



**PEMANFAATAN *SMARTPHONE* SEBAGAI SISTEM  
PENGENDALI KONDISI AKUARIUM**

**Skripsi**

**Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana  
Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro**

**Oleh  
Mochammad Faris Yanuar Rifqi  
NIM.5301413088**

**PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2019**



**PEMANFAATAN *SMARTPHONE* SEBAGAI SISTEM  
PENGENDALI KONDISI AKUARIUM**

**Skripsi**

**Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana  
Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro**

**Oleh  
Mochammad Faris Yanuar Rifqi  
NIM.5301413088**

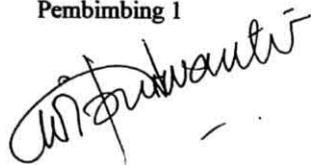
**PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2019**

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Moch. Faris Yanuar Rifqi  
NIM : 5301413088  
Program Studi : S-1 Pendidikan Teknik Elektro  
Judul Skripsi : PEMANFAATAN *SMARTPHONE* SEBAGAI SISTEM  
PENGENDALI KONDISI AKUARIUM

Skripsi ini telah disetujui pembimbing untuk diajukan ke panitia sidang ujian skripsi Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Pembimbing 1

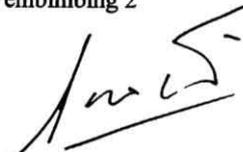


Dra. Dwi Purwanti AhT, M.S.

NIP. 195910201990022001

Semarang, Mei 2019

Pembimbing 2



Drs. Slamet Seno Adi, M.Pd., M.T.

NIP. 195812181985031004

## PENGESAHAN

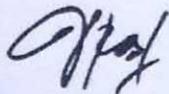
Skripsi dengan judul PEMANFAATAN *SMARTPHONE* SEBAGAI SISTEM PENGENDALI KONDISI AKUARIUM telah dipertahankan di depan panitia sidang ujian Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 1 Agustus 2019.

Oleh:

Nama : Moch. Faris Yanuar Rifqi  
NIM : 5301413088  
Program Studi : S-1 Pendidikan Teknik Elektro

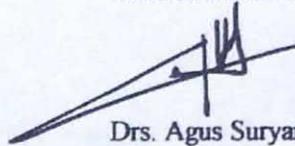
Panitia:

Ketua Panitia



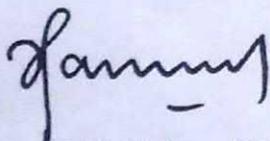
Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T.  
NIP. 197805312005011002

Sekretaris Panitia



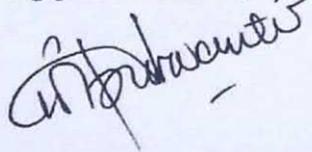
Drs. Agus Suryanto, M.T.  
NIP. 196708181992031004

Penguji I



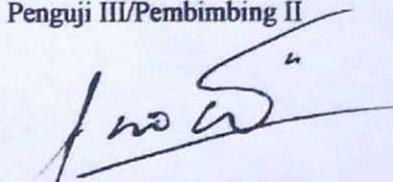
Dr. H. M. Harlanu, M.Pd.  
NIP. 196602151991021001

Penguji II/Pembimbing I



Dra. Dwi Purwanti AhT, M.S.  
NIP. 195910201990022001

Penguji III/Pembimbing II



Drs. Slamet Seno Adi, M.Pd., M.T.  
NIP. 195812181985031004

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Nur Qudus, M.T.  
NIP. 196911301994031001

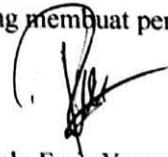
## PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (Unnes) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebut nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, 25 Mei 2019

Yang membuat pernyataan,



Moch. Faris Yanuar Rifqi

NIM. 5301413088

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

1. Skripsi yang baik adalah skripsi yang selesai
2. Pekerjaan yang tidak pernah dimulai, juga tidak akan pernah selesai.

### **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Seluruh keluarga saya yang selalu memberikan dukungan moral maupun material. Terutama almarhum Abah yang ingin melihat saya menjadi sarjana.
2. Dosen Pembimbing yang tak pernah lelah membimbing, memotivasi, dan mengarahkan.
3. Teman – teman yang setia untuk membantu, memberikan semangat, berjuang bersama, serta menjadi tempat berkeluh kesah.

## ABSTRAK

Moch. Faris Yanuar Rifqi. 2019. PEMANFAATAN *SMARTPHONE* SEBAGAI SISTEM PENGENDALI KONDISI AKUARIUM. Skripsi. Pendidikan Teknik Elektro. Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang. Dra. Dwi Purwanti AhT, M.S. dan Drs. Slamet Seno Adi, M.Pd., M.T.

Salah satu kesulitan yang dihadapi oleh para penghobi ikan adalah masalah kualitas air pada akuarium, terutama jika yang dipelihara adalah jenis ikan yang sensitif dengan contoh seperti ikan Arwana Silver. Air pada media pemeliharaan ikan tersebut harus benar – benar diperhatikan. Parameter kualitas air yang mudah diamati namun sangat berpengaruh adalah parameter fisika, khususnya suhu dan kekeruhan. Namun yang membuat cukup sulit adalah tidak dapat memantau dari jauh. Oleh sebab itu penelitian ini bertujuan untuk membuat alat pengendali kondisi kualitas air akuarium dengan menampilkan pembacaan sensor Arduino serta kontrol tindakannya pada ponsel pintar Android.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Pengembangan Teknologi dan Rekayasa dengan model pengembangan aplikasi sistem yaitu SDLC (*System Development Life Cycle*) atau disebut juga sebagai metode *Waterfall*. Penelitian terdiri dari beberapa tahapan, mulai dari perencanaan, analisis, perancangan, implementasi, serta pemeliharaan. Pengukuran suhu air menggunakan sensor DS18B20 *waterproof*, dan kekeruhan menggunakan sensor DF-SEN0189.

Hasil penelitian menunjukkan kinerja alat cukup baik. Tingkat akurasi alat ukur ini cukup akurat dan layak digunakan, dengan nilai rata – rata %*error* sensor suhu 0,4% serta nilai koefisien korelasi dari sensor kekeruhan adalah  $r = -0,99$  atau sangat kuat dengan kemiringan (*slope*) negatif. Sementara itu untuk pembacaan hasil pengukuran serta kontrol pompa dapat dilakukan melalui *Smartphone* yang terhubung ke internet. Saran yang diharapkan kepada peneliti selanjutnya adalah sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan pembaruan pada desain *software*, kode pemrograman, rumus yang lebih akurat, dan *hardware* yang lebih baik.

Kata Kunci: *DS18B20, DF-SEN0189, Internet, Kualitas Air, Smartphone,*

*Waterfall*

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**PEMANFAATAN SMARTPHONE SEBAGAI SISTEM PENGENDALI KONDISI AKUARIUM**”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Penulis menyadari bahwa penulisan ini tidak lepas dari bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dra. Dwi Purwanti AhT, M.S. dan Drs. Slamet Seno Adi, M.Pd., M.T., selaku dosen pembimbing.
2. Bapak Dr. Nur Qudus, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.
3. Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T.,M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.
4. Keluarga serta sahabat yang selalu memberi dukungan yang luar biasa.
5. Semua pihak yang tidak mungkin disebutkan satu persatu, atas bantuan dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dalam bidang teknik elektronika.

Semarang, 25 Mei 2019



Moch. Faris Yanuar Rifqi

## DAFTAR ISI

|                                     |      |
|-------------------------------------|------|
| <b>SAMPUL</b> .....                 | i    |
| <b>PERSETUJUAN PEMBIMBING</b> ..... | ii   |
| <b>PENGESAHAN</b> .....             | iii  |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....    | iv   |
| <b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....  | v    |
| <b>ABSTRAK</b> .....                | vi   |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....         | vii  |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....             | viii |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....           | xi   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....          | xii  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....        | xiv  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....      | 1    |
| 1.1.Latar Belakang .....            | 1    |
| 1.2.Identifikasi Masalah .....      | 3    |
| 1.3.Batasan Masalah.....            | 4    |
| 1.4.Rumusan Masalah .....           | 4    |
| 1.5.Tujuan Penelitian.....          | 4    |
| 1.6.Manfaat Penelitian.....         | 5    |
| 1.7.Penegasan Istilah .....         | 5    |
| 1.8.Sistematika Penulisan.....      | 6    |

|   |               |
|---|---------------|
| <b>BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....</b>             | <b>8</b>      |
| 2.1. Kajian Pustaka .....   | 8             |
| 2.2. Landasan Teori .....   | 10            |
| 2.2.1. Sistem Kendali .....                                       | 10            |
| 2.2.1.1. Bagian – Bagian Sistem Kontrol.....                      | 11            |
| 2.2.2. Kondisi Akuarium.....                                      | 13            |
| 2.2.2.1. Kualitas Air .....                                       | 13            |
| 2.2.2.2. Parameter Fisis Kualitas Air .....                       | 14            |
| 2.2.3. <i>Smartphone</i> / Ponsel Pintar .....                    | 16            |
| 2.2.3.1. Fitur Android.....                                       | 17            |
| 2.2.3.2. Sistem Operasi Android .....                             | 17            |
| 2.2.4. Proses Pengendalian Kondisi Akuarium .....                 | 18            |
| 2.2.4.1. Android Studio .....                                     | 19            |
| 2.2.4.2. Internet .....   | 20            |
| 2.2.4.2.1. <i>Websserver</i> .....                                | 21            |
| 2.2.5. Alat Deteksi Kondisi Akuarium .....                        | 22            |
| 2.2.5.1. Sensor .....   | 23            |
| 2.2.5.1.1. Sensor Suhu DS18B20.....                               | 23            |
| 2.2.5.1.2. Sensor Kekeruhan Air ( <i>Turbidity Sensor</i> ) ..... | 25            |
| 2.2.5.2. Arduino .....  | 28            |
| 2.2.5.2.1. Kelebihan Arduino .....                                | 30            |
| 2.2.5.2.2. Arduino Mega 2560 .....                                | 31            |
| 2.2.5.2.3. Arduino IDE.....                                       | 33            |
| 2.2.5.2.4. <i>Ethernet Shield Module</i> .....                    | 34            |
| <br><b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>                        | <br><b>38</b> |
| 3.1. Tempat Pelaksanaan Penelitian .....                          | 38            |
| 3.2. Desain Penelitian .....                                      | 38            |
| 3.2.1. Perencanaan.....   | 39            |
| 3.2.2. Analisis Kebutuhan .....                                   | 41            |
| 3.2.3. Desain Alat .....  | 42            |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.2.3.1. Perancangan Mekanik .....   | 43        |
| 3.2.3.2. Perancangan Elektronik.....   | 45        |
| 3.2.3.3. Perancangan Perangkat Lunak .....   | 48        |
| 3.3. Implementasi dan Pemeliharaan Alat.....   | 51        |
| 3.4. Pengujian Alat .....  | 52        |
| 3.5. Alat dan Bahan Penelitian .....   | 52        |
| 3.6. Parameter Penelitian.....   | 54        |
| 3.7. Teknik Pengumpulan Data .....   | 57        |
| 3.8. Analisis Data .....   | 58        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>   | <b>59</b> |
| 4.1. Hasil.....  | 59        |
| 4.1.1. Hasil Pembuatan Alat.....   | 59        |
| 4.1.2. Hasil Pengujian Alat.....   | 61        |
| 4.1.2.1. Hasil Uji Kalibrasi Sensor Suhu DS18B20 Terhadap<br>Termometer Pada TDS Meter ..... | 61        |
| 4.1.2.2. Pengujian Respons Sensor Terhadap Perubahan Nilai<br>Kekeruhan Air .....            | 63        |
| 4.2. Pembahasan .....  | 68        |
| 4.2.1. Pembuatan Alat .....  | 68        |
| 4.2.2. Pengujian Alat .....  | 70        |
| 4.2.3. Kelebihan dan Kelemahan .....   | 71        |
| <b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....</b>  | <b>72</b> |
| 5.1. Simpulan.....   | 72        |
| 5.2. Saran .....   | 73        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>  | <b>74</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>   | <b>77</b> |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 2.1 Kualitas Air Untuk Ikan .....   | 13 |
| Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Mega 2560.....  | 32 |
| Tabel 2.3 Karakteristik Elektronik Ethernet <i>Shield</i> .....                     | 35 |
| Tabel 2.4 Informasi pin <i>ethernet shield</i> .....                                | 36 |
| Tabel 3.1 Alat dan Bahan.....   | 52 |
| Tabel 3.2 Kalibrasi Sensor Suhu DS18B20 Terhadap Termometer<br>Pada TDS Meter ..... | 55 |
| Tabel 3.3 Pengujian Respons Sensor Terhadap Kekeruhan Air .....                     | 56 |
| Tabel 4.1 Hasil Uji Kalibrasi Sensor Suhu .....                                     | 62 |
| Tabel 4.2 Hasil Pengujian Respons Sensor Terhadap Kekeruhan Air.....                | 64 |
| Tabel 4.3. Tabel Perhitungan Regresi Linear.....                                    | 66 |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.1. Sistem Kontrol Secara Lengkap .....             | 11 |
| Gambar 2.2. Lutron TU-2016 Turbiditymeter .....             | 16 |
| Gambar 2.4. Blok Diagram Perencanaan Alat .....             | 19 |
| Gambar 2.5. Antarmuka Android Studio .....                  | 20 |
| Gambar 2.6. Jaringan <i>Webserver</i> .....                 | 21 |
| Gambar 2.7. Tampilan halaman utama <i>Webserver</i> .....   | 22 |
| Gambar 2.8 Sensor DS18B20 .....                             | 24 |
| Gambar 2.9. Mode Power Sensor DS18B20.....                  | 25 |
| Gambar 2.10. Turbidity Sensor .....                         | 26 |
| Gambar 2.11. Skematik diagram <i>turbidity sensor</i> ..... | 27 |
| Gambar 2.12. Sensor turbidity pada Arduino Mega 2560 .....  | 28 |
| Gambar 2.13. Macam-macam papan Arduino .....                | 29 |
| Gambar 2.14. <i>Software</i> Arduino IDE.....               | 29 |
| Gambar 2.15. Arduino Mega 2560 .....                        | 32 |
| Gambar 2.16. Arduino Mega <i>pin mapping</i> .....          | 33 |
| Gambar 2.17. Tampilan Arduino IDE/ <i>Programmer</i> .....  | 34 |
| Gambar 2.18. <i>Ethernet Shield Module</i> .....            | 35 |
| Gambar 2.19. Pin <i>Ethernet Shield</i> .....               | 36 |
| Gambar 3.1 Tahapan Model Penelitian <i>Waterfall</i> .....  | 39 |
| Gambar 3.2. Bagan Alir Cara Kerja Alat .....                | 40 |
| Gambar 3.3 Blok Rancang Bangun Desain Alat.....             | 42 |

|  |    |
|--|----|
| Gambar 3.4 Desain Bagian <i>Casing</i> Alat .....                    | 44 |
| Gambar 3.5. Desain Bagian Peletakan Sensor Dan Pompa .....           | 45 |
| Gambar 3.6. Rangkaian Utama Alat .....                               | 46 |
| Gambar 3.7. Pemasangan Ethernet Shield .....                         | 48 |
| Gambar 3.8. Pengaturan <i>serial port</i> untuk Arduino IDE.....     | 49 |
| Gambar 3.9. <i>Sketch</i> Sistem Pengendalian Kondisi Aquarium ..... | 50 |
| Gambar 3.10. Desain tampilan antarmuka pada Android .....            | 51 |
| Gambar 4.1. Hasil Pembuatan Alat.....                                | 59 |
| Gambar 4.2. Grafik Uji Kalibrasi Sensor.....                         | 63 |
| Gambar 4.3. Grafik Korelasi Kekeruhan Dan Tegangan.....              | 68 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|  |    |
|--|----|
| Lampiran 1 Dokumentasi Penelitian.....             | 77 |
| Lampiran 2 Alat .....                              | 78 |
| Lampiran 3 Surat Keputusan Dosen Pembimbing .....  | 79 |
| Lampiran 4 Formulir Laporan Selesai Bimbingan..... | 80 |
| Lampiran 5 Formulir Pembimbingan Penulisan .....   | 81 |

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kegiatan pemeliharaan ikan air tawar sudah begitu marak dan luas di Indonesia. Salah satunya pemeliharaan ikan di dalam akuarium yang bertujuan sebagai hobi maupun usaha. Walaupun iklim dan suhu di Indonesia sangat cocok untuk pemeliharaan ikan. Akuarium tetap membutuhkan proses penanganan khusus, terutama jika yang dipelihara adalah jenis ikan yang sensitif dengan contoh seperti ikan Arwana Silver. Air pada media pemeliharaan ikan tersebut harus benar – benar diperhatikan. Untuk mencapai kondisi optimal air untuk pemeliharaan ikan Arwana Silver, pemilik diharuskan rajin mengganti airnya setiap 2 hari sekali. Suhu untuk pemeliharaan juga harus stabil pada  $25^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}$ .

Salah satu kesulitan yang dihadapi oleh para penghobi ikan adalah masalah kualitas air pada akuarium, kualitas air adalah kondisi kualitatif air yang diukur dan diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metode tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku (Pasal 1 keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 tahun 2003). Kualitas air dapat dinyatakan dengan parameter kualitas air. Parameter ini meliputi parameter fisik, kimia, dan mikrobiologis (Masduqi,2009).

Parameter air yang mudah diamati namun sangat berpengaruh terhadap kualitas air adalah parameter fisika. Parameter fisika pada kualitas air terdiri atas 2 bagian yaitu tingkat kecerahan (kekeruhan) dan suhu. Menurut Kordi dan Andi

(2009), kecerahan adalah sebagian cahaya yang diteruskan kedalam air dan dinyatakan dalam (%). Kemampuan cahaya matahari untuk menembus sampai ke dasar perairan dipengaruhi oleh kekeruhan (*turbidity*) air. Dengan mengetahui kecerahan suatu perairan, kita dapat mengetahui sampai dimana masih ada kemungkinan terjadi proses asimilasi dalam air, lapisan-lapisan manakah yang tidak keruh, yang agak keruh, dan yang paling keruh. Air yang tidak terlampau keruh dan tidak pula terlampau jernih, baik untuk kehidupan ikan dan udang budidaya.

Menurut Lesmana (2001), suhu pada air mempengaruhi kecepatan reaksi kimia, baik dalam media luar maupun dalam tubuh ikan. Suhu makin naik, maka reaksi kimia akan semakin cepat, sedangkan konsentrasi gas akan semakin turun, termasuk oksigen. Akibatnya, ikan akan membuat reaksi toleran dan tidak toleran. Naiknya suhu, akan berpengaruh pada salinitas, sehingga ikan akan melakukan proses osmoregulasi. Oleh ikan dari daerah air payau akan melakukan toleransi yang tinggi dibandingkan ikan laut dan ikan tawar.

Dalam memaksimalkan kualitas air dilihat dari parameter fisika, diperlukan pengkondisian kualitas air akuarium dengan cara mengawasi parameter fisika yaitu kekeruhan dan suhu air, kemudian melakukan tindakan penanganan yaitu pengurasan dan pengisian air kembali sehingga kualitas air akuarium dapat terjaga dengan baik. Tuntutan untuk memenuhi syarat di atas agar air pada akuarium tetap terjaga tentulah akan menyita waktu yang cukup banyak bagi pemelihara ikan. Mengingat sekarang adalah masa dimana teknologi sudah melaju pesat dan jarak yang jauh juga sudah dapat diatasi dengan internet, maka akan terasa mubadzir jika tidak dimanfaatkan. Oleh sebab itu dibutuhkan sebuah rancangan alat yang dapat

memantau dan menginformasikan kondisi air akuarium kepada pemelihara ikan secara *realtime* dimanapun pemelihara ikan berada menggunakan teknologi terkini.

Dari permasalahan diatas penulis memilih skripsi dengan judul **“PEMANFAATAN SMARTPHONE SEBAGAI SISTEM PENGENDALI KONDISI AKUARIUM”** yaitu suatu sistem yang secara realtime dapat menampilkan hasil monitoring berupa data suhu dan kekeruhan air, disertai dengan penanganannya melalui *smartphone*.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka terdapat beberapa masalah yang dapat diidentifikasi antara lain:

1. Perubahan kualitas air dapat disebabkan karena terjadinya perubahan 3 parameter yaitu parameter fisika, kimia, dan mikrobiologis.
2. Pengawasan terus menerus perlu dilakukan dari jarak jauh terkait banyaknya aktivitas dari pemilik akuarium.
3. Kegiatan mengganti air cukup menyita waktu jika dilakukan setiap 2 hari sekali.
4. Banyaknya teknologi terbaru yang terasa mubadzir jika tidak dimanfaatkan
5. Sensitifitas ikan peliharaan yang terlalu peka terhadap kualitas air harus benar – benar diperhatikan.

### **1.3 Batasan Masalah**

Agar pembahasan dalam penelitian ini tidak terlalu luas dan keluar dari topik yang telah ditentukan, maka penulis membatasi permasalahan sebagai berikut:

Penelitian ini berfokus kepada pemanfaatan *smartphone* sebagai sistem kendali kondisi akuarium berbasis Arduino pada parameter fisika yaitu suhu dan kekeruhan yang dapat diakses dari jarak jauh.

### **1.4 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian skripsi ini adalah :

1. Bagaimana cara membuat alat sistem kendali untuk menjaga kualitas air akuarium?
2. Bagaimana cara membuat alat sistem kendali untuk air akuarium dengan memanfaatkan *smartphone*?
3. Bagaimana cara mengetahui alat yang dibuat memiliki kinerja yang baik dan akurat?

### **1.5 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

Membuat alat pengendali kondisi kualitas air akuarium dengan menampilkan pembacaan sensor Arduino serta kontrol tindakannya pada ponsel pintar Android.

## 1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Dapat memonitor perubahan kualitas air akuarium secara *realtime* pada jarak yang jauh
2. Pemanfaatan smartphone sebagai sistem pengendali aquarium ini dapat diimplementasikan pada akuarium maupun pada sesuatu yang masih berhubungan dengan pengendalian kondisi air.

## 1.7 Penegasan Istilah

Untuk menghindari pembahasan yang meluas serta menghindari kesalahpahaman pembaca dalam memahami istilah yang dipakai dalam skripsi ini, maka perlu dibuat penjelasan terhadap istilah-istilah berikut ini:

1. *Smartphone*

*Smartphone* adalah telepon yang *internet enabled* yang biasanya menyediakan fungsi Personal Digital Assistant (PDA), seperti fungsi kalender, buku agenda, buku alamat, kalkulator, dan catatan. (Gary B et al, 2007).

2. Sistem Kendali

Definisi 1. Sistem adalah suatu susunan, set, atau sekumpulan sesuatu yang terhubung atau terkait sedemikian rupa sehingga membentuk sesuatu secara keseluruhan, definisi 2. Sistem adalah susunan komponen fisik yang terhubung atau terkait sedemikian rupa sehingga membentuk atau bertindak sebagai seluruh unit dalam satu kesatuan. Sedangkan kata kontrol atau

kendali biasanya diartikan mengatur, mengarahkan, atau perintah. Dari kedua makna kata sistem dan kontrol/kendali, sistem kendali adalah suatu susunan komponen fisik yang terhubung atau terkait sedemikian rupa sehingga dapat memerintah, mengarahkan, atau mengatur diri sendiri atau sistem lain (DiStefano et al, 2011). Di dalam dunia engineering dan science sistem kendali cenderung dimaksudkan untuk sistem kendali dinamis.

Sistem kendali terdiri dari sub-sistem dan proses (atau *plants*) yang disusun untuk mendapatkan keluaran(*output*) dan kinerja yang diinginkan dari input yang diberikan (Nise dan John 2010)

### 3. Kondisi

Kondisi adalah suatu persyaratan atau keadaan. (KBBI, 2017)

### 4. Akuarium (*Aquarium*)

Akuarium adalah bak kaca (biasanya diberi tanaman air dan sebagainya) tempat memelihara ikan hias (KBBI, 2017)

Berdasarkan penegasan istilah di atas, penulis/perancang bermaksud untuk menciptakan suatu sistem kendali untuk mengatur dan mengawasi kondisi akuarium yang dapat dilakukan dari jarak jauh melalui *Smartphone*.

## 1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi merupakan metode penulisan yang digunakan untuk memudahkan pemahaman tentang struktur penulisan dan isi skripsi. Pada sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari tiga bagian utama yaitu:

1. Bagian awal skripsi

Pada bagian pertama skripsi ini berisi halaman judul, persetujuan pembimbing, halaman pengesahan, halaman pernyataan, motto dan persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel dan daftar lampiran.

2. Bagian isi skripsi

Pada bagian ini terdiri dari 5 (lima) bab yaitu:

**BAB I**      Pendahuluan, pada bab ini berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah dan sistematika penulisan skripsi.

**BAB II**      Kajian pustaka dan landasan teori, bab ini berisi tentang kajian pustaka mengenai landasan teori dari penelitian skripsi ini.

**BAB III**     Metode penelitian, berisi tentang tempat pelaksanaan diadakannya penelitian, alat dan bahan yang digunakan, perancangan alat, prinsip kerja alat, dan metode pengambilan data penelitian.

**BAB IV**      Hasil penelitian dan pembahasan, pada bab ini berisi tentang hasil-hasil dari penelitian dan pembahasan dari penelitian.

**BAB V**      Penutup, bab penutup terdiri dari kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

3. Bagian akhir skripsi

Pada bagian akhir ini berisi daftar pustaka dan lampiran-lampiran.

## BAB II

### PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1.Kajian Pustaka

Penelitian yang berhubungan dengan “Pemanfaatan *Smartphone* Sebagai Sistem Pengendali Kondisi Akuarium” telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya, khususnya pada kualitas air dan *monitoring* melalui internet atau dengan kata lain *Internet of Things* (IoT), Penelitian berjudul *Smart Device to Monitor Quality to Avoid Pollution in IoT Environment* (2015) yang dilakukan oleh Pandian D R dan Dr. Mala K dalam *International Journal of Emerging Technology in Computer Science & Electronics* (IJETCSE), dalam penelitian ini papan Arduino diintegrasikan dengan modul ZigBee (XBee) untuk dapat mengirim laporan data hasil *monitoring* kualitas air ke *local cloud server* milik peneliti. Peneliti kemudian mengunduh data dan melihat hasil *monitoring* pada komputer. Kekurangan dalam penelitian ini yaitu server yang dipakai hanyalah server lokal dan jaraknya sangat dekat layaknya Bluetooth, sehingga tidak bisa diakses dari jarak jauh layaknya IoT pada umumnya.

Rohit Kamble, Sagar Kakade, Abhijeet Mahajan, dan Akshay Bhosale dalam *International Journal of Recent Innovation in Engineering and Research* melakukan penelitian dengan judul *Automatic Water Quality Monitoring System Using Arduino* (2017) melakukan penelitian kualitas air minum pada aspek pH, kekeruhan, dan konduktivitas air. Penelitian ini cukup lengkap dalam parameter fisika namun modul jaringan yang dipakai masih modul GPRS.

Sukamto, S.T., M.T, melakukan penelitian berjudul Monitoring Perbandingan Kualitas Air Danau dan PDAM Menggunakan Sensor Turbidity, pH, dan Suhu Berbasis Web (2016) dalam *Journal of Electrical Control and Automotive Engineering* telah melakukan penelitian perbandingan air danau dan PDAM memakai papan Arduino Mega 2560 dan RF 433MHz. Penelitian ini sudah menggunakan tampilan antarmuka yang lebih bagus dari pendahulunya yaitu menggunakan Web, namun jaringan yang dipakai masih belum internet.

Dwi Aryanta, Arsyad Ramadhan D., dan Asmarina Mushliha Jaya dengan penelitian berjudul Perancangan dan Implementasi Prototype Kendali Peralatan Listrik Melalui Internet (2014) dalam Jurnal Reka Elkomika. Pada penelitian ini pengendalian peralatan listrik menggunakan Arduino, Ethernet *Shield*, *Webserver* pribadi, serta internet. Pengguna dapat mengendalikan peralatan listrik dengan mengakses *web* melalui perangkat komputer maupun ponsel.

Priadhana Edikresnha, Hardiansyah, dan Eka Budhy Prasetya dengan penelitian berjudul Rancang Bangun Pemelihara Lele Otomatis Dengan Pengaturan Waktu Makan Dan Penjagaan Kualitas Air Menggunakan Atmega328 (2016) pada Seminar Riset Teknologi Informasi (SRITI) tahun 2016. Penelitian ini merancang alat pemeliharaan lele otomatis dari aspek pemberian makan. Untuk penjagaan kualitas air hanya fokus pada pH air. Sistem pemeliharaan tidak dapat dipantau dari jauh karena mengandalkan LCD 1602 sebagai *displaynya*.

Dari beberapa penelitian terdahulu dapat disimpulkan bahwa para peneliti tersebut telah berhasil membuat alat yang mampu memonitor kualitas air dari beberapa parameter fisika maupun kimia menggunakan mikrokontroler. Untuk

pemantauan, para peneliti tersebut ada yang sudah memanfaatkan jaringan nirkabel baik yang menggunakan internet ataupun jaringan lokal, namun masih ada yang menggunakan kabel dan hanya ditampilkan melalui LCD 1602 saja sebagai *displaynya*, Oleh karena itu pada penelitian ini dibuatlah sebuah sistem yang memanfaatkan beberapa yang sudah ada pada penelitian sebelumnya yaitu *monitoring* kualitas air pada parameter fisika yaitu suhu dan kekeruhan Namun sistem yang dibuat pada penelitian ini memiliki kelebihan yaitu memiliki aplikasi sendiri pada smartphone sebagai antarmuka serta memiliki kemampuan untuk mengambil tindakan penggantian air yang sudah kotor.

## **2.2.Landasan Teori**

### **2.2.1. Sistem Kendali**

Terdapat beberapa definisi dalam sistem kontrol yang dapat diuraikan, yaitu (1) sistem adalah kombinasi dari beberapa komponen yang bekerja bersama-sama melakukan sesuatu untuk sasaran tertentu, (2) proses adalah perubahan yang berurutan dan berlangsung secara kontiniu dan tetap menuju keadaan akhir tertentu,dan (3) kontrol adalah suatu kerja untuk mengawasi, mengendalikan, mengatur dan menguasai sesuatu.

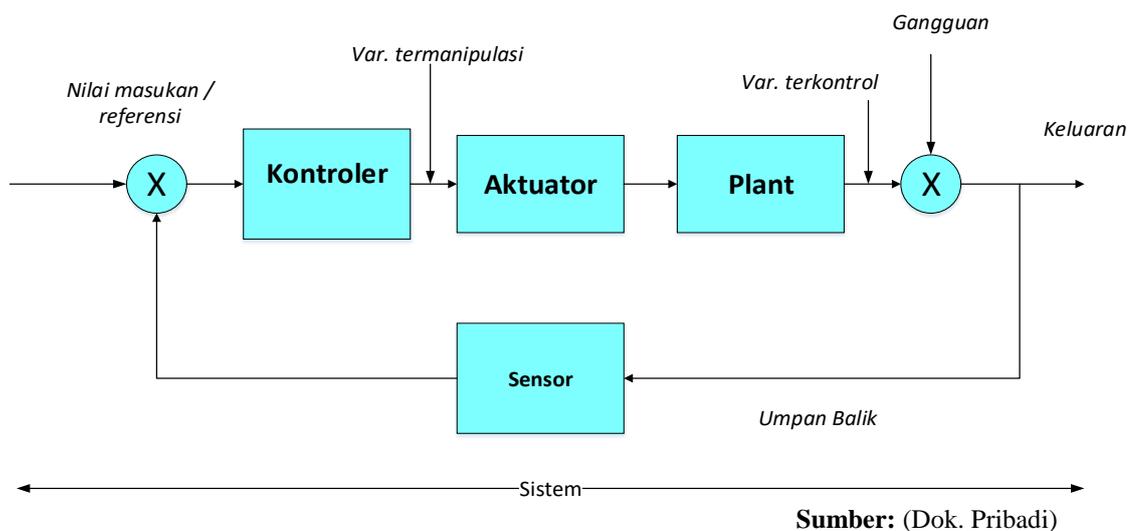
Berdasarkan uraian dari sistem kontrol di atas, sistem kontrol merupakan proses pengaturan atau pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (variabel atau parameter) sehingga berada pada suatu harga atau range tertentu (Pakpahan, 1994). Contoh variabel atau parameter fisik, yaitu: tekanan (*pressure*), aliran (*flow*), suhu (*temperature*), ketinggian (*level*), pH, kepadatan (*viscosity*), kecepatan (*velocity*), dan lain-lain Menurut Bolton (2006 : 86), sistem kontrol merupakan

sistem dimana suatu masukan atau beberapa masukan tertentu digunakan untuk mengontrol keluarannya pada nilai tertentu, memberikan urutan kejadian tertentu, atau memunculkan satu kejadian jika beberapa kondisi tertentu terpenuhi.

Berdasarkan beberapa pengertian tersebut maka dapat didefinisikan bahwa sistem kontrol merupakan suatu alat yang mampu mengendalikan, memerintah, dan mengatur keadaan dari suatu sistem.

### 2.2.1.1. Bagian – Bagian Sistem Kontrol

Berikut merupakan skema kerja dan bagian-bagian sistem kontrol secara umum .



**Gambar 2.1.** Sistem Kontrol Secara Lengkap

1. Sistem (*system*) adalah kombinasi dari komponen-komponen yang bekerja bersama-sama membentuk suatu obyek tertentu.
2. Variabel terkontrol (*controlled variable*) adalah suatu besaran (*quantity*) atau kondisi (*condition*) yang terukur dan terkontrol. Pada keadaan normal merupakan keluaran dari sistem.

3. Variabel termanipulasi (*manipulated variable*) adalah suatu besaran atau kondisi yang divariasikan oleh kontroler sehingga mempengaruhi nilai dari variabel terkontrol.
4. Kontrol (*control*) – mengatur, artinya mengukur nilai dari variabel terkontrol dari sistem dan mengaplikasikan variabel termanipulasi pada sistem untuk mengoreksi atau mengurangi deviasi yang terjadi terhadap nilai keluaran yang dituju.
5. Plant (*plant*) adalah sesuatu obyek fisik yang dikontrol.
6. Proses (*process*) adalah suatu operasi yang dikontrol.
7. Gangguan (*disturbance*) adalah sinyal yang mempengaruhi terhadap nilai keluaran sistem.
8. Kontrol umpan balik (*feedback control*) adalah operasi untuk mengurangi perbedaan antara keluaran sistem dengan referensi masukan.
9. Kontroler (*controller*) adalah suatu alat atau cara untuk modifikasi sehingga karakteristik sistem dinamik (*dynamic system*) yang dihasilkan sesuai dengan yang kita kehendaki.
10. Sensor adalah alat untuk mendeteksi /mengukur sesuatu, yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik.
11. Aksi kontrol (*Control action*) adalah besaran atau nilai yang dihasilkan oleh perhitungan kontroler untuk diberikan pada plant (pada kondisi normal merupakan variabel termanipulasi).

12. Aktuator (*actuator*) adalah suatu peralatan atau kumpulan komponen yang menggerakkan plant.

(Triwiyatno, 2011:3)

### 2.2.2. Kondisi Akuarium

Kondisi akuarium yang dimaksudkan dalam penelitian ini adalah kondisi dari kualitas air akuarium yang digunakan sebagai suatu ekosistem kecil ikan hias. Pengendalian kondisi akuarium bertujuan untuk menjaga kualitas air dalam akuarium agar keadaan ekosistem akuarium dapat berlangsung dengan baik.

#### 2.2.2.1. Kualitas Air

Kualitas air atau mutu air adalah kondisi kualitatif air yang diukur dan atau di uji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metode tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku (Pasal 1 keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 tahun 2003). Kualitas air dapat dinyatakan dengan parameter kualitas air. Parameter ini meliputi parameter fisik, kimia, dan mikrobiologis (Masduqi,2009). Adapun kualitas air yang dianggap baik untuk kehidupan ikan dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut.

**Tabel 2.1** Kualitas Air Untuk Ikan

| No | Parameter | Kandungan air yang dianjurkan |
|----|-----------|-------------------------------|
| 1  | Suhu      | 25 – 30 <sup>0</sup> C        |

|   |                                    |                                      |
|---|------------------------------------|--------------------------------------|
| 2 | pH                                 | 6.5 – 8.5                            |
| 3 | Oksigen terlarut (O <sub>2</sub> ) | > 3 mg/l                             |
| 4 | Amonia total                       | Maksimum 1 (mg/l total ammonia)      |
| 5 | Kekeruhan                          | Maksimum 50 NTU                      |
| 6 | Karbondioksida (CO <sub>2</sub> )  | Maksimum 11(mg/l)                    |
| 7 | Nitrit                             | Minimum 0.1 (mg/l)                   |
| 8 | Alkalinitas                        | Minimum 20 (mg/l CaCO <sub>3</sub> ) |
| 9 | Kesadahan total                    | Minimum 20 (mg/l CaCO <sub>3</sub> ) |

Sumber: (Sunarso, 2008)

#### 2.2.2.2. Parameter Fisis Kualitas Air

##### 1) Suhu

Menurut Nontji (1987), suhu air merupakan faktor yang banyak mendapat perhatian dalam pengkajian kelautan. Data suhu air dapat dimanfaatkan bukan saja untuk mempelajari gejala-gejala fisika didalam laut, tetapi juga dengan kaitannya kehidupan hewan atau tumbuhan. Suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme organisme, karena itu penyebaran organisme baik dilautan maupun diperairan tawar dibatasi oleh suhu perairan tersebut.

Suhu sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kehidupan biota air. Secara umum, laju pertumbuhan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu, dapat menekan kehidupan hewan budidaya bahkan menyebabkan kematian bila peningkatan suhu sampai ekstrim (Kordi dan Andi, 2009).

Menurut PERMENKES RI Nomor 20 tahun 2002 tentang pengendalian pencemaran air, suhu terbaik untuk kualitas air perikanan masuk pada golongan C yaitu suhu air normal dengan fluktuasi 3°C (suhu air normal = 27°C).

## **2) Keekeruhan/Kecerahan Air**

Mahida (1986) mendefinisikan keekeruhan sebagai intensitas kegelapan di dalam air yang disebabkan oleh bahan-bahan yang melayang. Keekeruhan perairan umumnya disebabkan oleh adanya partikel-partikel suspensi seperti tanah liat, lumpur, bahan-bahan organik terlarut, bakteri, plankton dan organisme lainnya.

Menurut Kordi dan Andi (2009), kecerahan adalah sebagian cahaya yang diteruskan kedalam air dan dinyatakan dalam (%). Kemampuan cahaya matahari untuk tembus sampai kedasar perairan dipengaruhi oleh keekeruhan (turbidity) air. Dengan mengetahui kecerahan suatu perairan, kita dapat mengetahui sampai dimana masih ada kemungkinan terjadi proses asimilasi dalam air, lapisan-lapisan manakah yang tidak keruh, yang agak keruh, dan yang paling keruh. Air yang tidak terlampau keruh dan tidak pula terlampau jernih, baik untuk kehidupan ikan dan udang budidaya.

Effendi (2003), menyatakan bahwa tingginya nilai keekeruhan juga dapat menyulitkan usaha penyaringan dan mengurangi efektivitas desinfeksi pada proses penjernihan air. Keekeruhan erat kaitannya dengan nilai TDS dalam air. Semakin tinggi nilai TDS dalam air maka akan semakin tinggi pula nilai keekeruhan dalam air. Keekeruhan menyebabkan cahaya matahari tidak dapat masuk kedalam air sehingga proses fotosintesis terganggu yang menyebabkan adanya gangguan pada

vegetasi lain dalam air. Sementara itu, kekeruhan diukur dengan alat yang disebut *Nephelometer* dan *Turbidimeter*.



Sumber: ([www.indogeotech.com](http://www.indogeotech.com))

**Gambar 2.2.** Lutron TU-2016 Turbidimeter

### 2.2.3. *Smartphone* / Ponsel Pintar

*Smartphone* / Ponsel pintar adalah perkembangan dari *handphone* yang ditambahi fitur – fitur seperti pada personal komputer. fitur - fitur seperti *email*, *personal organizer*, dan juga konektivitas tambahan seperti *wifi* dan *bluetooth* yang dapat diinstall di *device*. Dari segi arsitektur *device* sendiri sudah dilengkapi dengan inputan seperti QWERTY miniatur *keyboard* dan *touchscreen* (Warangkiran *et al.*, 2014: 1). *Smartphone* memiliki kemampuan *mobile computing* sehingga dapat diklasifikasikan sebagai *high end mobile phone*. Pada awal masa munculnya *smartphone*, fungsi utama *smartphone* adalah kombinasi dari telepon genggam dengan *Personal Digital Assistant* atau dengan tambahan kamera. Seiring dengan perkembangannya, kini *smartphone* mempunyai fungsi sebagai *media player*, *digital compact camera*, *GPS*, *mobile gaming*, internet dan masih banyak lagi. Ciri

dari *smartphone* modern biasanya memakai Sistem Operasi / OS (*Operating System*), layar *touchscreen*, dan *browser web* yang mampu menampilkan *full web*. Untuk saat ini OS yang terpopuler adalah Android.

### **2.2.3.1.Fitur Android**

Android memiliki fitur yang sangat beragam. Namun pada umumnya fiturnya adalah sebagai berikut:

1. *Application Framework.*
2. *Dalvik Virtual Machine.*
3. *Integrated Browser.*
4. *Optimized graphics.*
5. *SQLite.*
6. *Media pendukung untuk audio, video, dan format gambar (MPEG4, H.264, MP3, AAC, AMR, JPG, PNG, GIF)*
7. *GSM Telephony (tergantung perangkat mobile).*
8. *Bluetooth, EDGE, 3G, dan WiFi (tergantung perangkat mobile).*
9. *Kamera, GPS, kompas, dan accelerometer (tergantung perangkat mobile).*
10. *Rich Development Environment.*

(Developer Android, 2012)

### **2.2.3.2.Sistem Operasi Android**

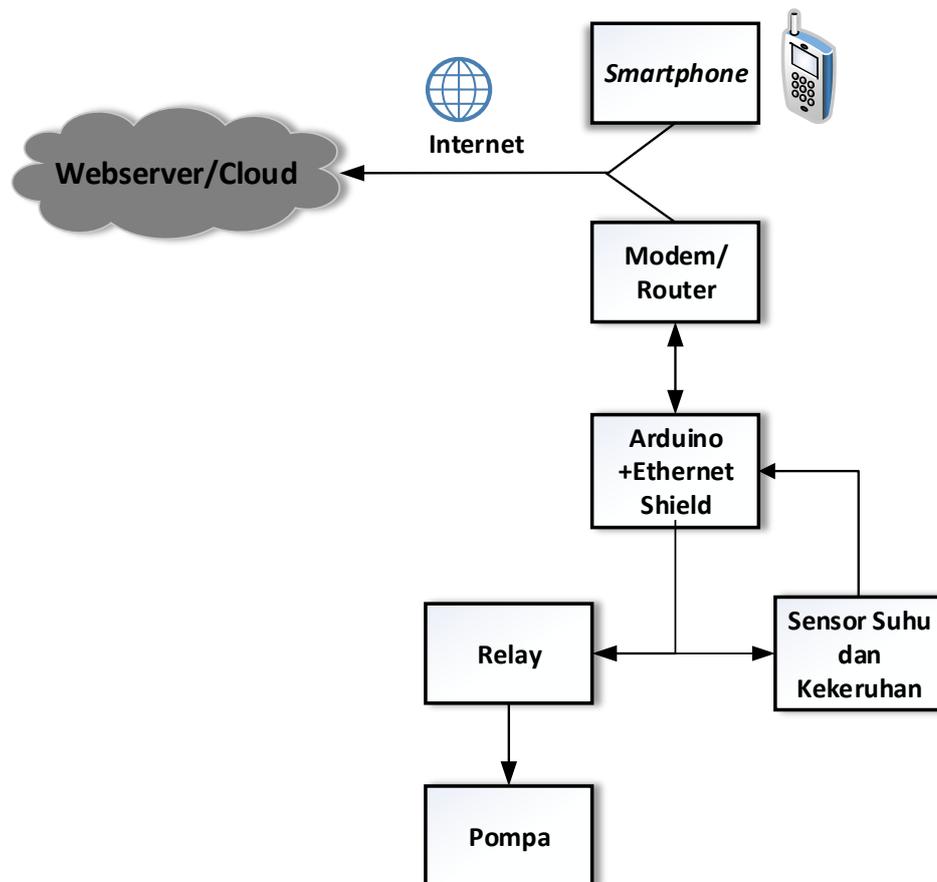
Sistem operasi Android adalah sistem operasi untuk perangkat *mobile* berbasis Linux yang mencakup sistem operasi, *middleware* dan aplikasi. Android

menyediakan platform yang terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka. Android merupakan generasi baru *platform mobile*, platform yang memberikan pengembang untuk melakukan pengembangan sesuai dengan yang diharapkannya. Sistem operasi yang mendasari Android dilisensikan dibawah GNU, *General Public Lisensi Versi 2 (GPLv2)*, yang sering dikenal dengan istilah “*copyleft*” lisensi di mana setiap perbaikan pihak ketiga harus terus jatuh di bawah *terms*. Android didistribusikan di bawah *Lisensi Apache Software (ASL/Apache2)*, yang memungkinkan untuk distribusi kedua dan seterusnya. Komersialisasi pengembang (produsen *handset* khususnya) dapat memilih untuk meningkatkan platform tanpa harus memberikan perbaikan mereka ke masyarakat *open source*. Sebaliknya, pengembang dapat keuntungan dari perangkat tambahan seperti perbaikan dan mendistribusikan ulang pekerjaan mereka di bawah lisensi apapun yang mereka inginkan. Pengembang aplikasi Android diperbolehkan untuk mendistribusikan aplikasi mereka di bawah skema lisensi apapun yang mereka inginkan (Ichwan *et al.*,2013).

#### **2.2.4. Proses Pengendalian Kondisi Akuarium**

Proses pengendalian kondisi akuarium disini memanfaatkan kemajuan teknologi dan informasi, terobosan teknologi dan informasi saat ini yang sedang masa puncaknya adalah ponsel pintar bersistem operasi Android dan jaringan Internet. Adapun perencanaan dari proses pengendalian kondisi akuarium ini memakai antarmuka aplikasi Android yang dibuat menggunakan *Android Studio*. Dengan aplikasi yang dibuat dari *Android Studio* inilah *smartphone* kemudian dihubungkan dengan *webserver* Niagahoster melalui jaringan *internet*. *Webserver*

Niagahoster melalui perantara mikrokontroler Arduino, *Ethernet Shield*, beserta sensor dapat menerima maupun mengirim data pembacaan baik secara 2 arah. Baik dari sensor maupun *smartphone*. Diagram blok dari perancangan sistem pengendalian akuarium tersebut dapat dilihat pada gambar 2.3.



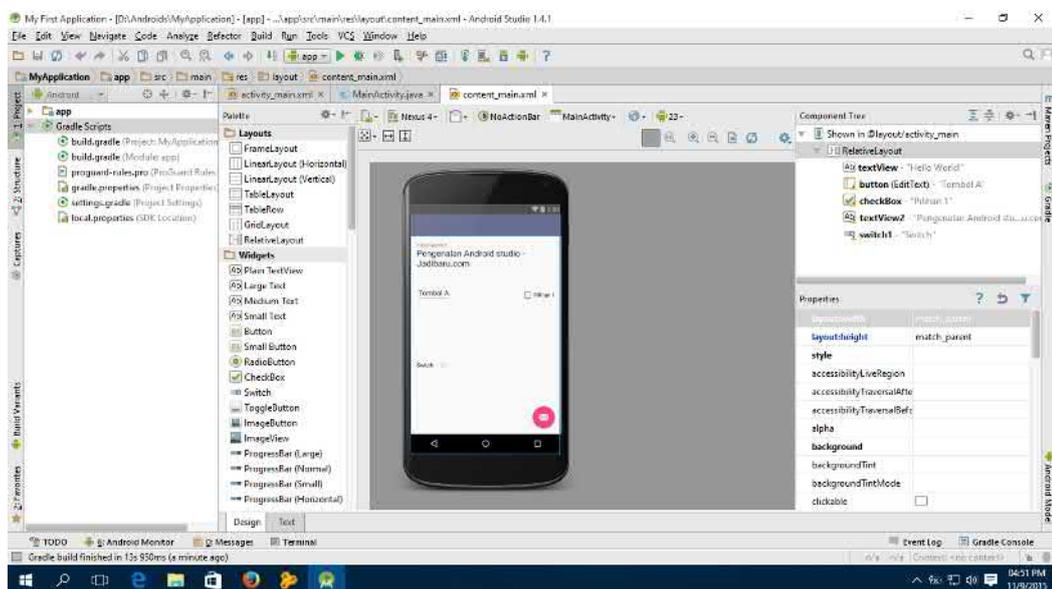
Sumber: Dok. Pribadi

**Gambar 2.4.** Blok Diagram Perencanaan Alat

#### 2.2.4.1. Android Studio

Untuk membangun aplikasi android diperlukan IDE (Integrated Development Environment). Aplikasi perangkat lunak yang menyediakan fasilitas lengkap untuk programmer komputer untuk pengembangan perangkat lunak. Salah

satunya yaitu dengan menggunakan Android Studio. Menurut Felker (2013) Android Studio adalah sebuah IDE dari Google yang diperkenalkan saat event Google I/O pada bulan Mei tahun 2013 dan merupakan IDE. Alternative selain IDE Eclipse. Dalam website resminya dikatakan bahwa Android Studio adalah IDE resmi untuk mengembangkan aplikasi android, yang berbasis intellij IDEA.



Sumber : ([www.jadibaru.com](http://www.jadibaru.com))

**Gambar 2.5.** Antarmuka Android Studio

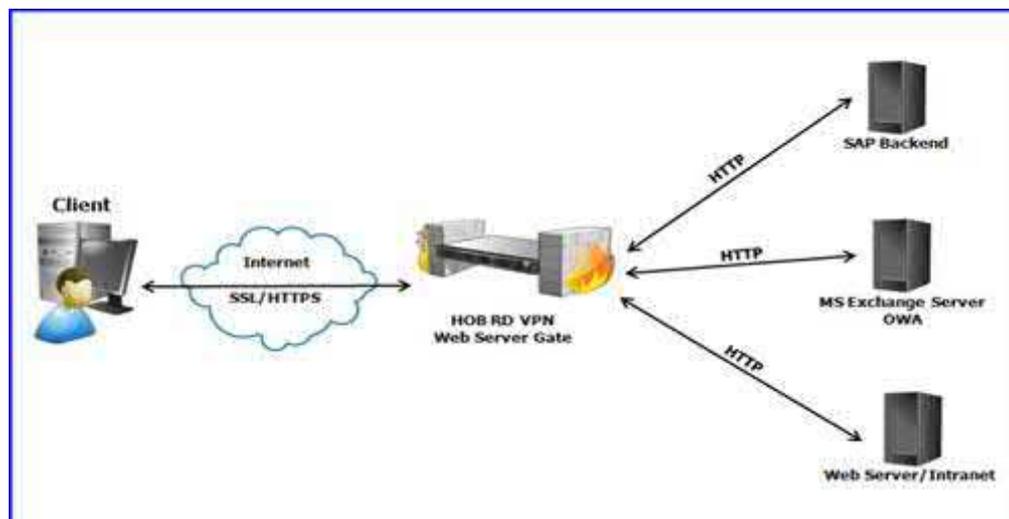
#### 2.2.4.2. Internet

Internet atau *Interconnection Networking* berasal dari bahasa latin “*Inter*” yang berarti antara dan “*Net*” berarti jaringan antara atau penghubung. Menurut Supriyanto (2008:60), Internet merupakan hubungan antara berbagai jenis komputer dan jaringan di seluruh dunia yang berbeda sistem operasi maupun aplikasinya dengan memanfaatkan kemajuan komunikasi (telepon dan satelit)

yang menggunakan protokol standar dalam berkomunikasi yaitu protokol Transmission Control Protocol/Internet. Semua komputer yang terhubung ke internet melakukan pertukaran informasi melalui protokol yang sama yaitu dengan cara TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*).

#### 2.2.4.2.1. *Webserver*

Web server adalah sebuah software yang memberikan layanan berbasis data dan berfungsi menerima permintaan dari HTTP atau HTTPS pada klien yang dikenal dan biasanya kita kenal dengan nama web browser dan untuk mengirimkan kembali yang hasilnya dalam bentuk beberapa halaman web dan pada umumnya akan berbentuk dokumen HTML. Dalam bentuk sederhana *webserver* akan mengirim data HTML kepada *web browser* sehingga akan terlihat seperti pada umumnya yaitu sebuah tampilan *website*.

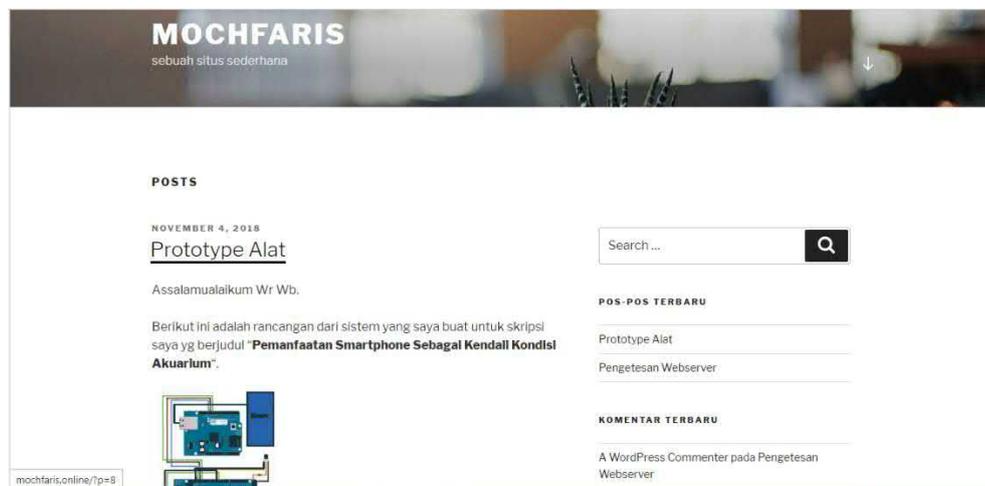


Sumber: (bukainfo.com)

**Gambar 2.6.** Jaringan *Webserver*

Fungsi utama Web server adalah untuk melakukan transfer berkas permintaan pengguna melalui protokol komunikasi yang telah ditentukan sedemikian rupa.

Dalam penelitian ini *host webserver* yang dipakai adalah Domainsia dengan nama domain <http://mochfaris.online>.



Sumber : (Dok. Pribadi)

**Gambar 2.7.** Tampilan halaman utama Webserver

### 2.2.5. Alat Deteksi Kondisi Akuarium

Untuk mendapatkan data perubahan kondisi kualitas air akuarium tentunya dibutuhkan komponen yang dapat mendeteksi adanya perubahan besaran pada kekeruhan dan suhu, maka untuk memenuhi hal tersebut dibutuhkan adanya sensor. Sensor yang dibutuhkan dalam perancangan alat ini adalah sensor *turbidity* (kekeruhan) dan sensor suhu.

### **2.2.5.1.Sensor**

Sensor adalah alat untuk mendeteksi /mengukur sesuatu, yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Dalam lingkungan sistem pengendali dan robotika, sensor memberikan kesamaan yang menyerupai mata, pendengaran, hidung, lidah yang kemudian akan diolah oleh kontroler sebagai otaknya (Petruzella, 2001).

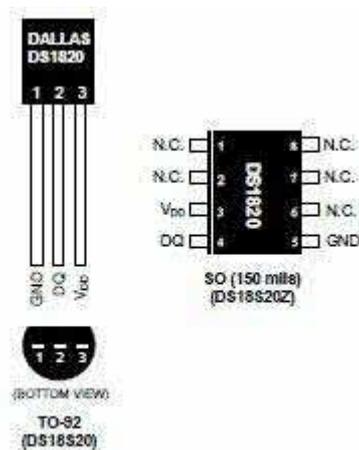
#### **2.2.5.1.1. Sensor Suhu DS18B20**

Sensor suhu menggunakan sensor jenis DS18B20 yang merupakan sensor temperature digital yang dapat dihubungkan dengan Arduino melalui antarmuka 1-Wire. Kelebihan dari sensor DS18B20 yaitu kedap air, dapat digunakan sebagai sensor di luar ruangan atau pada lingkungan dengan tingkat kelembaban tinggi.

Fitur sensor DS18B20 sebagai berikut:

1. Antarmuka hanya membutuhkan 1-Wire atau 1 pin I/O;
2. Tidak membutuhkan komponen eksternal tambahan selain 1 buah pull-up resistor;
3. Memiliki identifikasi (64 bit), memudahkan aplikasi pendeteksi suhu multi yang terdistribusi;
4. Tidak membutuhkan daya pada mode siaga;
5. Power supply dapat diambil dari jalur data dengan tegangan antara 3 hingga 5,5V DC;
6. Dapat mengukur suhu antara  $-55^{\circ}\text{C}$  hingga  $125^{\circ}\text{C}$  dengan akursi  $0.5^{\circ}\text{C}$  pada  $-10^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $+85^{\circ}\text{C}$ ;

7. Resolusi thermometer dapat diprogram dari 9 hingga 12 bit (resolusi  $0,0625^{\circ}\text{C}$ );
8. Kecepatan pendeteksian suhu pada resolusi maksimum kurang dari 750 ms;

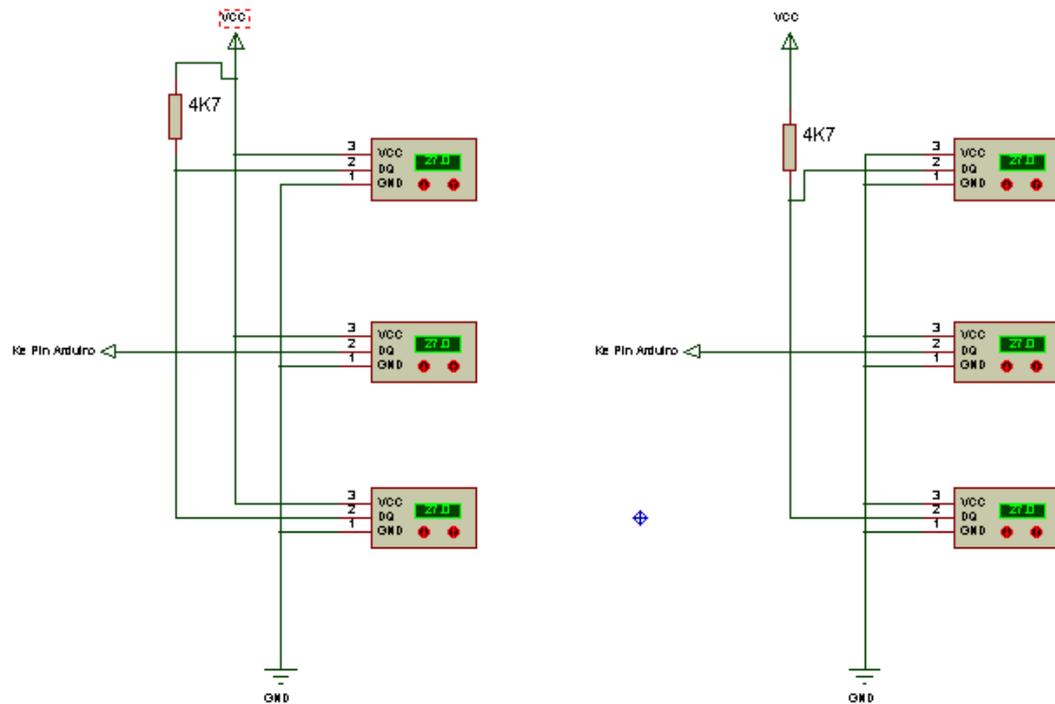


Sumber: (<http://hocdientu.vn>)

**Gambar 2.8** Sensor DS18B20

Sensor DS18B20 memiliki tiga kaki yaitu GND (ground, pin 1), DQ (Data, pin 2), VDD (power, pin 3). Pada Arduino, VDD dikenal sebagai VCC. Sensor DS18B20 dapat bekerja dalam dua mode yaitu mode *normal power* dan mode *parasite power*.

Pada mode normal, GND dihubungkan dengan ground, VDD dihubungkan dengan tegangan 5V dan DQ dihubungkan dengan pin Arduino, namun ditambahkan resistor pull-up sebesar  $4.7\text{K}\Omega$ . Mode ini direkomendasikan pada aplikasi yang melibatkan banyak sensor dan membutuhkan jarak yang panjang. Sedangkan pada mode parasite, GND dan VDD disatukan dan terhubung dengan ground. DQ dihubungkan dengan Arduino melalui resistor pull-up. pada mode parasite, power diperoleh dari power data. Mode ini biasanya digunakan untuk aplikasi yang melibatkan sedikit sensor dalam jarak yang pendek.



Sumber: (Lutfiyana, 2017)

**Gambar 2.9.** Mode Power Sensor DS18B20

#### 2.2.5.1.2. Sensor Kekeruhan Air (*Turbidity Sensor*)

*Turbidity Sensor* adalah sensor yang biasa digunakan untuk keperluan analisa kekeruhan air atau larutan. *Turbidity sensor* merupakan sensor pengujian kekeruhan dengan sifat optik akibat dispersi sinar dan dapat dinyatakan sebagai perbandingan cahaya yang dipantulkan terhadap cahaya yang datang. Intensitas cahaya yang dipantulkan oleh suatu suspensi padatan adalah fungsi konsentrasi jika kondisi-kondisi lainnya konstan. Sensor ini biasa digunakan pada mikrokontroler untuk mengetahui tingkat kekeruhan pada air. Sensor kekeruhan yang dipakai adalah tipe DF-SEN0189.



Sumber: (<https://www.amazon.co.uk>)

**Gambar 2.10.** Turbidity Sensor

Sensor kekeruhan (*Turbidity Sensor*) ini memiliki mode keluaran sinyal analog dan digital. Pemilihan mode keluaran dapat disesuaikan dengan MCU (*Micro Controller Unit*) karena ambang batas (*Threshold*) dapat diatur dalam mode sinyal digital.

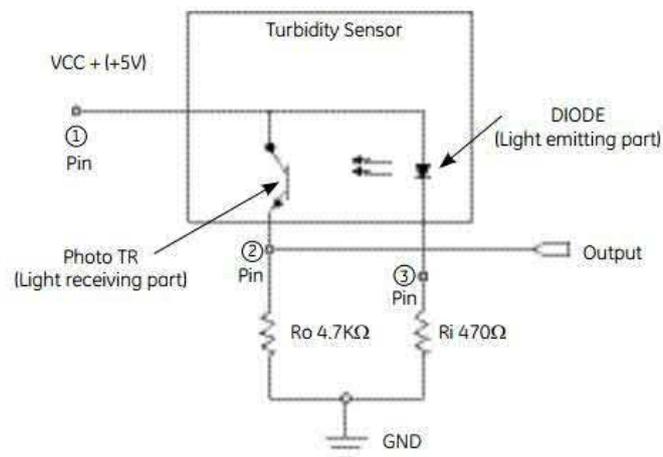
Sensor kekeruhan dapat digunakan dalam pengukuran kualitas air di sungai besar maupun kecil, pengukuran air limbah rumah tangga dan limbah cair, penelitian transportasi sedimen dan pengukuran laboratorium.

Spesifikasi sensor kekeruhan DF-SEN0189:

- Operating Voltage: 5V DC
- Operating Current: 40mA (MAX)
- Response Time: <500ms
- Insulation Resistance: 100M (Min)
- Output Method: Analog
- Analog output: 0-4.5V

- Digital Output: High/Low level signal (you can adjust the threshold value by adjusting the potentiometer)
- Operating Temperature: 5°C~90 °C
- Storage Temperature: -10°C~90°C
- Weight: 30g
- Adapter Dimensions: 38mm\*28mm\*10mm/1.5inches  
\*1.1inches\*0.4inches

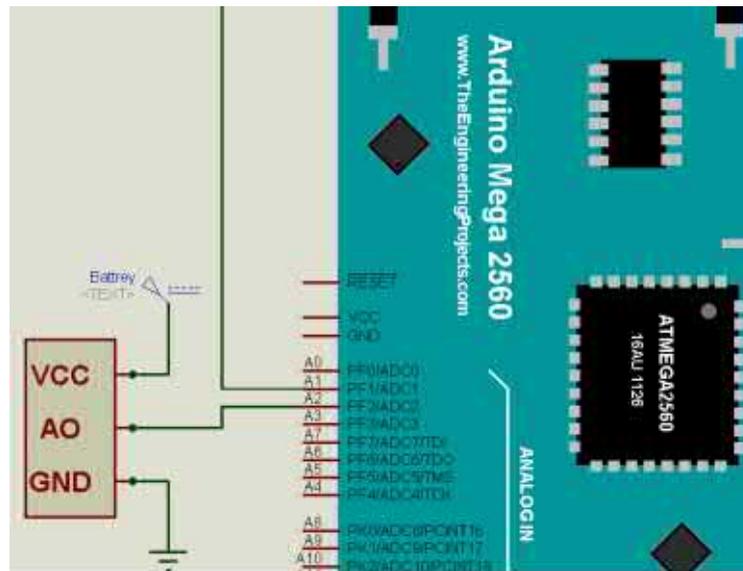
Terdapat modul dan sensor pada rangkaian sensor *turbidity* dalam penggunaan *monitoring* kualitas air danau. Modul serta sensor *turbidity* ini berfungsi untuk mendeteksi kekeruhan pada air. Dan berikut gambar 2.11. merupakan skematik diagram pada sensor *turbidity*.



Sumber : (Sukamto, 2016)

**Gambar 2.11.** Skematik Diagram *Turbidity Sensor*

Dari gambar tersebut maka rangkaian dapat disusun pada Arduino Mega 2560 dengan gambar berikut.



Sumber: (Sukamto, 2016)

**Gambar 2.12.** Sensor turbidity pada Arduino Mega 2560

Pada rangkaian sensor turbidity berikut adalah susunan wiring antara sensor serta arduino :

1. VCC sensor ke VCC Arduino
2. AO sensor ke A0 Arduino
3. GND sensor ke GND Arduino

### 2.2.5.2.Arduino

Arduino adalah nama keluarga papan mikrokontroler yang awalnya dibuat oleh perusahaan Smart Projects. Salah satu tokoh penciptanya adalah Massimo Banzi. Papan ini merupakan perangkat keras yang bersifat *Open source* sehingga boleh dibuat oleh siapa saja (Kadir, 2014:2).

Secara umum, Arduino terdiri dari dua bagian, yaitu :

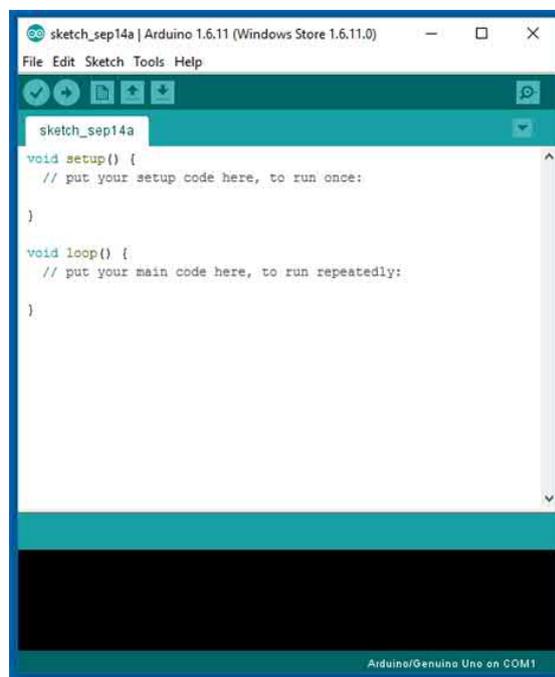
1. Hardware berupa papan input/output (I/O) yang *open source*



Sumber: (referensiarduino.wordpress.com)

**Gambar 2.13.** Macam-macam papan Arduino

2. Software Arduino yang juga *open source*, meliputi software Arduino IDE untuk menulis program dan driver untuk koneksi dengan komputer.



Sumber: (Dok. Pribadi)

**Gambar 2.14.** Software Arduino IDE

### 2.2.5.2.1. Kelebihan Arduino

Banyak mikrokontroler maupun platform mikrokontroler yang tersedia, misal Basic Stamp, BX-24, Phidget, MIT's Handyboard, dan lain sebagainya. Semua alat tersebut bertujuan untuk menyederhanakan berbagai macam kerumitan maupun detail rumit pada pemrograman mikrokontroler sehingga menjadi paket mudah digunakan (*easy-to-use*). Arduino juga menyederhanakan proses bekerja dengan mikrokontroler, sekaligus menawarkan berbagai macam kelebihan diantaranya :

1. Murah. Papan Arduino biasanya dijual relatif murah dibandingkan dengan platform mikrokontroler pro lainnya. Selain itu arduino juga bisa dibuat sendiri karena semua sumber daya untuk membuat sendiri arduino tersedia di website Arduino.
2. Sederhana dan mudah pemrogramannya. Lingkungan pemrograman di Arduino mudah digunakan untuk pemula, dan cukup fleksibel bagi mereka yang sudah tingkat lanjut.
3. Perangkat lunak yang open source. Perangkat lunak Arduino IDE dipublikasikan sebagai open source, tersedia bagi para pemrogram berpengalaman untuk pengembangan lebih lanjut. Bahasanya bisa dikembangkan lebih lanjut melalui pustaka-pustaka C++ yang berbasis pada Bahasa C untuk AVR.
4. Perangkat keras yang open source. Perangkat keras Arduino berbasis mikrokontroler ATMEGA8, ATMEGA168, ATMEGA328, DAN ATMEGA1280. Dengan demikian, siapa saja bisa membuat dan juga bisa

menjual perangkat keras Arduino ini dengan bootloader tersedia langsung dari perangkat lunak Arduino IDE-nya.

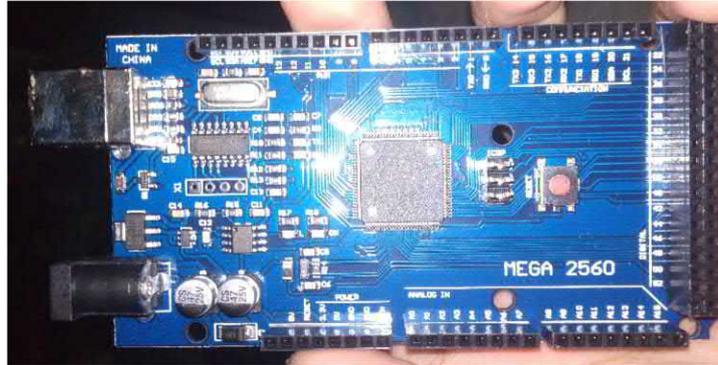
5. Tidak perlu perangkat chip programmer Karena di dalamnya sudah ada bootloader yang akan menangani upload program dari komputer.
6. Sudah memiliki sarana komunikasi USB sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki port serial/RS232 bisa menggunakannya.
7. Bahasa pemrograman relatif mudah, karena software Arduino dilengkapi dengan kumpulan library yang cukup lengkap
8. Memiliki modul siap pakai (shield) yang bisa ditancapkan pada board Arduino, seperti shield GPS, Ethernet, SD Card, dll.

(Syahwil, 2013)

#### **2.2.5.2.2. Arduino Mega 2560**

Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler Arduino berbasis Atmega 2560. Mempunyai 54 pin digital input/output, di mana 14 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 analog input, 4 UARTs (hardware serial ports), 16 MHz crystal oscillator, sambungan USB, power jack, ICSP header, dan tombol reset.

Board ini menggunakan daya yang terhubung ke komputer dengan kabel USB atau daya eksternal dengan AC-DC adaptor atau baterai. Arduino Mega kompatibel dengan shield yang didesain untuk Arduino Duemilanove atau Diecimila (Syahwil, 2013).



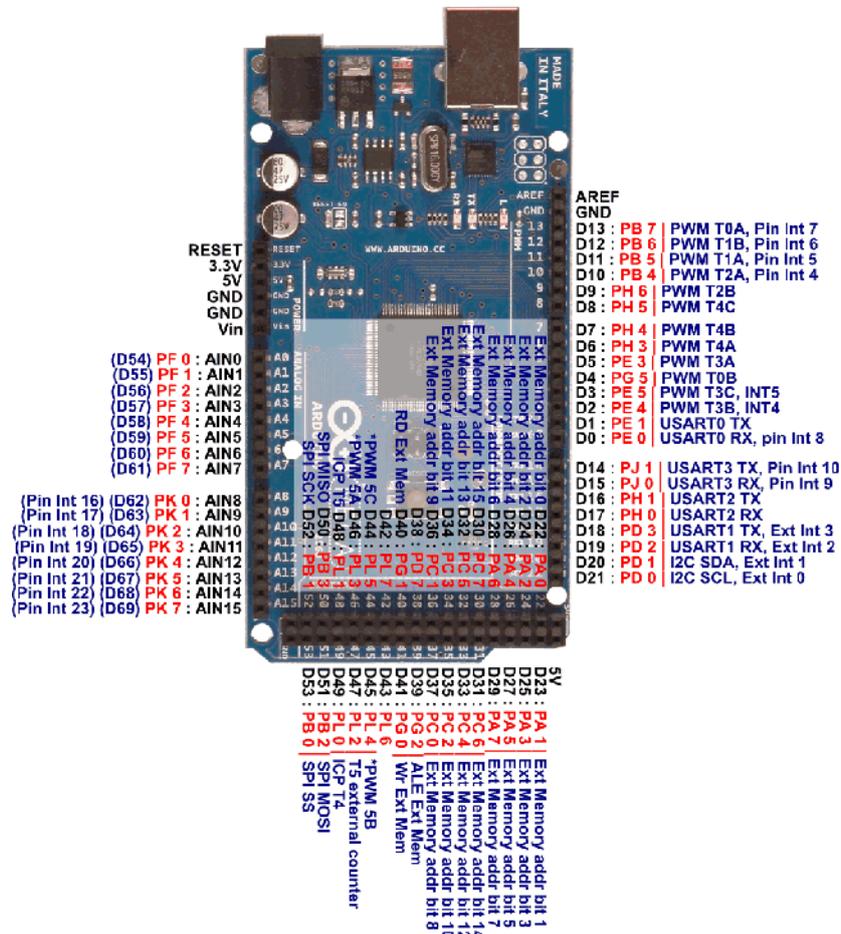
Sumber: (Dok. Pribadi)

**Gambar 2.15.** Arduino Mega 2560

**Tabel 2.2** Spesifikasi Arduino Mega 2560

| <b>Spesifikasi Arduino Mega 2560</b>                |   |
|---|---|
| Chip mikrokontroller                                | ATmega2560                                    |
| Tegangan operasi                                    | 5V  |
| Tegangan input (yang direkomendasikan, via jack DC) | 7V - 12V                                      |
| Tegangan input (limit, via jack DC)                 | 6V - 20V                                      |
| Digital I/O pin                                     | 54 buah, 6 diantaranya menyediakan PWM output |
| Analog Input pin                                    | 16 buah                                       |
| Arus DC per pin I/O                                 | 20 mA   |
| Arus DC pin 3.3V                                    | 50 mA   |
| Memori Flash  | 256 KB, 8 KB telah digunakan untuk bootloader |
| SRAM  | 8 KB  |
| EEPROM  | 4 KB  |
| Clock speed   | 16 Mhz  |
| Dimensi   | 101.5 mm x 53.4 mm                            |
| Berat   | 37 g  |

Pin Mapping :



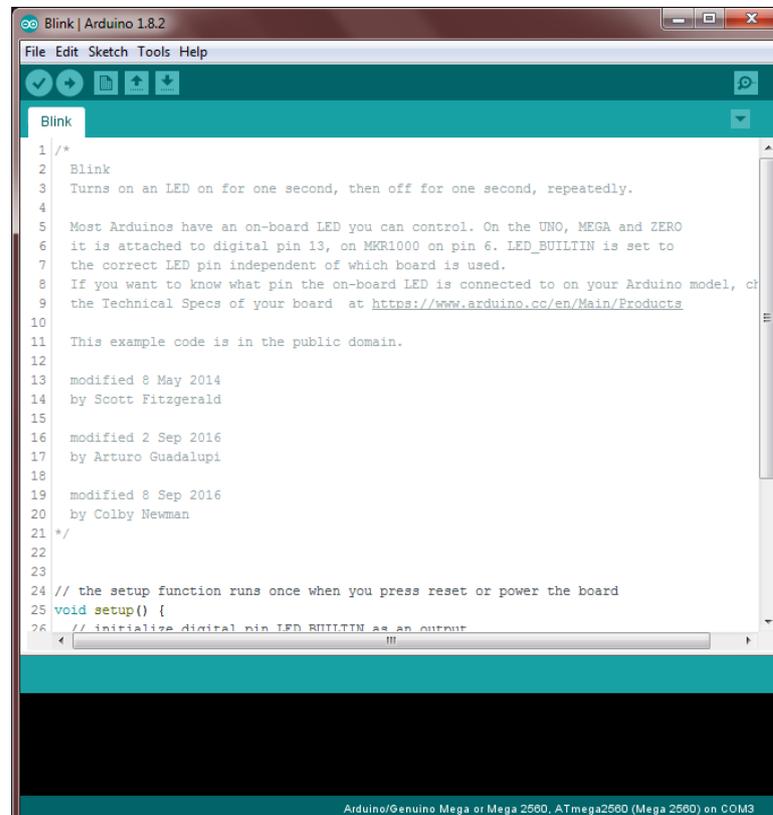
Sumber: (<https://forum.arduino.cc>)

**Gambar 2.16.** Arduino Mega *pin mapping*

### 2.2.5.2.3. Arduino IDE

Pemrograman papan Arduino Mega 2560 dilakukan dengan menggunakan Arduino Software (IDE). Chip ATmega2560 yang terdapat pada Arduino Mega 2560 telah diisi program awal yang disebut bootloader. Bootloader tersebut yang bertugas untuk memudahkan anda melakukan pemrograman lebih sederhana menggunakan Arduino Software, tanpa harus menggunakan tambahan hardware lain. Cukup hubungkan Arduino dengan kabel USB ke PC atau Mac/Linux, jalankan software Arduino Software (IDE), dan sudah bisa mulai memrogram

chip ATmega2560. Di dalam Arduino Software sudah diberikan banyak contoh program yang dapat digunakan dalam belajar mikrokontroler.



```

1  /*
2   * Blink
3   * Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
4
5   * Most Arduinos have an on-board LED you can control. On the UNO, MEGA and ZERO
6   * it is attached to digital pin 13, on MKR1000 on pin 6. LED_BUILTIN is set to
7   * the correct LED pin independent of which board is used.
8   * If you want to know what pin the on-board LED is connected to on your Arduino model, check
9   * the Technical Specs of your board at https://www.arduino.cc/en/Main/Products
10
11  * This example code is in the public domain.
12
13  * modified 8 May 2014
14  * by Scott Fitzgerald
15
16  * modified 2 Sep 2016
17  * by Arturo Guadalupi
18
19  * modified 8 Sep 2016
20  * by Colby Newman
21  */
22
23
24 // the setup function runs once when you press reset or power the board
25 void setup() {
26   // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output

```

Sumber: (Dok. Pribadi)

**Gambar 2.17.** Tampilan Arduino IDE/*Programmer*

#### 2.2.5.2.4. Ethernet Shield Module

*Ethernet Shield Module* menambahkan kemampuan Arduino *Board* agar terhubung ke jaringan internet. Ethernet Shield berbasiskan Chip ethernet Wiznet W5100 menyediakan protocol jaringan TCP/IP dan UDP. *Ethernet library* digunakan dalam menulis program agar Arduino *Board* dapat terhubung ke jaringan dengan menggunakan Arduino *Ethernet Shield*. Dukungan *Ethernet Shield* dapat dilakukan hingga empat koneksi soket secara simultan.



Sumber: (Dok. Pribadi)

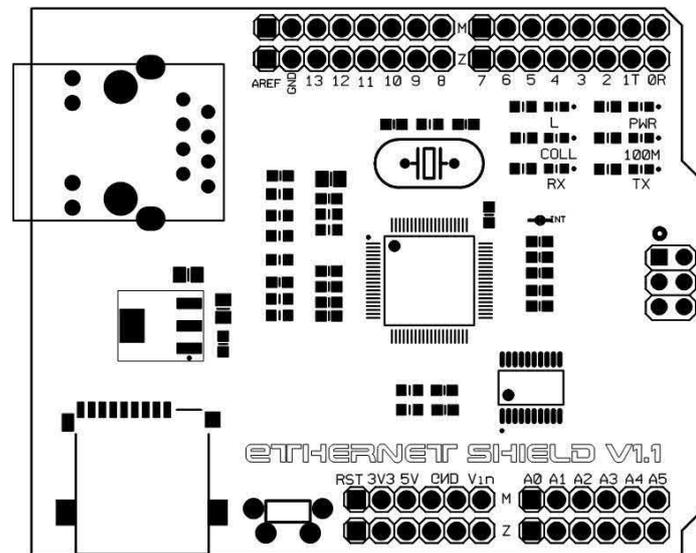
**Gambar 2.18.** *Ethernet Shield Module*

**Tabel 2.3** Karakteristik Elektronik *Ethernet Shield*:

| Parameter                | Min  | Typ | Max  | Unit |
|--------------------------|------|-----|------|------|
| Power supply voltage     | 5    | -   | 12   | V    |
| Power supply Current     | 1.5  | 100 | 2000 | mA   |
| HIGH level input voltage | 3    | 3.3 | 3.6  | V    |
| Low level input voltage  | -0.3 | 0   | 0.5  | V    |

Sumber: (Datasheet)

Informasi Pin :



Sumber: (Datasheet)

**Gambar 2.19.** Pin Ethernet Shield

**Tabel 2.4** Informasi pin ethernet shield

| Types       | Symbol                 | Description              |
|-------------|------------------------|--------------------------|
| Arduino pin | D0                     | Communication Pin RX     |
|             | D1                     | Communication Pin TX     |
|             | D2                     | Connect to W5100 INT pin |
|             | D3                     | Arduino Digital Port D3  |
|             | D4                     | SD Card chip select      |
|             | D5                     | Arduino Digital Port D5  |
|             | D6                     | Arduino Digital Port D6  |
|             | D7                     | Arduino Digital Port D7  |
|             | D8                     | Arduino Digital Port D8  |
|             | D9                     | Arduino Digital Port D9  |
| D10         | SPI Bus EN Signal Port |                          |

|      |   |
|------|---|
| D11  | SPI Bus MOSI Data Input Port                |
| D12  | SPI Bus MISO Data Output Port               |
| D13  | SPI Bus Clock Signal Port                   |
| A0   | Arduino Analog Port A0                      |
| A1   | Arduino Analog Port A1                      |
| A2   | Arduino Analog Port A2                      |
| A3   | Arduino Analog Port A3                      |
| A4   | Arduino Analog Port A4                      |
| A5   | Arduino Analog Port A5                      |
| RST  | Mainboard Reset connect to W5100 Reset port |
| AREF | Arduino AREF                                |
| VIN  | Adapter input power supply                  |
| GND  | Power Ground                                |
| 5V   | 5V voltage provided by the mainboard        |

**Sumber:** (Datasheet)

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil pengembangan, hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Untuk menjaga kualitas air tetap terjaga dapat dibuat alat Sistem Pengendali Kondisi Akuarium. Dimana memiliki 2 sensor utama yaitu sensor kekeruhan dan suhu, serta pompa air untuk mengganti air yg kotor.
2. Dalam sistem kendali dapat menggunakan aplikasi android yg telah dirancang agar dapat terhubung dari *smartphone* ke alat utama melalui perantara jaringan internet.
3. Alat yang dibuat memiliki kinerja yang cukup baik dan akurat. Tingkat akurasi sensor suhu memiliki nilai rata – rata *%error* sebesar 0,4% serta nilai koefisien korelasi dari sensor kekeruhan adalah  $r = -0,99$  atau sangat kuat dengan kemiringan (*slope*) negatif. Kemudian untuk pembacaan hasil pengukuran serta kontrol pompa berhasil dilakukan melalui *Smartphone* yang terhubung ke internet dengan baik.

## 5.2.Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas, maka saran yang disampaikan adalah:

- Bagi peneliti selanjutnya, sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan pembaruan pada desain *software*, kode pemrograman, rumus yang lebih akurat, dan *hardware* agar dapat menjadi lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2012. *Bài 10: Giao tiếp với DS18B20* [Online]. <http://hocdientu.vn/threads/bai-10-giao-tiep-voi-ds18b20.32/>. Diunduh pada 25 Maret 2018.
- \_\_\_\_\_. 2013. Ethernet Shield. *Datasheet*. ELEC Freaks. Revision V1.1.
- \_\_\_\_\_. 2013. *Jenis – Jenis Arduino* [Online]. <https://referensiarduino.wordpress.com/2013/12/10/jenis-jenis-arduino/>. Diunduh pada 25 Maret 2018
- \_\_\_\_\_. 2015. *Pengenalan Android Studio* [Online]. <http://www.jadibaru.com/android/pengenalan-android-studio-2/>. Diunduh pada 25 Maret 2018.
- \_\_\_\_\_. 2016. *Lutron TU-2016 Turbiditymeter* [Online]. <https://www.indogeotech.com/product/lutron-tu-2016-turbidity-meter/>. Diunduh pada 25 Maret 2018
- \_\_\_\_\_. 2017. *About Pins* [Online]. <https://forum.arduino.cc/index.php?topic=445856.0>. Diunduh pada 25 Maret 2018.
- \_\_\_\_\_. 2017. *DF-SEN0189 Sensor turbidity sensor 5VDC Interface analog Channels1* [Online]. <https://www.amazon.co.uk/DF-SEN0189-Sensor-turbidity-Interface-Channels1/dp/B06X169PBC>. Diunduh pada 25 Maret 2018.
- \_\_\_\_\_. Kamus Besar Bahasa Indonesia. [Online]. Tersedia di [kbbi.kemdikbud.go.id/entri/akuarium](http://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/akuarium). Diakses 11 januari 2017.
- Ahmad, A. *Pengertian Web Server Sebenarnya* [Online]. <http://bukainfo.com/pengertian-web-server-sebenarnya/>. Diunduh pada 25 Maret 2018.
- Alemuda, F. 2014. *Membuat Web Server Dengan Arduino Ethernet Shield* [Online]. <https://boardinnovation.wordpress.com/2014/10/14/membuat-web-server-dengan-arduino-ethernet-shield/>. Diunduh pada 25 Maret 2018.
- Android Developers. 2012. *What is Android*. <http://developer.android.com/guide/basics/what-is-android.html>,
- Aryanta, D., A. Ramadhan D., A. Mushliha, dan A. M. Jaya. 2014. Perancangan dan Implementasi Prototype Kendali Peralatan Listrik Melalui Internet. *Jurnal Reka Elkomika* 2(2): 75-89.
- D. Petruzella. F. 2001. *Elektronika Industri*. Penerjemah Sumanto, Yogyakarta: Penerbit Andi.
- DiStefano, Joseph., Stubberud, Allen., Williams, Ivan., 2011. *Schaum's Outline of Feedback and Control Systems*, 2nd Edition, New York: McGraw-Hill.
- Edikresnha, P., Hardiansyah, dan E. B. Prasetya. 2016. Rancang Bangun Pemelihara Lele Otomatis Dengan Pengaturan Waktu Makan Dan Penjagaan Kualitas Air Menggunakan Atmega328. *Seminar Riset Teknologi Informasi (SRITI)*.
- Effendi, H. 2003. *Telaah kualitas air*. Yogyakarta: Kanisius.

- Felker, D. 2013. *Android Studio*. <https://www.donnfelker.com/androidstudio/>. Diakses pada tanggal 27 Januari 2018.
- Gary B, S., Thomas J, C., & Misty E, V. 2007. *Discovering Computers: Fundamentals, 3thed.* (Terjemahan). Jakarta: Salemba Infotek.
- Ichwan, M., M. G. Husada, M. I. A. Rasyid. 2013. Pembangunan Prototipe Sistem Pengendalian Peralatan Listrik Pada Platform Android. *Jurnal Informatika*. 4(1): 13-25.
- Kadir, A. 2014. *Pengenalan Sistem Informasi Edisi Revisi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Kamble R., S. K. A. Mahajan, dan A. Bhosale. 2017. Automatic Water Quality Monitoring System Using Arduino. *International Journal of Recent Innovation in Engineering and Research* 2(2): 87-90.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003. *Pedoman Penentuan Status Mutu Air*. 10 Juli 2003. Kementerian Negara Lingkungan Hidup. Jakarta
- Kordi, K Ghufron dan A. B. Tancung. (2009). *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Kristanto, A. 2007. *Perancangan Sistem Informasi dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Gava media.
- Lesmana, D. S. 2001. *Budi Daya Ikan Hias Air Tawar*. Cetakan Pertama. Jakarta: Penebar Swadaya
- Lutfiyana. 2017. *Rancang Bangun Alat Ukur Suhu Tanah, Kelembaban Tanah, Dan Resistansi*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Teknik. UNNES: Semarang.
- Mahida, U.N. 1986. *Pencemaran Air Dan Pemanfaatan Limbah Industry*. Jakarta: CV.Rajawali.
- Masduqi, A dan A. Slamet. 2009. *Satuan Operasi Untuk Pengolahan Air*. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS.
- Nontji, A. 1987. *Laut Nusantara*. Jakarta: Penerbit Djambatan.
- Pakpahan, S. 1994. *Kontrol Otomatik Teori dan Penerapan*. Jakarta: Erlangga.
- Pandian, D R dan Mala K. 2015. Smart Device to Monitor Quality to Avoid Pollution in IoT Environment. *International Journal of Emerging Technology in Computer Science & Electronics* 12(2): 120-125.
- Peraturan Menteri Kesehatan RI. Nomor 20 Tahun 2002. *Pengendalian Pencemaran Air*. Departemen Kesehatan RI. Jakarta
- Sarwono, J. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Sommerville. 2003. *Software Engineering*. Edisi 6. Jilid 1. Jakarta: Erlangga
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Cetakan ke 25. Bandung: Alfabeta, CV.
- Sukamto. 2016. Monitoring Perbandingan Kualitas Air Danau dan PDAM Menggunakan Sensor Turbidity, pH, dan Suhu Berbasis Web. *Journal of Electrical Control and Automotive Engineering* 1(1): 37-45.
- Sunarso. 2008. *Manajemen Kualitas Air* [Online]. <http://pdfWaterEngineer.com/manajemenKualitasAir.pdf>. diunduh pada 10 April 2017.

- Supriyanto, A. 2008. *Pengantar Teknologi Informasi*. Makassar: Salemba Empat.
- Syahwil, M. 2013. *Panduan Mudah Simulasi dan Praktik Mikrokontroler Arduino*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Triwiyatno, A. 2011. *Buku Ajar Sistem Kontrol Analog*. Universitas Diponegoro: Semarang. <http://aristriwiyatno.blog.undip.ac.id/files/2011/10/Bab-1-Konsep-Umum-Sistem-Kontrol.pdf>, Diakses pada tanggal 25 Januari 2018.
- Warangkiran, I., S. T. G. Kaunang, A. S. M. Lumenta, A. M. Rumagit. 2014. Perancangan Kendali Lampu Berbasis Android. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer* 3(1): 1-8.