

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Alat dan Bahan

#### 3.1.1 Alat yang Digunakan Dalam Pembuatan Alat

Didalam pembuatan alat sistem kontrol suhu dan pencahayaan pada *Aquascape* ini membutuhkan beberapa alat yang umum digunakan. Untuk nama nama alat dan jumlahnya dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Daftar Kebutuhan Alat

| No | Nama Alat             | Jumlah   |
|----|-----------------------|----------|
| 1  | Bread <i>board</i>    | 1 buah   |
| 2  | Gunting               | 1 buah   |
| 3  | <i>Cutter</i>         | 1 buah   |
| 4  | Solder                | 1 buah   |
| 5  | Tenol                 | 10 meter |
| 6  | Isolasi               | 3 meter  |
| 7  | Bor Mini              | 1 buah   |
| 8  | Obeng                 | 1 buah   |
| 9  | Gergaji Besi          | 1 buah   |
| 10 | Penyedot tenol        | 1 buah   |
| 11 | Pinset                | 1 buah   |
| 12 | <i>Thermal Grease</i> | 1 buah   |

### 3.1.2 Bahan yang Digunakan Dalam Pembuatan Alat

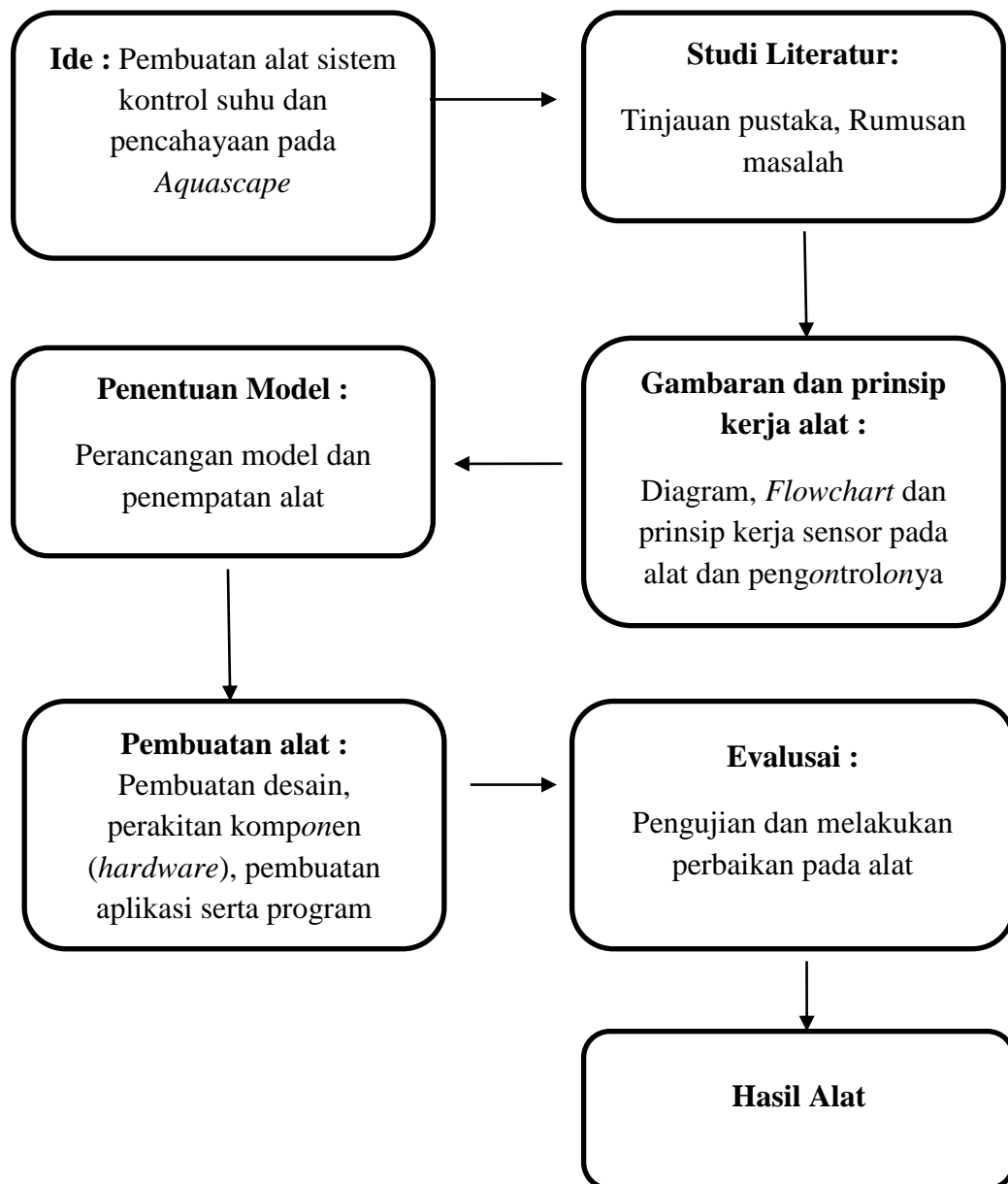
Didalam pembuatan alat ini membutuhkan beberapa bahan yang digunakan. Untuk nama-nama bahan dan jumlahnya dapat dilihat pada tabel 3.2.

.Tabel 3.2 Daftar Kebutuhan Bahan dan Harga

| No | Nama Komponen                 | Spesifikasi          | Jumlah   |
|----|-------------------------------|----------------------|----------|
| 1  | Arduino                       | Uno R3               | 1 buah   |
| 2  | Sensor DS18B20                | <i>Waterproof</i>    | 1 buah   |
| 3  | Kipas                         | DC 12 Volt           | 1 buah   |
| 4  | Acliric                       | 30 x 30cm / 3mm      | 1 lembar |
| 5  | Relay Modul                   | <i>Single</i>        | 1 buah   |
| 6  | LED HPL                       | Putih                | 6 buah   |
| 7  | LED HPL                       | Biru                 | 6 buah   |
| 8  | LED HPL                       | Merah                | 6 buah   |
| 9  | LED HPL                       | Hijau                | 6 buah   |
| 10 | <i>Heatsink</i> Alumunium     | 30 x 15cm            | 1 buah   |
| 11 | <i>PowerSupply</i>            | DC 12V2A             | 1 buah   |
| 12 | LCD                           | 16x2                 | 1 buah   |
| 13 | I2C LCD                       | -                    | 1 buah   |
| 14 | Resistor                      | 550 Ohm/ 1 Watt      | 10 buah  |
| 15 | IRF540N                       | N-Type Mosfet        | 4 buah   |
| 16 | <i>Jumper Cable</i>           | <i>Male – female</i> | 40 buah  |
| 17 | Konektor                      | -                    | 5 buah   |
| 18 | Sensor <i>Bluetooth</i> HC-05 | -                    | 1 buah   |
| 19 | PCB                           | 20 x 20cm            | 1 buah   |
| 20 | Peltier                       | 4 x 4cm              | 1 buah   |

### 3.2 Perancangan Sistem

Gambaran umum perancangan sistem tentang alat ini akan disajikan dalam bentuk alir pada gambar 3.1 :



Gambar 3.1 Diagram Perancangan Sistem

### **3.2.1 Ide**

Pembuatan alat sistem kontrol suhu dan pencahayaan pada *aquascape*. Pengontrolan suhu yang dimaksud adalah agar suhu air pada *aquarium* tetap stabil sesuai dengan suhu yang diinginkan. Pada alat ditetapkan suhu minimal air adalah 26° C, artinya pada suhu tersebut pendingin berupa *chiller* mini dan kipas tidak beroperasi karena suhu telah mencapai batas minimum, sedangkan bila suhu mencapai diatas 26° C maka kipas pendingin akan beroperasi mendinginkan air.

Pengontrolan pencahayaan dioperasikan menggunakan *smartphone* yang telah diinstal menggunakan sebuah aplikasi yang telah dibuat. *Smartphone* akan dikoneksikan dengan sensor *bluetooth* , sehingga akan mempermudah pengguna dalam menentukan tingkat pencahayaan serta warna lampu yang diinginkan.

### **3.2.2 Studi Literatur**

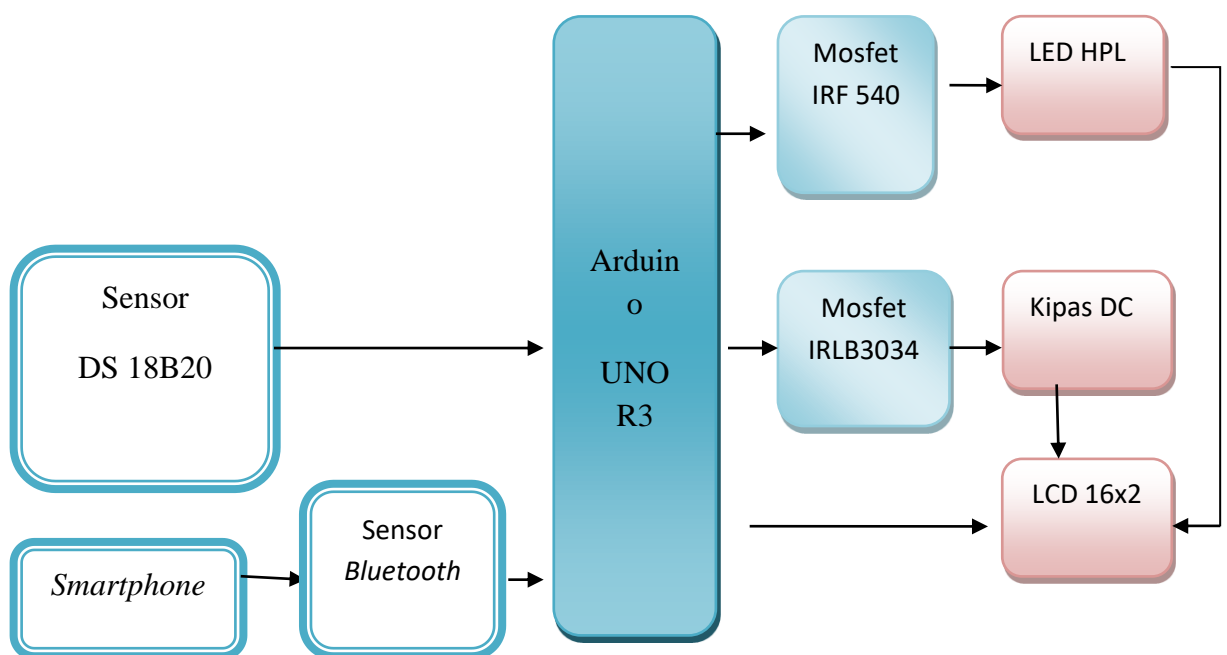
Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan wawasan umum berhubungan dengan alat yang akan dibuat, dasar teori yang digunakan dan megnetahui penelitian-penelitian yang sebelumnya telah dilakukan. Studi literatur juga berguna untuk mempelajari mengenai prosedur perancangan yang tepat. Sumber literatur antara buku, jurnal, internet dan tugas akhir serta hasil penelitian.

### **3.2.3 Gambaran dan Prinsip Kerja Alat**

Pada tugas akhir ini akan dibuat alat untuk mengontrol suhu dan pencahayaan pada *aquascape*. Dengan menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler untuk mengendalikan sensor dan komponen lainnya. Untuk mengontrol suhu pada air akan digunakan sensor DS18B20, peltier dan kipas DC untuk mendinginkan air. Sehingga pada saat suhu air sampai pada batas maksimal panas yang ditentukan, maka kipas akan berputar mendinginkan air hingga suhunya turun. Kemudian ketika air mencapai suhu dingin maka kipas akan berhenti berputar. Batas maksimal suhu adalah 26°Celcius.

Untuk pencahayaan pada *Aquascape* akan digunakan lampu LED HPL ( *High power led*) yang nantinya dapat diatur tingkat terang dan redupnya ( *Dimmer* ). Seiring perkembangan teknologi, lampu LED memiliki banyak kelebihan dibandingkan lampu pijar/ TL yang digunakan seperti nyala lampu yang lebih

terang, lebih hemat energi, lebih banyak pilhan warna, optimal untuk dilakukan *dimmer*, tidak menghasilkan panas berlebih dan lain-lain. Pengontrolan dilakukan menggunakan *smartphone* android yang telah diinstal sebuah aplikasi. Ketika *smartphone* terkoneksi dengan arduino menggunakan sensor *Bluetooth* HC-05, maka data dan perintah pada *smartphone* akan dikirimkan ke arduino. Sehingga kita dapat melakukan pengontrolan pencahayaan dengan lebih mudah dan efisien.

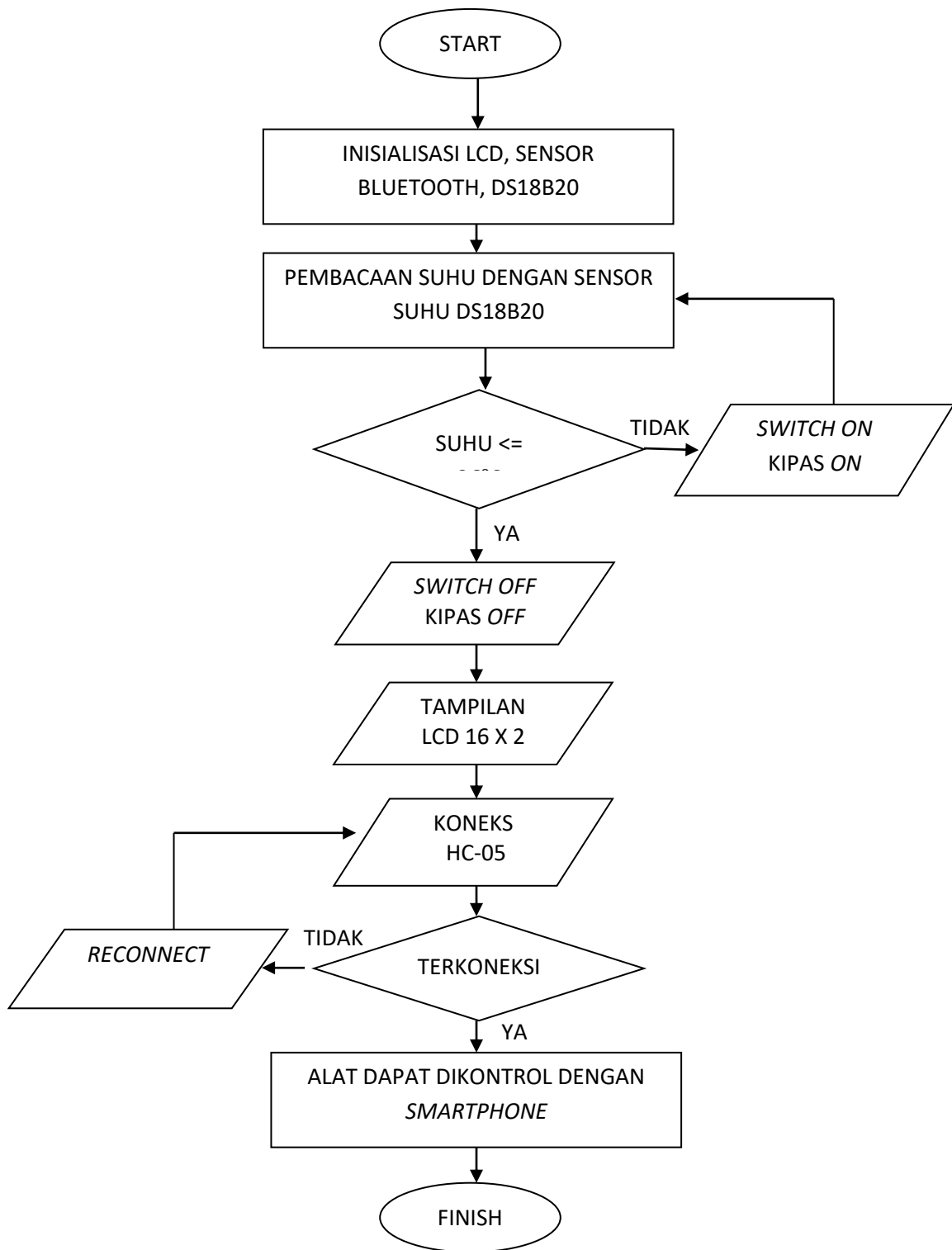


Gambar 3.2 Diagram blok prinsip kerja alat

Dari diagram 3.2 terdapat beberapa komponen pada alat ini. Masing-masing komponen memiliki fungsi sebagai berikut :

1. Sensor DS18B20 berfungsi sebagai inputan dimana sensor ini akan diletakan pada *aquarium* sehingga akan membaca suhu pada air.
2. *Smartphone* digunakan sebagai pengontrol pencahayaan pada lampu. Pada *smartphone* terdapat aplikasi yang digunakan sebagai pengontrol pencahayaan.
3. Sensor *Bluetooth* HC-05 digunakan untuk mengkoneksikan antara *smartphone* dengan arduino. Sensor ini berfungsi sebagai perantara dalam transfer data yang dilakukan untuk mengontrol pencahayaan.

4. Arduino Uno berfungsi untuk mengontrol, memberikan perintah melalui program dan juga mengolah data untuk ditampilkan menjadi informasi.
5. Mosfet IRF 540 merupakan mosfet *power type* N, dimana pada alat ini mosfet digunakan sebagai outputan PWM pin arduino. Mosfet digunakan dalam dimming untuk dapat mengatur lebar pulsa sehingga pencahayaan dapat diatur terang dan redupnya. Selain itu mosfet juga digunakan sebagai switch pada pengontrolan *ON* dan *OFF* kipas pendingin.
6. Mosfet IRLB 3034 merupakan mosfet bertipe *logic*. Mosfet ini sangat baik digunakan sebagai pengganti relay. Mosfet ini akan bekerja sebagai *switch* berdasarkan sinyal yang dikirim dari arduino untuk *on* dan *off* kipas pendingin.
7. HPL ( *High Power Led* ) merupakan Led dengan tingkat cahaya yang terbaik. Pada alat ini HPL digunakan sebagai sumber cahaya untuk *Aquascape*. Terang redupnya cahaya serta waktu akan dikontrol pada arduino.
8. Kipas DC dan peltier berfungsi sebagai pendingin untuk mendinginkan air pada *aquarium*. Kipas DC terhubung dengan relay dimana akan *ON* dan *OFF* sesuai pada suhu yang terbaca dan program pada arduino.
9. LCD 16x2 berfungsi untuk menampilkan informasi pada alat seperti jam, suhu, tingkat pencahayaan, dan lain-lain.



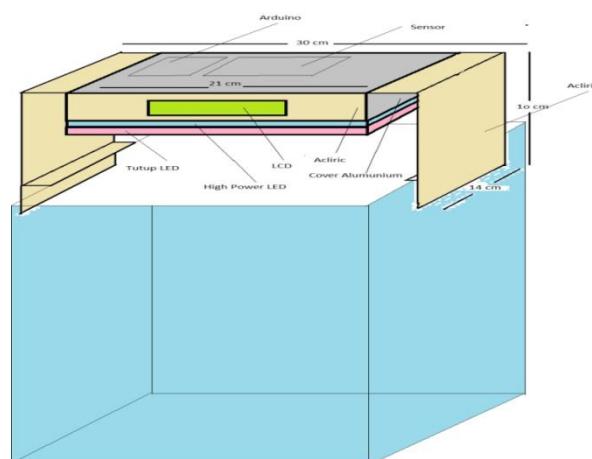
Gambar 3.3 *Flowchart* prinsip kerja alat

Pada gambar 3.3 merupakan *flowchart* prinsip kerja alat dimulai saat awal alat *start* kemudian arduino akan melakukan inialisasi terhadap kemampuan komponen yang digunakan pada sistem kontrol suhu dan pencahayaan. Setelah proses inialisasi telah dilakukan, pembacaan suhu akan dilakukan oleh sensor DS 18B20. Kemudian program pada arduino akan mendata dan melakukan proses untuk memberikan perintah pada PIN *output* untuk *ON* atau *OFF* kipas pendingin. Hasil dari pembacaan suhu akan ditampilkan pada LCD 16x2. Kemudian program selanjutnya yaitu konektivitas pada sensor *Bluetooth* apakah terkoneksi atau tidak.

Ketika sandi pada perangkat tidak sesuai maka pada *smartphone* dengan arduino tidak akan terkoneksi sehingga tidak dapat melakukan proses pengontrolan cahaya. Apabila perangkat sudah terhubung maka sistem pengontrolan cahaya dapat dilakukan.

### 3.2.4 Penentuan Model

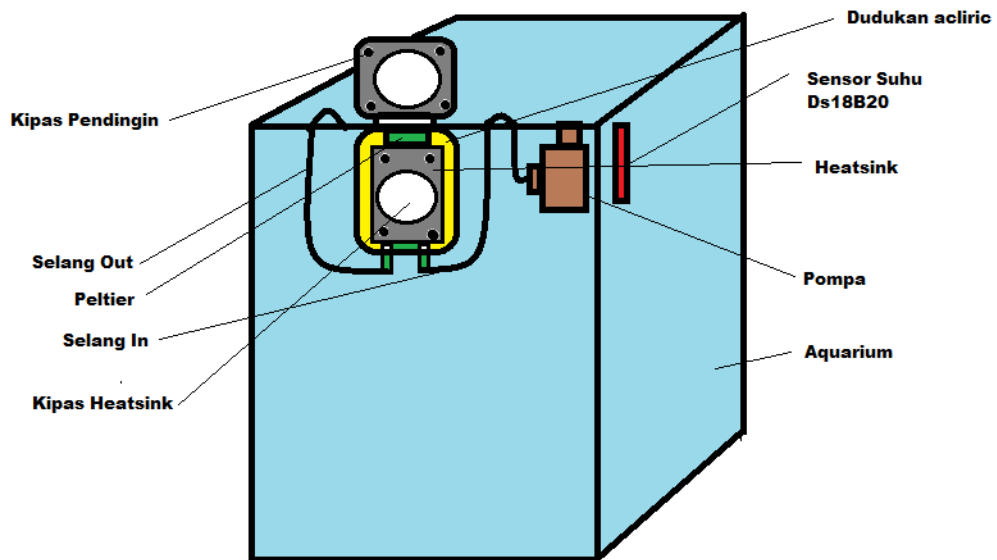
Pada penentuan model *prototype* dibuat dengan berdasarkan ukuran *aquarium* yang digunakan yaitu  $p \times l \times t = 30\text{cm} \times 20\text{cm} \times 25\text{cm}$ . Pada gambar 3.4 ditunjukkan bahwa lampu akan dipasangkan diatas *aquarium*, desain lampu akan dibuat seefisien agar tidak memakan banyak tempat dan terlihat lebih rapih karena komponen seperti sensor dan arduino akan diletakan didalam *cover* lampu.



Gambar 3.4 Model Lampu Pada *Aquarium*



Sedangkan pada gambar 3.5 untuk sensor suhu akan diletakkan didalam *aquarium* ( ditempelkan di kaca ) untuk mengukur suhu air, dan kipas pendingin dan peltier diletakkan dibagian atas sisi belakang *aquarium* agar lebih rapih dan menarik saat dipandang.



Gambar 3.5 Model pendingin suhu *aquarium* ( tampak sisi belakang )

Untuk tampilan informasi sensor suhu pada LCD 16x2 akan ditampilkan pada gambar 3.6.

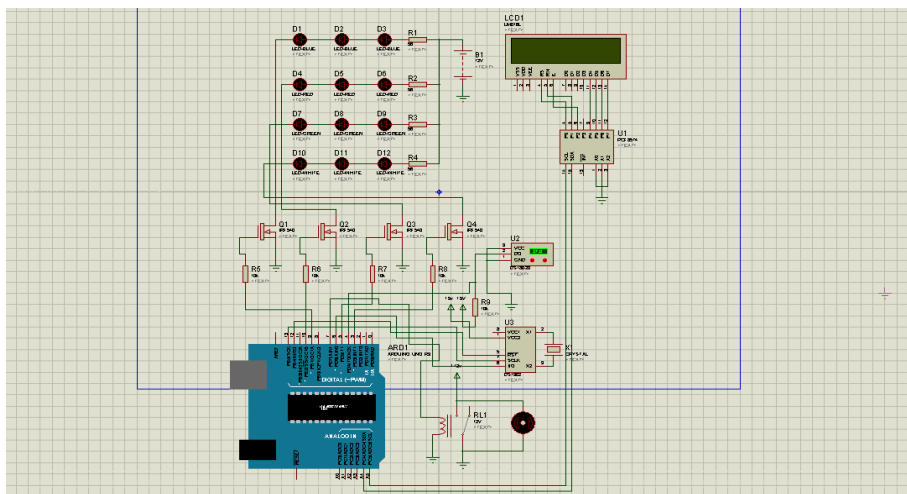


Gambar 3.6 Tampilan LCD 16x2

### 3.2.5 Perancangan Alat

#### 3.2.5.1 Perancangan Rangkaian Pada *Proteus*

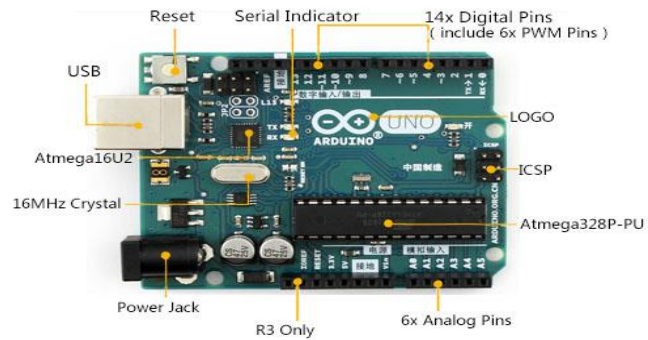
Pada gambar 3.7 adalah perancangan alat untuk mengontrol pencahayaan dan suhu pada *aquascape* menggunakan simulasi program proteus. Dengan menggunakan beberapa komponen berupa Arduino UNO, LED, I2C, LCD 16x2, IRF540N, relay sebagai simulasi mosfet IRLB3034 , Sensor *Bluetooth* HC-05, DS18B20, dan motor DC sebagai simulasi kipas.



Gambar 3.7 Perancangan rangkaian pada *Proteus*

#### 3.2.5.2 Perancangan pada Arduino UNO

Arduino UNO merupakan papan mikrokontroler yang didalamnya terdapat ATMEGA 328P-PU. Dalam papan arduino, terdapat beberapa pin yang digunakan sebagai *input* atau *output*. Pada gambar 3.9 menunjukan pin yang terdapat pada Arduino UNO. Pada rancangan alat ini *input* dan *output* pin akan ditunjukkan pada tabel 3.3.



Gambar 3.8 Arduino UNO

Sumber : <https://www.ebay.com/itm/Arduino-UNO-R3>

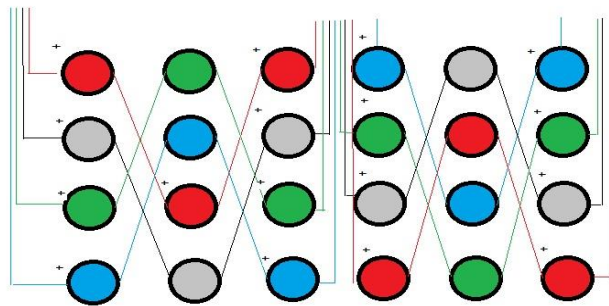
Tabel 3.3 Port pada Arduino UNO

| No | Nama                    | PIN      | Keterangan    |
|----|-------------------------|----------|---------------|
| 1  | <i>Chanel LED Red</i>   | 3        | <i>Output</i> |
| 2  | <i>Chanel LED Blue</i>  | 5        | <i>Output</i> |
| 3  | <i>Chanel LED Green</i> | 6        | <i>Output</i> |
| 4  | <i>Chanel LED White</i> | 9        | <i>Output</i> |
| 5  | Mosfet IRLB 3034        | 8        | <i>Output</i> |
| 6  | Sensor DS18B20          | 10       | <i>Input</i>  |
| 7  | SCL i2c LCD             | SCL      | <i>Output</i> |
| 8  | SDA i2c LCD             | SDA      | <i>Output</i> |
| 9  | Sensor HC-05            | 2 ( Tx ) | <i>Input</i>  |
| 10 | Sensor HC-05            | 4 ( Rx ) | <i>Input</i>  |

Dari tabel 3.3 maka dapat kita ketahui bahwa masing-masing komponen dihubungkan dengan *portnya* masing-masing sesuai dengan fungsi dan programnya agar tidak terjadi eror pada alat.

### 3.2.5.3 Perancangan Rangkaian HPL ( *High Power Led* )

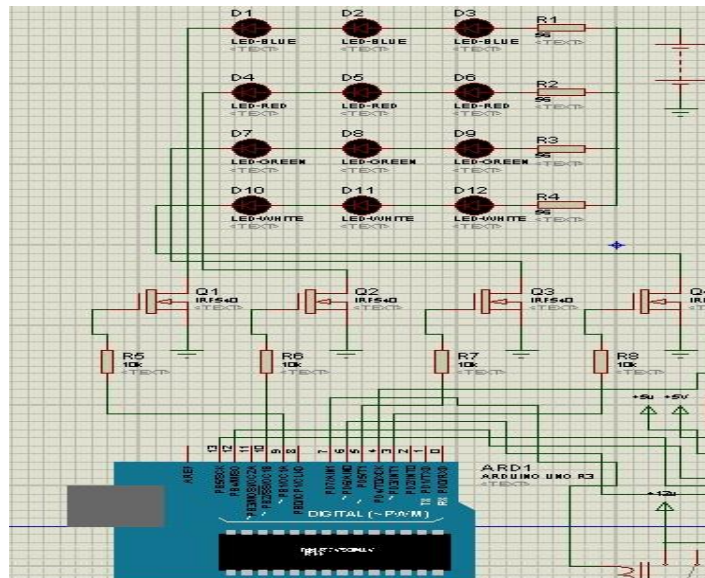
Pada gambar 3.9 rangkaian LED disimulasikan menggunakan 12 LED yang dirangkai seri- paralel. Dengan sumber berupa *powersuply* 12V 2A. LED disusun berdasarkan warna agar nantinya mudah untuk melakukan kontrol warna pencahayaan. Terdapat 4 *Chanel* warna yaitu *red*, *green*, *blue* dan *white* sehingga masing- masing *chanel* akan dihubungkan pada terminal *Drain* mosfet IRF 540 N. Mosfet akan terhubung dengan pin output PWM dari arduino karena pada alat ini akan dibuat kontrol *dimmer* untuk LED. Sehingga masing-masing *chanel* dapat diatur tingkat terang dan redupnya berdasarkan program *output* dari arduino. Untuk mempermudah pengontrolan akan digunakan aplikasi pada *smartphone* yang dikoneksikan dengan sensor *bluetooth*.



Gambar 3.9 Rangkaian Seri-Paralel LED

Pada gambar 3.9 adalah LED yang dirangkai secara seri paralel. Rangkaian ini bertujuan agar masing masing warna dapat dikelompokkan menjadi 4 *chanel*, sehingga akan lebih efisien saat dilakukan proses *dimmer*. LED yang digunakan adalah HPL dengan daya 1 watt.

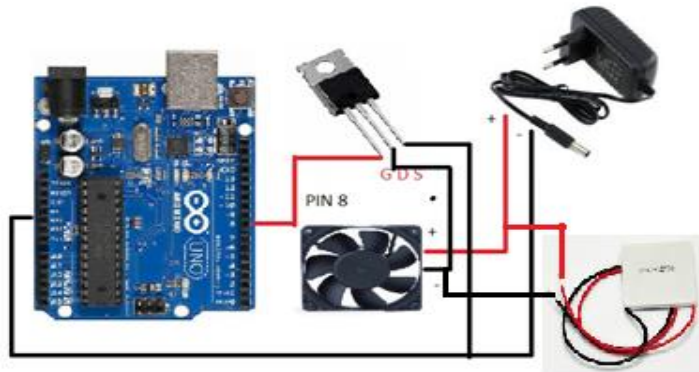
Bekerja pada kisaran tegangan 3,3-3,6 Volt dan arus 300-350mA. Catu daya yang digunakan berupa *powersupply* dengan output 12 Volt 2A, sehingga rangkaian dibuat 3 Seri dan 6 Paralel. Selanjutnya, masing masing *chanel* akan dihubungkan dengan pin PWM arduino untuk dapat dilakukan proses *dimmer*, rangkaian PWM dapat dilihat pada gambar 3.10 di simulasi Proteus.



Gambar 3.10 Rangkaian HPL pada Proteus

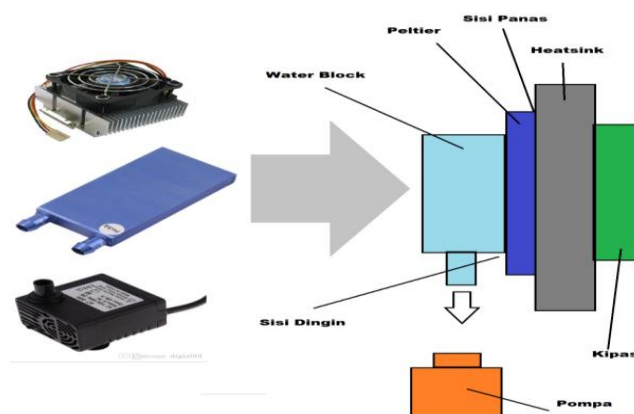
### 3.2.5.4 Perancangan Kontrol Suhu

Untuk mengontrol suhu air pada *Aquascape* menggunakan sensor DS18B20. Sensor ini menggunakan *waterproof* sehingga akan optimal dalam pembacaannya. Sebagai *output* akan digunakan pendingin berupa peltier dan kipas DC 12V yang akan bekerja berdasarkan perintah dari pembacaan suhu yang diprogram pada arduino. Kipas dan peltier akan bekerja saat didapatkan suhu diatas 26° Celcius dan akan berhenti saat mencapai batas suhu dibawah 26° Celcius. Sehingga untuk mengontrol *ON* dan *OFF* nya akan digunakan mosfet IRLB 3034 agar dapat bekerja secara optimal. Rangkaian kipas pendingin akan ditunjukkan pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Rangkaian Kipas Pendingin dan Peltier

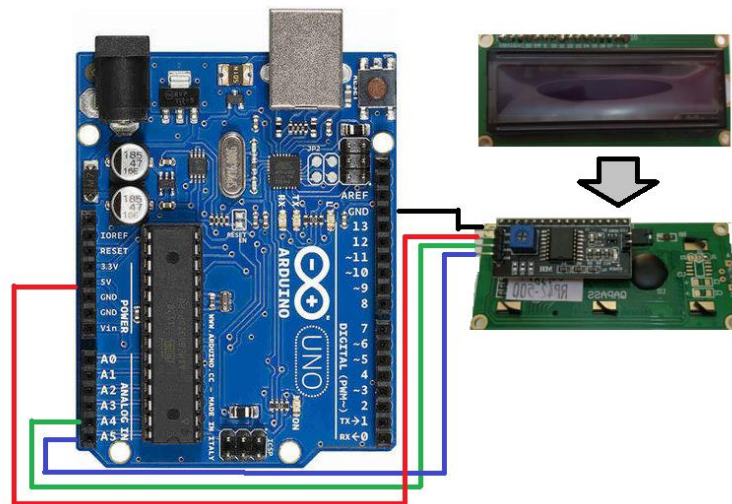
Untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam melakukan proses pendinginan, maka pada peltier dipasangkan pula pendingin berupa *heatsink*, *waterblock*, dan kipas. *Heatsink* berfungsi sebagai pendingin pada salah satu sisi panas peltier. Seperti yang sudah diketahui bahwa agar sisi dingin dapat maksimal, maka sisi panas perlu didinginkan. Oleh karena itu dipasangkan *heatsink* yang didinginkan oleh kipas. Selain itu pada bagian sisi dingin peltier akan dipasangkan *waterblock* agar peltier bekerja mendinginkan air yang mengalir pada *waterblock*. Air *aquarium* akan dipompa ke *waterblock* dan akan didinginkan oleh peltier. Untuk lebih jelasnya akan ditampilkan susunan pemasangan peltier pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Susunan Peltier

### 3.2.5.5. Perancangan Display

Display berfungsi untuk memberikan informasi pada pengguna dengan menampilkannya pada LCD. Pada gambar 3.14 alat ini menggunakan LCD 16x2 yang dihubungkan dengan I2C (*Inter Integrated Circuit* ). Karena pada alat ini membutuhkan banyak pin pada arduino, penggunaan I2C sangat bermanfaat selain lebih praktis pada perancangan juga untuk menghemat pin yang terhubung pada arduino. I2C memiliki 4 pin yaitu VCC, *GROUND*, SCL, dan SDA. Pada gambar 3.13 SCL dihubungkan pada pin A4 dan SDA dihubungkan pada pin A5.

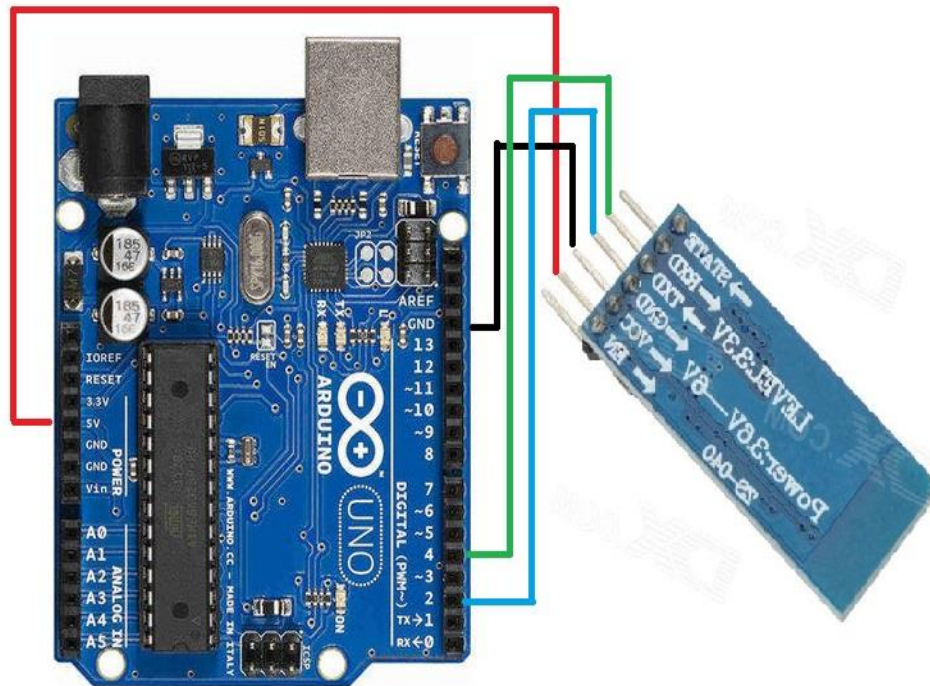


Gambar 3.13 Rangkaian I2C LCD 16x2

### 3.2.5.6 Perancangan Sensor *Bluetooth*

Modul *Bluetooth* HC-05 adalah *converter* komunikasi serial level TTL (UART) kedalam bentuk komunikasi wireless yaitu *bluetooth*. Pada alat ini sensor *bluetooth* berfungsi sebagai perantara untuk mengkoneksikan perpindahan data antara arduino dan *smartphone*. Pada gambar 3.14 akan ditunjukkan rangkaian sensor *bluetooth* HC-05. Sensor *Bluetooth* ini memiliki 6 pin, namun kita hanya akan menggunakan 4 pin yang kita butuhkan saja yaitu VCC, *GROUND*, TX dan RX.



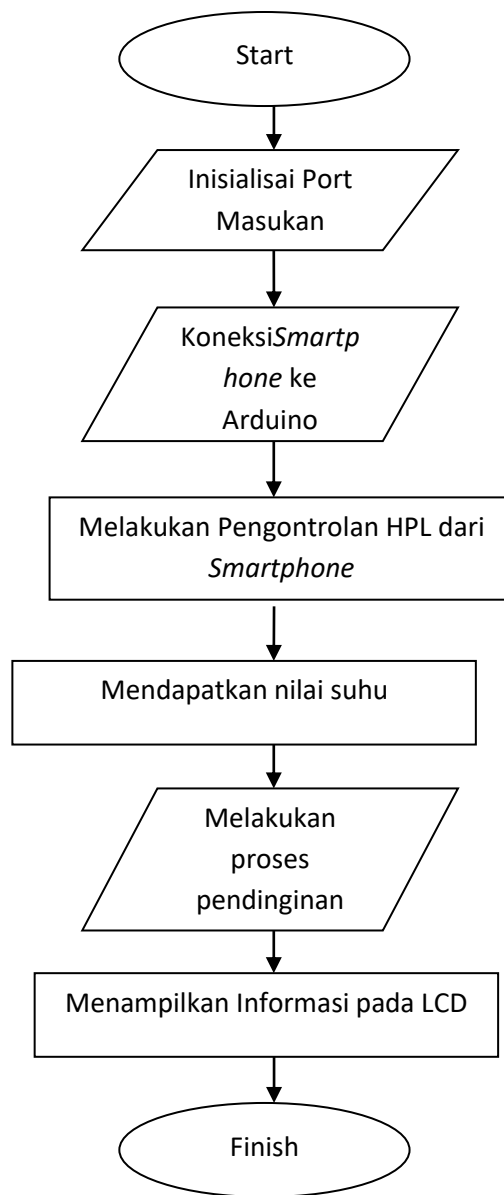


Gambar 3.14 Rangkaian Sensor *Bluetooth* HC-05

### 3.2.5.7 Perancangan Program Utama

Perancangan program utama ini secara garis besar bertujuan untuk mengatur kerja sistem seperti inialisasi *register* I/O dan *variable*, pembacaan hasil sensor, proses pengaturan sinyal kontrol serta pengaturan input tegangan pada *driver* LED. Program utama berperan sebagai pengatur jantung perangkat lunak yang akan mengatur keseluruhan operasi yang melibatkan fungsi-fungsi pendukung. Fungsi-fungsi pendukung akan melakukan kerja khusus sesuai kebutuhan dari program utama. Diagram alur program utama akan ditampilkan pada gambar 3.15.





Gambar 3.15 *Flowchart* perancangan program utama

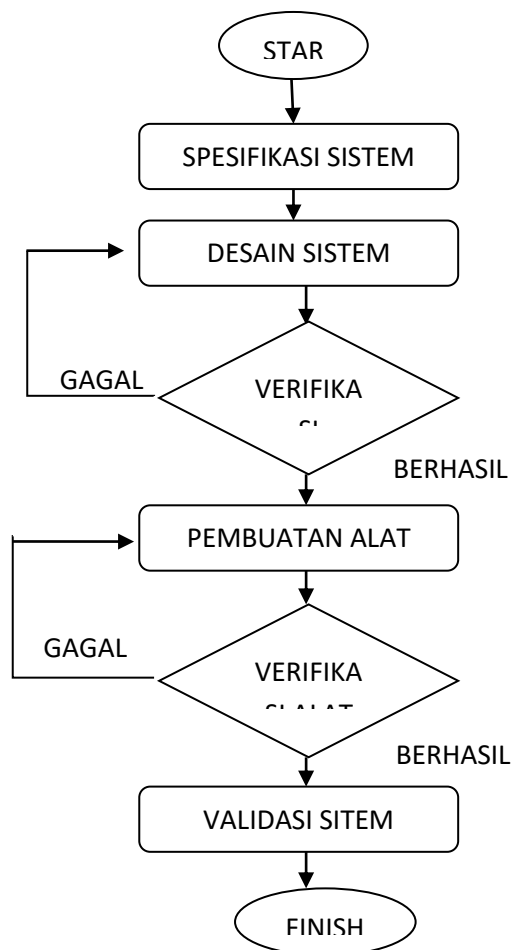
Pada gambar 3.15 menunjukkan diagram alur pengiriman data. Dimulai dari awal, program melakukan inisialisasi terhadap *port – port* mikrokontroler yang digunakan untuk proses bekerjanya alat. Pertama sensor *bluetooth* akan menunggu konektivitas dari *smartphone* pengguna. Saat *bluetooth* pada *smartphone* telah diaktifkan, kemudian menjalankan aplikasi dengan mengkonekasikan pada sensor *bluetooth* HC-05 untuk dapat mengirim data ke arduino. Setelah *smartphone* dan

arduino dapat terkoneksi maka pengontrolan HPL dari aplikasi pada *smartphone* dapat dilakukan.

Setelah itu pembacaan suhu oleh sensor DS18B20 akan diproses dan ditampilkan pada LCD. Ketika suhu mencapai ukuran yang telah ditentukan oleh program, maka selanjutnya kipas pendingin akan aktif untuk melakukan proses pendinginan pada air *aquarium*.

### 3.2.6 Pembuatan Alat

Pada tahap pembuatan alat terdiri dari pembuatan *prototype*, *hardware*, dan *software*. Pembuatan *prototype* disimulasikan menggunakan Proteus dan *board* arduino. Kemudian pembuatan *software* untuk program dibuat menggunakan Arduino IDE. Pembuatan *hardware* dilakukan setelah melakukan perancangan dan simulasi . Prosedur pembuatan alat yang akan dilakukan digambarkan pada diagram alir 3.16.



Gambar 3.16 Flowchart pembuatan alat

### **3.2.7 Perlakuan Pengujian**

Tahap perlakuan pengujian meliputi pengujian perangkat lunak dan perangkat keras. Pengujian ini dimaksudkan untuk memastikan kinerja dari alat yang akan dibuat untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

#### **3.2.7.1 Pengujian Perangkat Lunak**

Pengujian dilakukan menggunakan simulasi program Proteus. Pada simulasi dirancang semirip mungkin dengan kinerja alat yang akan dibuat. Untuk pengujian *software* berupa program dilakukan melalui Arduino IDE dan diterapkan dengan *board* mini arduino untuk disimulasikan.

#### **3.2.7.2 Pengujian Perangkat Keras**

Setelah dilakukan pengujian perangkat lunak, kemudian program tersebut di *upload* dan disimulasikan pada *board* mini arduino. Sebelum dibuatnya alat, masing-masing komponen akan diuji terlebih dahulu agar saat dibuat nanti alat dapat bekerja dengan optimal.

Pengujian komponen sistem kontrol suhu terdiri dari :

##### **1. Pengujian Sensor suhu DS18B20 dan LCD 16x2**

Pengujian sensor suhu dengan cara mengupload program yang telah dibuat pada Arduino IDE kemudian membuat rangkaian sederhana untuk dapat melakukan pembacaan suhu dan menampilkannya pada LCD. Setelah sensor dapat membaca suhu, kemudian hasil pembacaan dibandingkan dengan hasil pembacaan alat ukur. Selisih hasil pembacaan tersebut kemudian dicari erornya dan dianalisis.

##### **2. Pengujian peltier dan kipas pendingin.**

Pengujian dilakukan dengan memberikan tegangan 12V5A pada peltier dan kipas. Kondisi peltier yang baik yaitu apabila diberi tegangan, maka salah satu sisi peltier akan menjadi dingin dan sisi lainnya akan menjadi panas. Untuk mengetahui perbedaan tersebut maka dilakukan pengujian dengan mengukur suhu pada kedua sisi peltier tersebut. Hasil pengukuran tersebut dimasukan pada data dan dianalisis.

##### **3. Pengujian Mosfet IRLB3034**

Pengujian mosfet IRLB 3034 adalah dengan memberikan keluaran analog pin arduino menjadi kondisi *HIGH* dan *LOW*. Karena pada alat ini mosfet

digunakan sebagai switch, maka perlu dilakukan pengujian berupa pengukuran tegangan pada kaki gate mosfet. Dimana pada kaki gate mosfet akan menghasilkan tegangan 5Volt pada saat kondisi pin keluaran *HIGH* dan akan bertegangan 0 Volt ketika pada kondisi *LOW*.

Pengujian sistem kontrol pencahayaan terdiri dari :

#### 1. Pengujian HPL

Pengujian HPL dengan merangkai HPL sesuai dengan tegangan dan arus kerjanya dengan memperhitungkan sumber yang digunakan. HPL dirangkai secara seri paralel pada *powersupply* 12V2A.

#### 2. Pengujian Mosfet IRF540N

Pengujian mosfet dengan menghubungkan mosfet pada PIN PWM arduino. Mosfet yang baik akan menghasilkan pulsa sesuai dengan nilai parameter pada keluaran arduino. Pengujian dilakukan dengan melakukan pengukuran tegangan pada kaki gate mosfet saat melakukan proses *Dimmer* pada HPL. Hasil pengukuran dilakukan secara bertahap dan hasilnya dimasukkan dalam data untuk dapat dianalisis.

#### 3. Pengujian konektifitas sensor *bluetooth* HC-05

Pengujian sensor dilakukan dengan menyandingkan perangkat dengan *smartphone*. Setelah sandi yang dimasukan cocok kemudian aktifkan konektifitas dengan aplikasi *BT\_LED\_Controller*. Aplikasi dapat digunakan apabila sensor HC-05 dapat terkoneksi. Kemudian dilakukan pengujian terhadap jarak optimal agar sensor HC-05 dan *smartphone* dapat terkoneksi. Hasil pengujian kemudian dimasukan dalam data dan dilakukan analisis.

#### 4. Pengujian perbedaan penggunaan HPL dengan lampu lain.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat efisien penggunaan HPL dibandingkan dengan lampu lain. Pengujian dilakukan dengan mengambil *sampel* beberapa jenis lampu yang berbeda. Kemudian dibandingkan lampu tersebut dari jenis lampu, tegangan, suhu kerja dan tingkat intensitas cahaya yang dihasilkan. Setelah hasil didapat kemudian dimasukan dalam data untuk dapat dianalisis dan ditarik kesimpulan.

### **3.2.8 Hasil Alat**

Setelah semua tahap dilakukan maka akan menghasilkan alat berupa sistem kontrol suhu dan pencahayaan untuk *Aquascape*. Dengan menggunakan Arduino Uno serta sensor lainnya, alat ini mampu untuk mengontrol suhu dengan menyalakan atau mematikan peltier dan kipas pendingin sesuai dengan batasan suhu yang kita inginkan. Kemudian alat ini dapat melakukan pengontrolan pencahayaan dari *smartphone* menggunakan komunikasi *bluetooth* sehingga akan lebih mempermudah pengguna dalam memilih cahaya yang diinginkan.