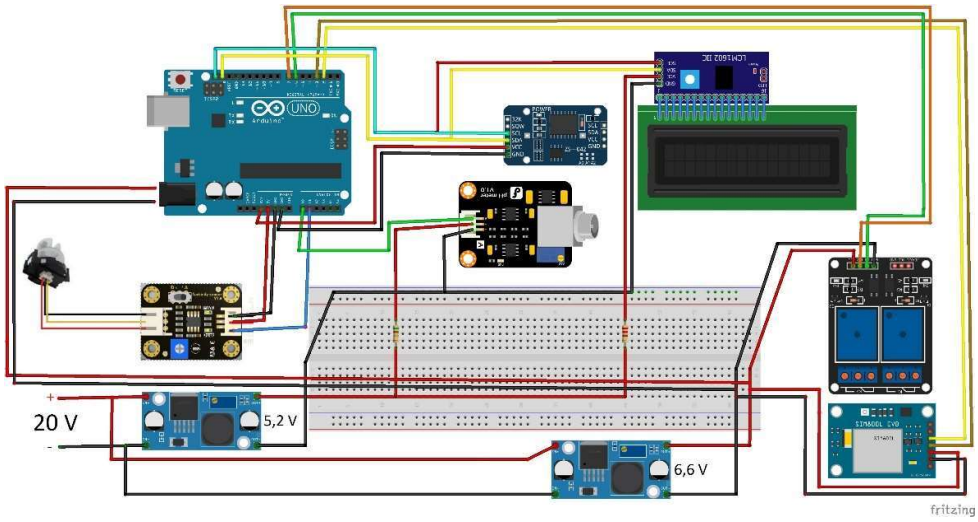


Gambar 3.11 *Flowchart* Alur Penelitian.

Pada penelitian ini dilaksanakan beberapa tahap yaitu dari tahap persiapan, perancangan, tahap pembuatan, tahap pengujian, tahap analisis dan penarikan kesimpulan. Pada tahap persiapan dilakukan literasi yang berkaitan dengan pemantauan kualitas air kolam terhadap beberapa jurnal maupun tugas akhir serta

mempersiapkan komponen-komponen yang akan digunakan dalam proses pembuatan. Dari persiapan tersebut didapatkan ide sehingga muncullah perancangan dari sistem yang akan dibuat. Setelah perancangan selesai maka dilanjutkan dengan pembuatan sesuai dengan rancangan yang ada. Untuk memastikan sistem yang dibuat dapat bekerja dengan baik maka dilakukanlah pengujian sistem yaitu dari penjadwalan, pengukuran sensor, dan pengiriman data serta SMS. Setelah hasil pengujian memenuhi maka dilakukanlah analisis berdasarkan hasil data yang diambil selama pengujian. Tahap terakhir dari penelitian ini adalah menarik kesimpulan untuk mendapatkan inti dari hasil penelitian.

3.2.1 Tahap Perancangan

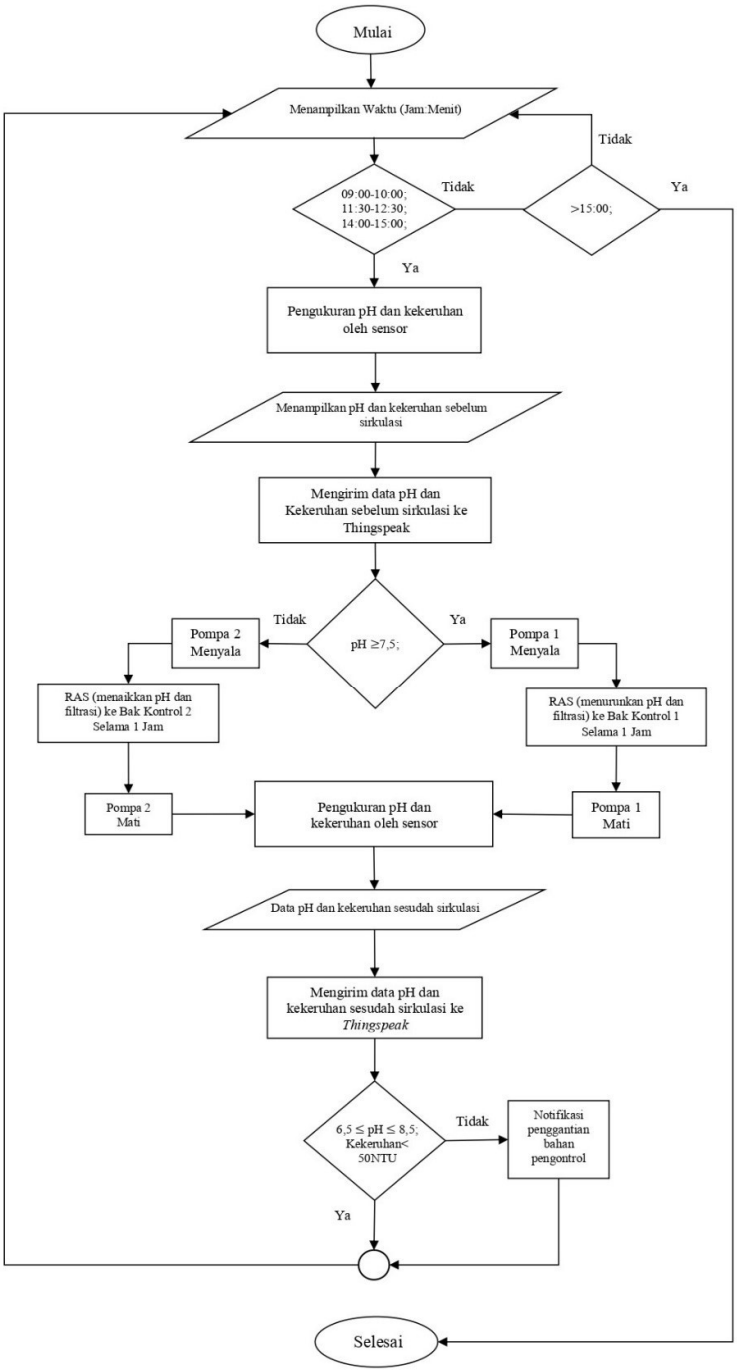


Gambar 3.12 *Wiring Diagram*.

Tahap perancangan ini dibagi menjadi dua, pertama adalah perancangan untuk *hardware.* Tujuannya adalah untuk memberi gambaran bagaimana hubungan dari setiap komponen. Dapat dlihat pada Gambar 3.3 di atas menunjukan bahwa mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno yang juga berfungsi sebagai pemroses data, penyimpanan dan sebagai *interface*. Dua sensor yaitu sensor pH dan sensor kekeruhan menjadi perangkat *input* karena berfungsi untuk mengambil data dari luar sistem. Modul RTC DS3231 juga bekerja sebagai *input* waktu untuk Arduino. Data yang didapat akan diolah oleh sistem ALU (*Arithmetic Logic Unit*) pada Aduino untuk kemudian hasil data akan di kirimkan melalui modul GSM

SIM800L, sehingga fungsi modul GSM disini adalah sebagai *output* yang mengirimkan data menuju ThingSpeak dan juga notifikasi SMS.

Kemudian untuk perancangan *software* dilakukan menggunakan Arduino IDE. Sebelum dilakukan pembuatan program, harus terlebih dahulu mengerti bagaimana algoritma dari program yang akan dibuat, oleh karena itu dibuatlah *flowchart* program seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.13 *Flowchart* Program.

Berdasarkan *flowchart* program, ketika program dijalankan maka sistem akan menampilkan waktu dan tanggal. Kemudian dilanjutkan dengan fungsi pemilihan kondisi (if), jika kondisi waktu menunjukan pukul 09:00; 11:30 atau 14:00 maka status dalam kondisi benar dan program akan dilanjutkan dengan

mengukur pH dan kekeruhan sebelum sirkulasi dan nilainya ditampilkan melalui LCD. Setelah ditampilkan maka dilakukan pengiriman data pH dan kekeruhan sebelum sirkulasi ke *database* ThingSpeak. Setelah pengiriman selesai maka akan dilakukan eksekusi berupa menyalakan pompa untuk sirkulasi. Sirkulasi dilakukan berdasarkan nilai pH yang terukur yaitu apabila pH≥7,5 maka air kolam akan disirkulasi menuju bak kontrol 1 untuk menurunkan pH selama satu jam. Sedangkan jika pH<7,5 maka air kolam akan disirkulasi menuju bak control 2 untuk menaikkan pH selama satu jam. Setelah satu jam sirkulasi pompa akan mati dan dilanjutkan dengan pengukuran pH serta kekeruhan setelah sirkulasi. Nilai pH dan kekeruhan akan ditampilkan di LCD dan juga dikirimkan ke *database* ThingSpeak. Setelah itu dilakukan pemilihan kondisi (if), jika nilai pH atau kekeruhan berada pada kondisi normal yaitu pada angka 6,5 - 8,5 dan nilai kekeruhan <50NTU maka akan dikembalikan lagi menuju program menampilkan waktu dan tanggal. Namun jika pH atau kekeruhan memiliki kondisi salah maka akan dikirimkan SMS berisi peringatan untuk mengganti bahan yang ada di bak kontrol. Kemudian akan terjadi *looping* menuju proses menampilkan waktu dan tanggal oleh LCD dan akan terjadi proses pemilihan kondisi waktu lagi sampai waktu menunjukkan lebih dari pukul 15:00 maka program dinyatakan selesai.

3.2.2 Tahap Pembuatan

Setelah melalui tahap perancangan sistem maka tahap selanjutnya adalah pembuatan sistem. Pada tahap ini desain rangkaian dibuat sesuai berdasarkan hasil dari tahap perancangan. Proses pembuatan diawali dengan merangkai *hardware* mulai dari sensor, modul RTC, modul SIM800L, LCD, dan Relay yang masing-masing dihubungkan pada *board* Arduino. Kemudian *Arduino* akan diprogram menggunakan *Arduino IDE* sesuai dengan *flowchart* yang diinginkan.

Di dalam proses pembuatan setiap komponen harus terhubung dengan Arduino dan di-*supply* pada tegangan yang sesuai. Seperti dalam perancangan sebelumnya sensor pH dan LCD di-*supply* tegangan +5 Volt dari modul *Step-Down*, modul RTC di-*supply* oleh Arduino pada tegangan 3,3 Volt dari Arduino, dan sensor Kekeruhan di-*supply* oleh Arduino dengan tegangan 5 Volt dari Arduino. Sedangkan untuk SIM800L, Relay dan Arduino sendiri di-*supply* secara terpisah

dengan tegangan 6,4 - 7 Volt. Hal ini disebabkan karena ketiga komponen ini membutuhkan daya yang besar untuk dapat bekerja dengan baik. Seperti halnya SIM800L yang memakan arus cukup besar ketika berada pada proses mencari sinyal dan ketika melakukan pengiriman data.

3.2.3 Tahap Pengujian

Setelah tahap pembuatan selesai maka selanjutnya dilakukan tahap pengujian sistem. Pengujian penting dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah setiap komponen dapat bekerja sesuai dengan rancangan atau tidak. Jika pengujian terdapat *error* atau sistem tidak bekerja maka akan dilakukan perancangan kembali untuk merubah atau memperbaiki *error*. Kemudian dilakukan pembuatan alat kembali sesuai dengan perancangan yang baru. Setelah pembuatan selesai maka dilakukan pengujian kembali begitu seterusnya hingga sistem pemantauan air kolam ini dapat berjalan dengan normal tanpa adanya suatu *error.*

Pengujian sensor dilakukan untuk menguji hasil kalibrasi degan melakukan pengukuran sesaat serta membandingkan hasil pengukuran sensor dengan pengukuran alat ukur konvensional sebagai pembanding. Error yang diinginkan adalah $\leq$20%, sehingga apabila hasil *error* melebihi batas tersebut harus dilakukan kalibrasi lagi untuk mendapatkan *error* yang lebih rendah. Pengujian sensor ini dilakukan untuk mengevalasi apakah sensor yang dikalibrasi dapat mengubah tegangan terbaca menjadi satuan ukur yang baku dan hasilnya harus mendekati pembacaan oleh alat ukur yang dijadikan pembanding.

Untuk menguji pengiriman data maka parameter yang diukur berupa *packet loss* dan *delay* pengiriman dari perangkat IoT menuju *database* ThingSpeak. Hal ini penting dilakukan agar dapat diketahui kualitas jaringannya. *Packet Loss* dicari dengan membandingkan jumlah data yang terkirim dan tercatat pada *database* dengan jumlah data yang seharusnya terkirim. Sedangkan *delay* dapat diketahui dengan mengirimkan data yang banyak secara berurutan kemudian dilihat berapa rentang waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data sebelumnya ke data selanjutnya.

3.2.4 Tahap Pengambilan Data

Dalam pengambilan data ada hal yang ingin dicapai pada penelitian ini yaitu kondisi air dengan pH dan kekeruhan yang normal untuk ikan Nila Hitam. Kondisi yang ingin dicapai dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.10 Kondisi air yang ingin dicapai untuk ikan Nila Hitam.

Parameter	Nilai
PH	6,5 – 8,5
Kekeruhan	<50 NTU

Tahap pengambilan data ini menjadi inti dari penelitian. Pengukuran pH dan kekeruhan air dilakukan sebelum dan sesudah proses sirkulasi dengan metode RAS (*Recirculating Aquaculture System*) selama tiga hari dimana tiap harinya dilakuakan tiga kali sirkulasi. Sehingga data yang akan didapat sebanyak 18 kali pengukuran baik sebelum maupun sesudah sirkulasi. Pada metode RAS ini air kolam akan disirkulasi menuju bak kontrol. Dibagi menjadi dua bak kontrol yaitu Bak Kontrol 1 dan Bak Kontrol 2. Bak Kontrol 1 diisi bahan untuk menaikkan nilai pH yaitu batu kapur, sedangkan Bak Kontrol 2 diisi bahan untuk menurunkan pH yaitu daun ketapang kering. Kedua bak ini juga dijadikan sebagai filtrasi dengan menambahkan batu zeolit.

Tabel 3.11 Jadwal Pengukuran dan Sirkulasi Per Hari.

Kegiatan	Waktu
Pengukuran awal	15 Menit sebelum Sirkulasi
Sirkulasi	09:00 – 10:00 11:30 – 12:30 14:00 – 15:00
Pengukuran akhir	15 Menit setelah Sirkulasi

Tabel 3.12 Bahan-bahan yang digunakan dalam kontrol pH dan kekeruhan.

Tujuan	Bak Kontrol 1	Bak Kontrol 2	Besaran
Menurunkan pH	Daun Ketapang Kering	-	3g / 22,5liter
Menaikkan pH	-	Batu Kapur	1g / 22,5liter
Filter	Zeolit	Zeolit	10kg / 22,5liter

Pengukuran pH, kekeruhan dan sirkulasi akan dijadwal sesuai dengan waktu yang ditetentukan. Sedangkan untuk melakukan sirkulasi diberikan dua pompa, Pompa 1 mengalirkan air menuju Bak Kontrol 1 dan Pompa 2 mengalirkan air

menuju Bak Kontrol 2 yang dinyalakan berdasarkan nilai pH sebelum sirkulasi. Jika sebelum sirkulasi nilai pH berada di pH $\geq 7{,}5$ maka pH perlu diturunkan sehingga Pompa 1 dinyalakan melalui relay dan air disirkulasikan menuju Bak Kontrol 1. Sedangkan jika sebelum sirkulasi terbaca nilai pH berada di pH < 7,5 maka pH harus dinaikkan sehingga sistem menyalakan Pompa 2 dan air disirkulasikan menuju Bak Kontrol 2.

Data yang terbaca oleh sensor akan dikirimkan oleh modul GSM menuju *database* ThingSpeak dan diakses melalui *web browser* yang dalam penelitian ini menggunakan *Google Chrome*. Data yang tersimpan di *database* akan dianalisis untuk mengetahui kinerja sistem. Sedangkan notifikasi SMS akan berisi peringatan jika kondisi air tidak terkendali. Kondisi yang tidak terkendali adalah kondisi dimana setelah proses sirkulasi, nilai pH atau kekeruhan yang terbaca tidak normal atau dalam hal ini bahan-bahan yang ada di dalam bak kontrol sudah tidak efektif lagi untuk digunakan. Sehingga perlu dilakukan perubahan dengan mengganti atau menambah bahan yang ada di bak kontrol tersebut.

3.2.5 Tahap Analisis

Pada tahap ini dilakukan analisis berdasarkan data yang didapat. Data kalibrasi sensor akan dievaluasi dan diuji keakuratannya. Untuk mengetahui keakuratan pengukuran oleh sensor, hasil pembacaan sensor yang sudah dikalibrasi akan dibandingkan dengan pengukuran menggunakan alat ukur. Pengujian sensor dilakukan pada wadah berisi sampel air yang terpisah untuk masing-masing sensor. Hasil pengukuran pH akan dibandingkan dengan pengukuran menggunakan pH meter, apabila nilai pH sesuai atau saling mendekati maka keakuratan yang dimiliki sensor adalah baik. Sedangkan untuk menguji keakuratan sensor kekeruhan, hasilnya akan dibandingkan dengan pengukuran secara langsung menggunakan *Turbiditymeter*.

Dalam pengujian sistem keseluruhan akan didapatkan 18 data hasil pengukuran pH serta kekeruhan air kolam pada saat sebelum dan sesudah sirkulasi selama tiga hari. Analisis dilakukan untuk mengetahui seberapa efektif sistem dalam memonitoring air kolam secara langsung, dari segi keakuratan pengukuran oleh sensor dan kemampuan SIM800L dalam mengirim data pada jaringan yang

digunakan. Di dalam analisis juga dilakukan evaluasi mengenai sistem yang dibuat, yang kemudian hasil analisis dapat digunakan sebagai acuan untuk memperbaiki sistem atau pembaruan sistem untuk penelitian berikutnya.

Kemudian, untuk pengukuran parameter QoS dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi pengiriman data dari modul GSM menuju *database* ThingSpeak. Dimana parameter yang diukur berupa *packet loss* dan *delay*. *Packet Loss* dihitung untuk mengetahui berapa banyak data yang gagal terkirim ke ThingSpeak sehingga dapat dievaluasi kinerja dari jaringan yang digunakan. Sedangkan *delay* pengiriman dihitung sebagai evaluasi terhadap lamanya waktu yang dibutuhkan sistem untuk mengirim data ke ThingSpeak.