

**RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KUALITAS AIR MINUM  
DENGAN PARAMETER KIMIA MENGGUNAKAN SENSOR PH DAN  
SENSOR KONDUKTIVITAS BERBASIS ARDUINO UNO**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**Aulia Nofdizhar Baehaqi**

**1957041002**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG**

**2023**

## **ABSTRAK**

### **RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KUALITAS AIR MINUM DENGAN PARAMETER KIMIA MENGGUNAKAN SENSOR PH DAN SENSOR KONDUKTIVITAS BERBASIS ARDUINO UNO**

**Oleh**

**Aulia Nofdizhar Baehaqi**

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan alat pendeteksi kualitas air minum dengan parameter kimia menggunakan sensor pH dan sensor konduktivitas berbasis Arduino Uno. Alat ini akan memberikan informasi mengenai tingkat pH dan kadar logam (Fe) air minum, yang merupakan indikator penting untuk menentukan kualitas air layak konsumsi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pengumpulan data mengenai pH dan konduktivitas air minum dari 10 sampel air. Sensor pH digunakan untuk mengukur tingkat keasaman dan kebasaan air minum, sedangkan sensor konduktivitas digunakan untuk mengukur kadar logam dalam air minum. Alat ini telah terealisasi dan mampu membaca nilai pengukuran kadar logam besi (Fe) serta derajat keasaman dan kebasaan air (pH) dengan tingkat akurasi (%) sebesar 97,62%, nilai error (%) rata-rata sebesar 2,38%, dan presisi (%) sebesar 99,31% untuk sensor pH-4502C dan presisi (%) sebesar 96,49% untuk sensor konduktivitas. Alat ini diharapkan dapat membantu masyarakat dalam memantau kualitas air minum yang mereka konsumsi. Dalam praktiknya, alat ini dapat membantu masyarakat menghindari risiko penyakit yang disebabkan oleh air minum yang tidak memenuhi standar kualitas yang ditetapkan.

**Kata kunci:** Air Minum, Konduktivitas, pH

## **ABSTRACT**

### **DESIGN AND DEVELOPMENT OF DRINKING WATER QUALITY MEASUREMENT WITH CHEMICAL PARAMETERS USING PH SENSORS AND CONDUCTIVITY SENSORS BASED ON ARDUINO UNO**

**By**

**Aulia Nofdizhar Baehaqi**

This research aims to design and develop a drinking water quality detector with chemical parameters using pH and conductivity sensors based on Arduino Uno has been implemented. This device provides information about the pH level and the presence of iron (Fe) in drinking water, which are important indicators to determine the suitability of water for consumption. The methods used in this research include data collection on pH and conductivity of 10 water samples. The pH sensor is used to measure the acidity and alkalinity of the drinking water, while the conductivity sensor is used to measure the metal content in the drinking water. The device has been realized and is capable of reading the measurement values of iron (Fe) content as well as the acidity and alkalinity (pH) of water with an accuracy rate of 97.62%, an average error rate of 2.38%, and a precision rate of 99.31% for the pH-4502C sensor, and a precision rate of 96.49% for the conductivity sensor. This device is expected to assist the community in monitoring the quality of the drinking water they consume. In practice, this device can help people avoid the risks of diseases caused by drinking water that does not meet established quality standards.

**Keywords:** Conductivity, Drinking Water, pH

**RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KUALITAS AIR MINUM  
DENGAN PARAMETER KIMIA MENGGUNAKAN SENSOR PH DAN  
SENSOR KONDUKTIVITAS BERBASIS ARDUINO UNO**

**Oleh**

**Aulia Nofdizhar Baehaqi**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar**

**SARJANA SAINS**

**Pada**

**Jurusan Fisika**

**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**JURUSAN FISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS LAMPUNG**

**2023**

Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kualitas Air Minum Dengan Parameter Kimia Menggunakan Sensor pH dan Sensor Konduktivitas Berbasis Arduino Uno

Nama Mahasiswa : Aulia Nofdizhar Baehaqi

Nomor Pokok Mahasiswa : 1957041002

Jurusan : Fisika

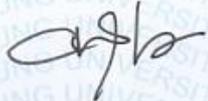
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Bandar Lampung, 9 Oktober 2023

**MENYETUJUI,**

1. Komisi Pembimbing

  
**Drs. Amir Supriyanto, M.Si.**  
NIP. 196504071991111001

  
**Humairoh Ratu Ayu, S.Pd., M.Si.**  
NIP. 199011252019032018

2. Ketua Jurusan Fisika

  
**Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T.**  
NIP. 19801010200501100

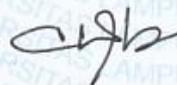
**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

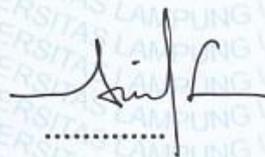
Ketua : **Drs. Amir Supriyanto, M.Si.**



Sekretaris : **Humairoh Ratu Ayu, S.Pd., M.Si.**



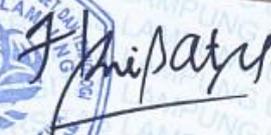
Penguji  
Bukan Pembimbing : **Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.**  
NIP. 197110012005011002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 29 September 2023

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepengetahuan saya tidak ada karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila ada pernyataan saya yang tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 9 Oktober 2023

Penulis,



Aulia Nofdizhar Baehaqi  
NPM. 1957041002

## RIWAYAT HIDUP



Penulis skripsi ini bernama Aulia Nofdizhar Baehaqi, lahir di Jakarta pada tanggal 23 November 2000. Penulis ini merupakan anak pertama dari 3 bersaudara dari pasangan Bapak Ubed Jubaedi dan Ibu Susi Aria Mensi. Penulis menyelesaikan pendidikan di SDN 02 Cilenggang tahun 2013, SMPN 11 Tangerang Selatan tahun 2016 dan SMA An-Najah Bogor tahun 2019. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa di jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung melalui jalur Mandiri SMMPTN tahun 2019. Selama menempuh pendidikan di Universitas Lampung, penulis aktif tergabung pada organisasi Himpunan Mahasiswa Fisika (HIMAFI) sebagai anggota bidang minat dan bakat periode 2020-2021. Penulis pernah menjadi asisten praktikum Sensor dan Transduser.

Penulis telah melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir (PRFN) (BATAN) Serpong pada tahun 2022. Penulis melakukan pengabdian terhadap masyarakat dengan mengikuti program Kuliah Kerja Nyata (KKN) Kebangsaan tahun 2022 di desa Sukarame, Kecamatan Talang Padang, Kabupaten Tanggamus. Penulis telah menyelesaikan penelitian skripsi di Jurusan Fisika dengan Judul

**“Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kualitas Air Minum Dengan Parameter Kimia Menggunakan Sensor pH dan Sensor Konduktivitas Berbasis Arduino Uno”**

## **MOTTO**

*“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya  
sesudah kesulitan itu ada kemudahan”*

**-QS Al-Insyirah Ayat 5-6**

*“Satu-satunya cara untuk melakukan pekerjaan yang hebat adalah dengan  
mencintai apa yang kamu lakukan”*

**-Steve Jobs**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

### **PERSEMBAHAN**

Dengan mengucapkan alhamdulillahirabbil'alamin, saya persembahkan karya ini kepada:

Kedua Orang Tua

**Bapak Ubed Jubaedi dan Ibu Susi Aria Mensi**

Terimakasih atas semua doa, dukungan, dan harapan yang telah diberikan kepada saya hingga saya dapat menyelesaikan pendidikan S1 ini. Semoga saya dapat membawa manfaat bagi Bangsa Indonesia.

**Adik-adikku**

Terimakasih telah memberikan semangat, bantuan, dan dukungan kepadaku baik dalam bentuk materi maupun hal lain yang sangat berharga.

Almamaterku tercinta

**“UNIVERSITAS LAMPUNG”**

## KATA PENGANTAR

Segala puja dan puji atas rasa syukur penulis panjatkan ke khadirat Allah SWT yang telah memberikan nikmat iman, sehat, dan ilmu yang bermanfaat kepada penulis. Sehingga, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KUALITAS AIR MINUM DENGAN PARAMETER KIMIA MENGGUNAKAN SENSOR PH DAN SENSOR KONDUKTIVITAS BERBASIS ARDUINO UNO”**. Shalawat serta salam penulis haturkan kepada suri tauladan alam Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan para pengikutnya. Semoga kita semua dapat memperoleh pertolongan Beliau di hari akhir kelak. Tujuan dari penulisan skripsi ini sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa dalam penyajian skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak untuk perbaikan dari skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat menjadi penambah referensi dan rujukan terhadap pengembangan riset kualitas air minum berbasis Arduino Uno selanjutnya.

Bandar Lampung, 9 Oktober 2023

Penulis,

Aulia Nofdizhar Baehaqi  
NPM. 1957041002

## SANWACANA

Segala puja dan puji atas rasa syukur penulis panjatkan ke khadirat Allah SWT yang telah memberikan nikmat iman, sehat, dan ilmu yang bermanfaat kepada penulis. Sehingga, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kualitas Air Minum Dengan Parameter Kimia Menggunakan Sensor pH dan Sensor Konduktivitas Berbasis Arduino Uno”**. Dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Sehingga, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Drs. Amir Supriyanto, M.Si. sebagai dosen pembimbing pertama yang telah banyak memberikan saran dan kritik yang membangun selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini hingga selesai.
2. Ibu Humairoh Ratu Ayu, S.Pd., M.Si. sebagai dosen pembimbing kedua yang selalu memberikan saran dan masukan selama proses penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng. sebagai dosen penguji yang telah memberikan koreksi, kritik serta saran yang membangun selama penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan masukan dan bimbingannya selama perkuliahan.
5. Seluruh Dosen Fisika FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan seluruh ilmu yang bermanfaat kepada penulis.
6. Para staf di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung.

7. Kedua Orang Tua penulis, Bapak Ubed Jubaedi dan Ibu Susi Aria Mensi yang telah memberikan perhatian, doa, nasihat, dan dukungan kepada penulis selama menjalani kuliah di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung.
8. Adik saya yang telah memberikan semangat, dukungan, dan doanya selama penulis menjalani perkuliahan di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung.
9. Seorang mahasiswi dengan npm 20201350463 di Bogor yang selalu menemani, mendoakan, dan mendukung selama penulisan skripsi ini.
10. Arian Rizal, Adhito Dwi Danendra, Muhamad Ridwan, Rifki Mohammad, selaku sahabat penulis yang telah memberikan doa dan dukungan kepada penulis selama menjalani perkuliahan.
11. Teman-teman satu perjuangan Fisika angkatan 2019, keluarga besar Himafi FMIPA Unila, yang telah bersama-sama dengan penulis dalam menjalani perkuliahan dan telah memberikan doa serta motivasi pembelajaran kehidupan kepada penulis agar bisa menjalani kehidupan yang akan datang.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan balasan atas segala kebaikan yang telah dilakukan oleh semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Bandar Lampung, 9 Oktober 2023

Aulia Nofdizhar Baehaqi

## DAFTAR ISI

|                                | Halaman     |
|--------------------------------|-------------|
| <b>ABSTRAK</b> .....           | <b>i</b>    |
| <b>ABSTRACT</b> .....          | <b>ii</b>   |
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....     | <b>iii</b>  |
| <b>PENGESAHAN</b> .....        | <b>iv</b>   |
| <b>LEMBAR PERNYATAAN</b> ..... | <b>vi</b>   |
| <b>RIWAYAT HIDUP</b> .....     | <b>vii</b>  |
| <b>MOTTO</b> .....             | <b>viii</b> |
| <b>PERSEMBAHAN</b> .....       | <b>ix</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....    | <b>x</b>    |
| <b>SANWACANA</b> .....         | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....        | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....     | <b>xv</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....      | <b>xvii</b> |
| <br><b>I. PENDAHULUAN</b>      |             |
| 1.1 Latar Belakang .....       | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah .....      | 5           |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....     | 5           |
| 1.4 Manfaat Penelitian.....    | 6           |
| 1.5 Batasan Masalah.....       | 6           |

## II. TINJAUAN PUSTAKA

|   |    |
|---|----|
| 2.1 Penelitian Terkait .....                              | 7  |
| 2.2 Air.....  | 9  |
| 2.2.1 Karakteristik Air .....                             | 9  |
| 2.2.2 Karakteristik Air Berdasarkan Parameter Fisik ..... | 10 |
| 2.2.3 Karakteristik Air Berdasarkan Parameter Kimia ..... | 11 |
| 2.3 Sumber-Sumber Air .....                               | 12 |
| 2.4 Air Bersih .....                                      | 13 |
| 2.5 Unsur Logam .....                                     | 14 |
| 2.6 Modul pH-4502C dan Elektroda E-201 pH Sensor.....     | 16 |
| 2.7 Sensor Konduktivitas .....                            | 18 |
| 2.8 Arduino Uno AtMega 328.....                           | 20 |
| 2.9 Arduino IDE .....                                     | 21 |
| 2.10 LCD 16x2 dan Modul I2C.....                          | 22 |
| 2.11 Light Emitting Diode ( <i>LED</i> ) .....            | 24 |

## III. METODE PENELITIAN

|   |    |
|---|----|
| 3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan.....   | 25 |
| 3.2 Alat dan Bahan .....                | 25 |
| 3.3 Prosedur Penelitian .....           | 26 |
| 3.3.1 Desain dan Perancangan Alat ..... | 28 |
| 3.4 Tahapan Pengujian .....             | 31 |

## IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

|   |    |
|---|----|
| 4.1 Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ).....                          | 35 |
| 4.1.1 Kalibrasi Prangkat Keras .....                                  | 37 |
| 4.1.1.1 Kalibrasi Sensor pH-4502C.....                                | 36 |
| 4.1.1.2 Kalibrasi Sensor Konduktivitas.....                           | 41 |
| 4.2 Pengujian Alat Pendeteksi Kualitas Air Minum Layak Konsumsi ..... | 45 |
| 4.3 Pengambilan Data.....   | 45 |
| 4.3.1 Pengambilan Data dengan Parameter pH.....                       | 47 |
| 4.3.2 Pengambilan Data dengan Parameter Kadar Logam.....              | 49 |
| 4.3.3 Status Kelayakan Air Minum.....                                 | 50 |

## V. SIMPULAN DAN SARAN

|                   |    |
|-------------------|----|
| 5.1 Simpulan..... | 52 |
| 5.2 Saran .....   | 52 |

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| <b>Gambar 2.1</b> Implementasi Rangkaian pH Meter (Yoga et al., 2022).....   | 7  |
| <b>Gambar 2.2</b> Rangkaian Kontroler (Maulana, 2018).....   | 8  |
| <b>Gambar 2.3</b> Modul pH-4502C.....  | 17 |
| <b>Gambar 2.4</b> (a) Skema Sensor pH Elektroda Kaca dan (b) Proses Pertukaran Ion<br>H <sup>+</sup> Yang Menimpulkan Potensial Listrik (Suryono, 2018)..... | 16 |
| <b>Gambar 2.5</b> Elektroda E-201 pH Sensor .....  | 17 |
| <b>Gambar 2.6</b> Modul Sensor Konduktivitas .....   | 18 |
| <b>Gambar 2.7</b> Arduino Uno .....  | 21 |
| <b>Gambar 2.8</b> LCD 16x2 .....   | 23 |
| <b>Gambar 2.9</b> Modul I2C.....   | 24 |
| <b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian .....  | 27 |
| <b>Gambar 3.2</b> Diagram Blok Alat Ukur .....   | 28 |
| <b>Gambar 3.3</b> Rangkaian Alat Ukur Kualitas Air .....   | 29 |
| <b>Gambar 3.4</b> Diagram Alir Perangkat Lunak (Software).....   | 31 |
| <b>Gambar 3.5</b> Grafik Kalibrasi sensor pH-4502C .....   | 32 |
| <b>Gambar 3.6</b> Grafik Pengujian Sensor pH-4502C .....   | 34 |
| <b>Gambar 4.1</b> Realisasi Alat Pendeteksi Kualitas Air Minum Layak Konsumsi....  | 35 |
| <b>Gambar 4.2</b> Tampilan Samping Alat Pendeteksi Kualitas Air Minum .....  | 36 |
| <b>Gambar 4.3</b> Bagian Dalam Alat Pendeteksi Kualitas Air Minum Layak<br>Konsumsi .....  | 37 |
| <b>Gambar 4.4</b> Grafik Kalibrasi Sensor pH-4502C .....   | 39 |
| <b>Gambar 4.5</b> Grafik Nilai Derajat Keasaman dan Kebasaan (pH) Air .....  | 42 |
| <b>Gambar 4.6</b> Pengambilan Data Kalibrasi Kadar Logam Besi (Fe) Menggunakan<br>Serbuk Besi (a) 1,5 gram (b) 2 gram (c) 2,5 gram.....                      | 42 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Gambar 4.7</b> Grafik Kalibrasi Sensor Konduktivitas.....   | 42 |
| <b>Gambar 4.8</b> Pengujian Alat .....   | 45 |
| <b>Gambar 4.9</b> Pengambilan Data di Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi<br>Lampung (a) Ruang Penelitian (b) Tampilan Pada LCD ..... | 46 |
| <b>Gambar 4.10</b> Grafik Rata-Rata pH Air.....  | 48 |
| <b>Gambar 4.11</b> Grafik Rata-Rata Kadar Logam dalam Air.....   | 50 |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabel 2.1</b> Parameter Air Bersih Menurut Keputusan Menteri Kesehatan..... | 13 |
| <b>Tabel 2.2</b> Spesifikasi Modul pH-4502C.....                               | 17 |
| <b>Tabel 2.3</b> Spesifikasi Elektroda E-201 .....                             | 18 |
| <b>Tabel 2.4</b> Spesifikasi Modul Sensor Konduktivitas .....                  | 19 |
| <b>Tabel 2.5</b> Spesifikasi Arduino Uno .....                                 | 21 |
| <b>Tabel 2.6</b> Spesifikasi LCD 16x2 .....                                    | 23 |
| <b>Tabel 2.7</b> Spesifikasi Modul I2C.....                                    | 24 |
| <b>Tabel 3.1</b> Alat-Alat Yang Digunakan Pada Penelitian.....                 | 25 |
| <b>Tabel 3.2</b> Bahan-Bahan Yang Digunakan Pada Penelitian .....              | 25 |
| <b>Tabel 3.3</b> Software Yang Digunakan Pada Penelitian.....                  | 26 |
| <b>Tabel 3.4</b> Pengujian Sensor pH-4502C .....                               | 33 |
| <b>Tabel 3.5</b> Data Hasil Pengukuran Sensor pH-4502C .....                   | 33 |
| <b>Tabel 4.1</b> Data Pengukuran Nilai Tegangan Sensor pH-4502C.....           | 38 |
| <b>Tabel 4.2</b> Data Pengukuran Kalibrasi Sensor pH-4502C.....                | 40 |
| <b>Tabel 4.3</b> Data Pengukuran ADC Sensor Konduktivitas.....                 | 42 |
| <b>Tabel 4.4</b> Data Hasil Pengukuran Kadar pH Air.....                       | 47 |
| <b>Tabel 4.5</b> Data Hasil Pengukuran Kadar Logam dalam Air.....              | 49 |
| <b>Tabel 4.6</b> Status Kelayakan Air Minum .....                              | 51 |

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pencemaran air menjadi salah satu masalah di negara Indonesia dan sulit untuk dikendalikan. Terjadinya pencemaran air membuat kualitas air menurun. Oleh sebab itu kasus pencemaran air ini menjadi salah satu masalah serius karena bisa berdampak bagi kesehatan lingkungan dan manusia. Menurut data *BAPPENAS* tahun 2018 menyebutkan bahwa kasus pencemaran air perkotaan di Jakarta mencapai 96%, dan masuk dalam kategori tercemar berat. Pencemaran di Indonesia sebagian besar bersumber dari limbah rumah tangga, seperti feses manusia maupun hewan peliharaan, limbah air bekas cucian, dan lain seterusnya (Uswah, 2022).

Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), sepanjang 2021 terdapat 10.683 desa/kelurahan yang mengalami pencemaran air. Pencemaran air paling banyak ditemukan di Jawa Tengah, dengan 1.310 desa/kelurahan yang terdampak. Kemudian ada Jawa Barat dengan 1.217 desa/kelurahan terdampak, dan Jawa Timur 1.152 desa/kelurahan terdampak. Di Kalimantan Barat ada 715 desa/kelurahan yang mengalami masalah serupa. Kemudian di Sumatera Utara jumlahnya mencapai 673, Kalimantan Tengah 610, Sumatera Selatan 440, dan di Kalimantan Selatan 396 desa/kelurahan terdampak pencemaran air. BPS mencatat sebanyak 6.160 desa/kelurahan mengalami pencemaran air dari limbah rumah tangga. Sementara 4.496 desa/kelurahan mengalami pencemaran dari limbah pabrik, dan 27 desa/kelurahan dari sumber-sumber lainnya (Dihni, 2022).

Pada dasarnya fungsi air bagi masyarakat dan makhluk hidup lainnya sangatlah penting, sehingga keberadaan sumber air harus tetap dijaga baik secara kuantitas maupun kualitas. Sungai adalah salah satu sumber air baku untuk memenuhi kebutuhan masyarakat tersebut. Namun, berdasarkan pantauan Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia (LHRI) tahun 2014, sebanyak 75% sungai di Indonesia tercemar berat akibat buangan air limbah rumah tangga. Hal ini terjadi akibat sistem buangan air limbah yang tergolong buruk. Saluran Pembuangan Air Limbah (SPAL), dan Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL), serta kepemilikan jamban pada masyarakat sekitar sungai yang kurang memadai mengakibatkan kualitas air sungai menurun. Penurunan kualitas air merupakan akibat dan aktivitas manusia yang tidak peduli terhadap lingkungan (Dawud et al., 2016).

Terdapat 19 parameter wajib persyaratan air minum layak konsumsi yaitu kadar *Escherichia coli*, total coliform, suhu, *Total Dissolved Solid* (TDS), tingkat kekeruhan, warna, bau, kadar pH, kadar nitrat ( $NO^3$ ), kadar nitrit ( $NO^2$ ), kadar kromium valensi 6 ( $Cr^{6+}$ ), kadar besi (Fe), kadar mangan (Mn), sisa khlor, kadar arsen (As), kadar kadmium (Cd), kadar timbal (Pb), kadar florida (F) dan kadar alumunium (Al). Selain parameter wajib tersebut terdapat parameter khusus yang dibedakan menjadi 3 berdasarkan kondisi geohidrologi wilayah, yaitu wilayah pertanian/perkebunan/kehutanan, wilayah industri dan wilayah pertambangan minyak, gas, panas bumi dan sumberdaya mineral (Menteri Kesehatan RI, 2023).

Akhir-akhir ini ada kecenderungan penurunan kualitas air tanah terutama pada daerah perkotaan. Hal ini disebabkan oleh limbah domestik maupun limbah industri serta adanya eksploitasi air tanah secara berlebihan. Selain itu pertumbuhan penduduk yang tidak terkendali akan mengakibatkan meningkatnya kebutuhan air, yang sekaligus akan meningkatkan pembuangan limbah yang merupakan salah satu penyebab tercemarnya air tanah (Priyana, 2016).

Air yang jernih belum tentu memiliki kadar *Puissance de Hydrogen* (pH) air yang ideal. Kadar pH yang ideal tentunya tidak terlalu asam dan tidak terlalu basa. Kadar

pH normal air yang ideal pada suhu 25°C sebesar 7. Jika nilai pH dibawah 7 maka keasamannya bertambah besar. Sebaliknya jika basa, pH naik diatas 7. Nilai pH air yang normal adalah sekitar netral, yaitu antara pH 6-8. Sedangkan pH air yang terpolusi berbeda-beda, tergantung dari jenis buangnya. Nilai pH merupakan ukuran untuk konsentrasi ion hidrogen dalam larutan air. Nilai pH menentukan apakah larutan bersifat asam, netral atau basa. Jika pH 0 sangat asam, pH 7 netral, pH 14 sangat basa (Zulius, 2017).

Pencemaran yang berbahaya antara lain adalah pencemaran logam berat. Logam berat merupakan salah satu jenis zat polutan lingkungan yang paling umum dijumpai dalam perairan. Logam berat ini juga dapat berdampak negatif terhadap manusia yang menggunakan air tersebut dan organisme yang ada. Terdapatnya kandungan logam berat dalam organisme mengindikasikan adanya sumber logam berat yang berasal dari alam atau dari aktivitas manusia. Kegiatan industri yang intensif dan aktivitas manusia telah banyak mengakibatkan pelepasan limbah logam berat ke lingkungan. Logam berat juga dapat berpindah dari lingkungan ke organisme dan dari organisme satu ke organisme lain melalui rantai makanan. Logam berat yang ada pada perairan, suatu saat akan turun dan mengendap pada dasar perairan, membentuk sedimentasi dan juga menyebabkan masyarakat yang menggunakan air yang mengandung logam berat tersebut akan terkontaminasi logam berat tersebut. Air yang mengandung logam berat akan menjadi bahan racun dalam tubuh makhluk hidup (Nasution dan Sihombing, 2017).

Logam berat yang sering ditemui pada air tanah adalah zat besi (*Fe*). Besi dalam air biasanya terlarut dalam bentuk senyawa atau garam bikarbonat, garam sulfat, hidroksida dan juga dalam bentuk koloid atau bergabung dengan senyawa organik. Adanya kandungan besi (*Fe*) dalam air menyebabkan warna air berubah menjadi kuning-coklat beberapa saat setelah kontak dengan udara. Di samping dapat mengganggu kesehatan, besi dalam air juga menimbulkan bau yang tidak enak, warna kuning pada dinding bak, dan bercak-bercak kuning pada pakaian (Iyabu et al., 2020).

Air kemasan lebih sedikit dikonsumsi oleh masyarakat jika dibandingkan dengan air minum isi ulang, hal tersebut disebabkan oleh harga air minum isi ulang lebih terjangkau oleh masyarakat jika diperhitungkan dengan air minum dalam kemasan. Permenkes RI No. 492 Tahun 2010 perihal persyaratan kualitas air minum menyatakan bahwa, tingkat kontaminasi untuk kandungan Coliform pada air minum adalah 0/100 ml sampel. Total Coliform yang terkandung pada makanan/minuman menunjukkan adanya kemungkinan mikroba yang bersifat enteropatogenik atau toksigenik yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Air olahan DAM (Depot Air Minum) harus terbebas dari kandungan Coliform dan E. Coli, karena pencemaran mikroba pada air minum merupakan indikasi adanya kandungan total Coliform dan Escherichia Coli (Amartya et al., 2023).

Kini masyarakat mulai beralih pada air minum isi ulang yang diproduksi depot pengisian air. Air minum ini lebih dikenal dengan air minum isi ulang karena masyarakat memperoleh air minum dengan cara mengisi galon yang telah habis ke depot air minum. Masyarakat lebih memilih air minum isi ulang karena harga yang lebih terjangkau daripada air minum kemasan. Hal ini membuat air minum isi ulang semakin bertambah walaupun masih banyak masyarakat yang lebih memilih air rebusan daripada air minum isi ulang.

Dengan banyaknya masyarakat yang terjangkit penyakit akibat dari air minum yang dikonsumsi maka beberapa penelitian dilakukan untuk mengetahui kualitas air yang beredar salah satunya adalah penelitian yang telah dilakukan oleh (Yoga *et al.*, 2022) dengan menggunakan sensor pH untuk mengetahui tingkat derajat keasaman dan kebasaaan dalam air. Dari penelitian tersebut didapati nilai akurasi sebesar 98,28% dan tingkat rata-rata error sensor pH sebesar 1,72%. Selanjutnya penelitian lain yang dilakukan oleh (Maulana, 2018) dengan menggunakan elektrolisis dan konduktivitas sebagai alat pendeteksi kualitas air minum berbasis arduino uno. Kemudian penelitian lain yang dilakukan oleh (Pratmanto *et al.*, 2019) dengan menggunakan sensor konduktivitas sebagai pendeteksi kualitas air dengan parameter kadar logam besi (*Fe*). Kekurangan dari ketiga peneliti tersebut adalah

tidak mengklasifikasikan jenis air yang digunakan sebagai sampel dari penelitian tersebut dan tidak adanya kalibrasi sensor.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka perlu dirancang sistem alat ukur kualitas air minum layak konsumsi sebagai solusi dalam menyelesaikan permasalahan. Alat ukur kualitas air minum layak konsumsi dengan parameter pH dan kadar logam menjadi solusi yang tepat untuk memproses data secara realtime. Alat ini dilengkapi dengan sensor pH-4502C yang berfungsi sebagai mengukur derajat keasaman dan kebasaaan dalam air, sensor konduktivitas berfungsi mengukur kadar logam dalam air. Kedua komponen sensor tersebut dihubungkan dengan perangkat mikrokontroler Arduino Uno sebagai pusat kontrol. Sistem tersebut akan mendeteksi hasil kualitas air minum layak konsumsi yang diperoleh. Output sistem ini akan mengirimkan sinyal berupa data ke LCD 20x4 dan LED.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana merancang alat pendeteksi pH dan kadar logam besi (Fe) air minum dengan menggunakan arduino uno?
2. Berapakah tingkat kualitas pH dan kadar logam besi (Fe) air minum layak konsumsi yang bersumber dari air PDAM, air sumur, air isi ulang, dan air dalam kemasan?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang sebuah sistem alat pendeteksi kualitas air minum dengan parameter pH dan kadar logam besi (Fe) berbasis arduino uno.

2. Menguji hasil alat pendeteksi kualitas air minum dengan parameter pH dan kadar logam besi (Fe) yang bersumber dari air PDAM, air sumur, air isi ulang, dan air dalam kemasan (Le Mineral).

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Tersedianya alat ukur standar kualitas air minum yang layak konsumsi.
2. Memberikan informasi terkait kadar pH dan kadar logam besi (Fe) yang terdapat pada air minum..
3. Meminimalisir terjangkitnya penyakit yang berasal dari kualitas air minum.
4. Memberikan referensi baru dalam pembuatan alat pendeteksi kualitas air minum.

#### **1.5 Batasan Masalah**

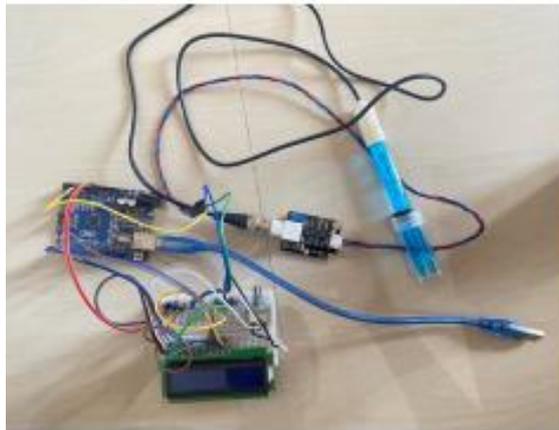
Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Parameter pada pengujian kualitas air ini adalah pH dan kadar logam.
2. Kadar logam dalam air yang akan diuji hanya besi (Fe).
3. Jenis sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor pH-4502C dan sensor konduktivitas.
4. Mikrokontroler yang digunakan pada penelitian uji kualitas air adalah Arduino Uno ATmega 328p.
5. Software mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino IDE.
6. Sampel air yang digunakan adalah air PDAM, air sumur, air isi ulang, dan air dalam kemasan (Le Mineral).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Terkait

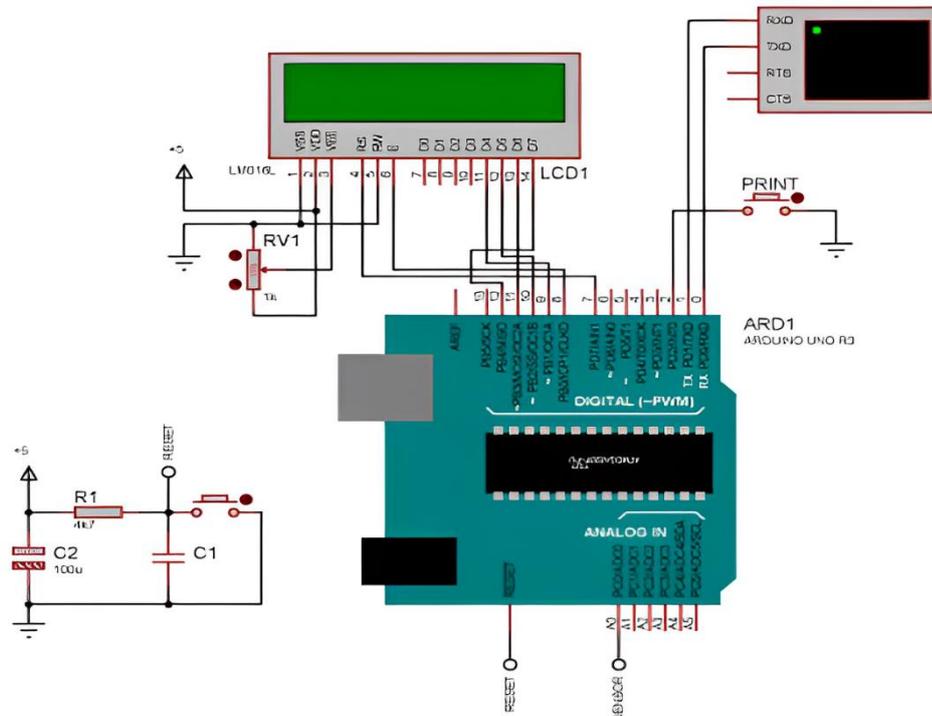
Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian-penelitian sebelumnya. Adapun beberapa penelitian terkait alat ukur kualitas air tetapi dari penelitian tersebut masih terdapat kelebihan dan kekurangan. Peneliti tersebut yaitu (Yoga *et al.*, 2022), telah membuat alat ukur pH air dengan menggunakan sensor pH air. Output pada penelitian ini menggunakan LCD 16x2 untuk mengetahui keluaran angka pH pada suatu larutan.



**Gambar 2. 1** Implementasi Rangkaian pH Meter (Yoga *et al.*, 2022)

Dari rangkaian alat ukur pH meter diatas mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno. Kelebihan dari penelitian ini adalah nilai keluaran yang hampir sama dengan alat pH meter standar. Namun kekurangan dari penelitian ini adalah tidak mengklasifikasikan jenis air yang digunakan sebagai sampel pada penelitian tersebut.

Penelitian kedua yang merancang alat ukur kualitas air adalah (Maulana, 2018), peneliti ini telah merancang alat pendeteksi kualitas air minum menggunakan elektrolisis dan konduktivitas berbasis arduino uno. Output pada penelitian ini menggunakan LCD 16x2 untuk mengetahui keluaran nilai konduktivitas dalam air.



**Gambar 2. 2** Rangkaian Kontroler (Maulana, 2018)

Dari penelitian alat pendeteksi kualitas air minum yang telah dibuat mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno. Kelebihan dari penelitian ini adalah nilai error yang hampir sama dengan alat konduktivitas meter standar. Namun kekurangan dari penelitian ini adalah tidak mengklasifikasikan jenis air yang digunakan sebagai sampel pada penelitian tersebut.

Penelitian ketiga yang merancang alat ukur kualitas air adalah (Pratmanto *et al.*, 2019), peneliti ini telah merancang alat ukur kualitas air bersih dengan menggunakan sensor konduktivitas untuk mengetahui kadar logam pada air. Dari penelitian alat ukur kadar logam yang telah dibuat oleh (Pratmanto *et al.*, 2019), mempunyai kelebihan yaitu dilengkapi dengan tanda peringatan jika kadar logam

pada air melebihi batas maksimum yang telah ditentukan. Namun, kekurangan dari penelitian tersebut adalah tidak adanya kalibrasi sensor.

## 2.2 Air

Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi ini. Rumus kimia air adalah  $H_2O$ , dimana setiap molekulnya mengandung dua atom hidrogen dan satu atom oksigen yang dihubungkan oleh ikatan kovalen.

### 2.2.1 Karakteristik Air

Air merupakan sumber daya alam yang berlimpah di bumi, menutupi sekitar 71% dari permukaan bumi. Secara keseluruhan air di muka bumi, sekitar 98% terdapat di Samudera dan laut dan hanya 2% yang merupakan air tawar yang terdapat di sungai, danau dan bawah tanah. Diantara air tawar yang ada tersebut, 87% diantaranya berbentuk es, 12% terdapat di dalam tanah, dan sisanya sebesar 1% terdapat di danau dan sungai. Selain berlimpah keberadaannya di muka bumi, airpun memiliki karakteristik yang khas, menurut Effendi (2003), karakteristik tersebut adalah sebagai berikut:

- a) Pada kisaran suhu yang sesuai bagi kehidupan, yakni  $0^{\circ}\text{C}$  ( $32^{\circ}\text{F}$ ) –  $100^{\circ}\text{C}$ , air berwujud cair. Suhu  $0^{\circ}\text{C}$  merupakan titik beku (*freezing point*) dan suhu  $100^{\circ}\text{C}$  merupakan titik didih (*boiling point*) air.
- b) Perubahan suhu air berlangsung lambat sehingga air memiliki sifat sebagai penyimpanan panas yang sangat baik. Perubahan suhu air yang lambat mencegah terjadinya stres pada makhluk hidup karena adanya perubahan suhu yang mendadak dan memelihara suhu bumi agar sesuai bagi makhluk hidup. Sifat ini juga menyebabkan air sangat baik digunakan sebagai pendingin mesin.
- c) Air memerlukan panas yang tinggi dalam proses penguapan. Penguapan (*evaporasi*) adalah proses perubahan air menjadi uap air. Proses ini memerlukan energi panas dalam jumlah besar. Sebaliknya, proses perubahan uap air menjadi cairan (*kondensasi*) melepaskan energi panas yang besar. Pelepasan energi ini merupakan salah satu penyebab mengapa kita merasa sejuk pada saat

berkeringat. Sifat ini juga merupakan salah satu faktor utama yang menyebabkan terjadinya penyebaran panas secara baik di bumi.

- d) Air merupakan pelarut yang baik. Air mampu melarutkan berbagai jenis senyawa kimia. Air hujan mengandung senyawa kimia dalam jumlah yang sangat sedikit, sedangkan air laut dapat mengandung senyawa kimia hingga 35.000 mg/liter. Sifat ini memungkinkan unsur hara terlarut diangkut ke seluruh jaringan tubuh makhluk hidup dan memungkinkan bahan-bahan toksik yang masuk ke dalam jaringan tubuh makhluk hidup dilarutkan untuk dikeluarkan kembali. Sifat ini juga memungkinkan air digunakan sebagai pencuci yang baik dan pengencer bahan pencemar (polutan) yang masuk ke dalam air.
- e) Air memiliki tegangan permukaan yang tinggi. Suatu cairan dikatakan memiliki tegangan permukaan yang tinggi jika tekanan antar molekul cairan tersebut tinggi. Tegangan permukaan yang tinggi menyebabkan air memiliki sifat membasahi suatu bahan secara baik (*higher wetting ability*).
- f) Air merupakan satu-satunya senyawa yang merenggang ketika membeku. Pada saat membeku, air merenggang sehingga es memiliki *densitas* (massa/volume) yang lebih rendah daripada air.

Air mengalami sirkulasi yang disebut daur hidrologi. Proses ini berawal dari permukaan tanah dan laut yang menguap ke udara kemudian mengalami kondensasi yaitu berubah menjadi titik titik air yang mengumpul dan membentuk awan. Titik-titik air itu memiliki kohesi sehingga titik-titik air menjadi besar dan dipengaruhi gravitasi bumi sehingga jatuh disebut hujan. Air hujan yang jatuh dipermukaan bumi sebagian diserap tanah dan sebagian lagi mengalir melalui sungai menuju ke laut.

### **2.2.2 Karakteristik Air Berdasarkan Parameter Fisik**

Karakteristik air berdasarkan parameter fisik terdiri dari:

#### **1. Warna**

Warna asli atau *True color* dari air disebabkan oleh substansi terlarut, warna pada air iukur berdasarkan warna standar yang telah diketahui konsentrasinya.

2. Kekeruhan

Kekeruhan dalam air disebabkan oleh adanya zat tersuspensi, seperti lumpur, zat organik, dan zat-zat halus lainnya. Kekeruhan diukur dengan skala *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU).

3. *Total Dissolved Solid* (TDS)

TDS adalah jumlah padatan terlarut yang terdapat dalam air berupa ion-ion dan senyawa-senyawa terlarut dengan diameter  $< 10^{-6}mm$  dan koloid dengan diameter  $10^{-6} - 10^{-3}mm$  yang tidak tersaring pada kertas saring berdiameter  $0,45 \mu m$ .

4. Suhu

Suhu dapat diartikan sebagai ukuran kuantitatif dari temperatur, panas atau dingin dan diukur dengan termometer.

5. Rasa dan Bau

Air yang layak untuk dikonsumsi tidak memiliki rasa dan tidak berbau.

### 2.2.3 Karakteristik Air Berdasarkan Parameter Kimia

Karakteristik air berdasarkan parameter kimia terdiri dari:

1. Derajat Keasaman dan Kebasaan (pH)

Derajat keasaman dan kebasaan (pH) merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan intensitas keadaan suatu larutan asam atau basa.

2. Besi (Fe)

Besi adalah metal berwarna putih keperakan, liat dan dapat dibentuk. Didalam air minum Fe dapat menimbulkan rasa, dan menimbulkan warna (kuning), pengendapan pada dinding pipa, pertumbuhan bakteri dan kekeruhan.

3. Mangan (Mn)

Mangan adalah logam keras dan sangat rapuh, dapat dileburkan dan disatukan walaupun sulit. Logam mangan dan ion-ion biasanya mempunyai daya magnet yang kuat. Mangan mempunyai warna putih kelabu dan menyerupai besi

#### 4. Nitrit

Nitrit merupakan senyawa antara hasil oksidasi amonia dan merupakan bentuk peralihan antara amonia dan nitrat, antara nitrat dan gas nitrogen.

#### 5. Nitrat

Nitrat merupakan salah satu bentuk nitrogen di perairan yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan selain ion amonium dalam menunjang pertumbuhan senyawa  $NO_3 - N$  sangat mudahlarut dalam air dan sangat stabil (Sofarini, 2011).

### 2.3 Sumber-Sumber Air

Dapat diketahui bahwa sumber air merupakan komponen penting untuk penyediaan air bersih karena tanpa sumber air maka suatu sistem penyediaan air bersih tidak akan berfungsi. Berikut ini adalah beberapa sumber air:

#### 1. Air Hujan

Air hujan merupakan penyubliman awan/uap air menjadi air murni yang ketika turun dan melalui udara akan melalui benda-benda yang terdapat di udara diantara benda-benda yang terlarut dari udara tersebut adalah: gas  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$  juga zat-zat renik dan debu. Dalam keadaan murni, air hujan sangat bersih tetapi setelah mencapai permukaan bumi air hujan tidak murni lagi karena ada pengotoran udara yang disebabkan oleh pengotoran industri/debu dan lain sebagainya. Air hujan jumlahnya sangat terbatas dipengaruhi antara lain oleh musim, jumlah, intensitas, dan distribusi hujan. Hal tersebut juga dipengaruhi oleh letak geografis suatu daerah. Kualitas air hujan sangat dipengaruhi oleh kualitas udara atmosfer di daerah tersebut.

#### 2. Air Permukaan

Air permukaan adalah air yang mengalir di permukaan bumi. Pada umumnya air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang kayu, daun, kotoran industri dan lainnya. Dibandingkan dengan sumber lain air permukaan merupakan sumber air yang tercemar berat. Keadaan ini terutama berlaku bagi tempat-tempat yang dekat dengan tempat tinggal penduduk. Hampir semua air buangan dan sisa kegiatan manusia dilimpahkan kepada air atau

dicuci dengan air dan pada waktunya akan dibuang ke dalam badan air permukaan. Yang termasuk ke dalam kelompok air permukaan adalah air yang berasal dari sungai, rawa, parit, bendungan, danau, dan laut.

### 3. Air Tanah

Air tanah merupakan air permukaan yang meresap dalam tanah sehingga mengalami penyaringan oleh tanah, batu-batuan, maupun pasir. Ciri-ciri air tanah adalah memiliki suspended solids rendah dan dissolved solids tinggi. Permasalahan pada air tanah yang mungkin timbul adalah tingginya kandungan *total dissolved solids* (TDS), besi, mangan, dan kesadahan air tanah. Air tanah terbagi menjadi tiga jenis yaitu air tanah dangkal, air tanah dalam, dan mata air.

## 2.4 Air Bersih

Air bersih adalah air yang memenuhi syarat kesehatan dan harus dimasak terlebih dahulu sebelum diminum. Sedangkan air minum adalah air yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum atau layak digunakan sebagai air bersih. Syarat-syarat yang ditentukan sesuai dengan persyaratan kualitas air secara fisika, kimia, dan biologi. Standar kualitas air bersih menurut Peraturan Menteri Kesehatan Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor : 492/Menkes/Per/IV/2010, seperti yang di tunjukkan pada **Tabel 2.1**.

**Tabel 2. 1** Parameter Air Bersih Menurut Keputusan Menteri Kesehatan

| No. | Parameter | Satuan | Kadar Maksimum yang diperbolehkan |
|-----|-----------|--------|-----------------------------------|
| 1.  | pH        | -      | 6,5-8,5                           |
| 2.  | TDS       | ppm    | 500                               |
| 3.  | Kekeruhan | NTU    | 3                                 |
| 4.  | Salinitas | mg/l   | 0                                 |
| 5.  | Besi      | mg/l   | 0,3                               |
| 6.  | Mangan    | mg/l   | 0,4                               |

(Menkes,2010)

Air bersih dalam hal ini air tanah terkadang mengalami pencemaran. Pencemaran air tanah umumnya terjadi oleh tingkah laku manusia seperti oleh zat-zat detergen, asam belerang dan zat-zat kimia sebagai sisa pembuangan pabrik-pabrik kimia/industri. Pencemaran air juga disebabkan oleh pestisida, herbisida, pupuk tanaman yang merupakan unsur-unsur polutan sehingga mutu air berkurang. Suatu

sumber air dikatakan tercemar tidak hanya karena tercampur dengan bahan pencemar, akan tetapi apabila air tersebut tidak sesuai dengan kebutuhan tertentu. Sebagai contoh suatu sumber air yang mengandung logam berat atau mengandung bakteri penyakit masih dapat digunakan untuk kebutuhan industri atau sebagai pembangkit tenaga listrik, akan tetapi tidak dapat digunakan untuk kebutuhan rumah tangga (keperluan air minum, memasak, mandi dan mencuci). Pencemaran pada air tanah juga dapat disebabkan oleh adanya kandungan logam-logam di dalam air tanah tersebut, baik yang bersifat toksik maupun esensial (Febrina & Ayuna, 2014).

## 2.5 Unsur Logam

Kasus pencemaran perairan oleh logam berat berbahaya dan beracun seringkali terjadi. Tidak jarang pula menimbulkan korban yang cukup serius, baik manusia maupun organisme lain penghuni ekosistem perairan. Namun, kehadiran cemaran logam berat dalam ekosistem perairan seolah tidak dapat dihindari. Apabila mendengar kata logam, maka yang terbayang di benak kita adalah benda-benda keras yang berkilauan, seperti emas, perak, besi, baja, dan kuningan. Ternyata bila dipelajari lebih jauh dengan melihat sistem berkala periodik unsur-unsur, yang termasuk ke dalam golongan logam tidak hanya zat-zat yang bertekstur keras dan berkilauan, tetapi ada juga zat-zat yang bertekstur lembut namun digolongkan sebagai logam. Dalam sistem berkala periodik unsur-unsur, 94 dari 106 unsur yang ada di alam adalah logam. Berdasarkan pada bobot atom logam dapat dibedakan menjadi 2 yaitu logam berat dan logam ringan. Menurut Proteous (1991) logam berat adalah logam yang mempunyai bobot atom besar, definisi lain logam berat sebagai logam yang mempunyai bobot 5 gram atau lebih setiap  $cm^3$ . Hal ini, berarti 5 kali lebih besar dari bobot jenis air, misal merkuri (Hg), timbal (Pb), dan cadmium (Cd). Sementara itu, logam ringan yaitu logam yang bobot atom lebih kecil dari 5 gram per  $cm^3$  contoh natrium (Na) dan kalium (K). Parameter kimia air dalam standar baku mutu kesehatan lingkungan, seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 2.2**.

**Tabel 2. 2** Parameter Kimia Air Dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan.

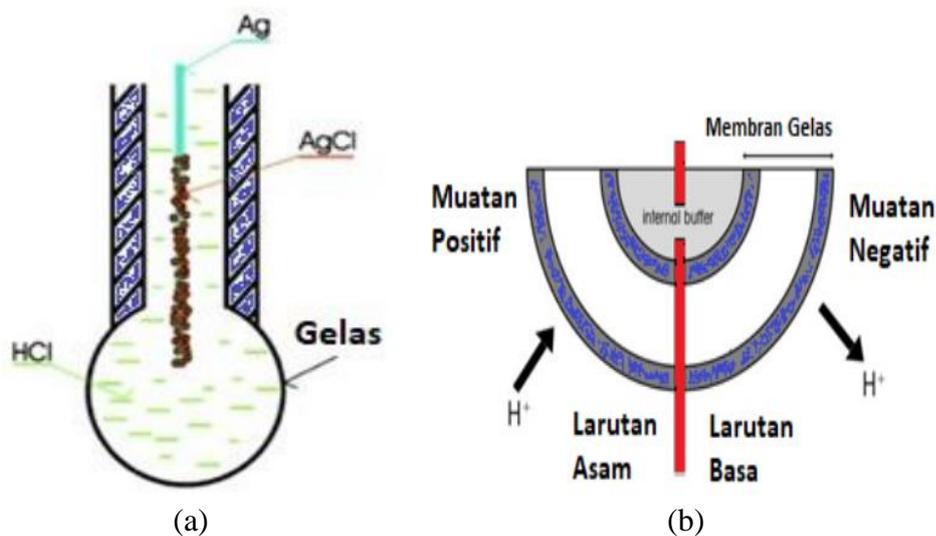
| No. | Parameter                           | Unit | Kadar maksimum |
|-----|-------------------------------------|------|----------------|
| 1.  | Derajat Keasaman dan kebasaaan (pH) | mg/l | 6,5-8,5        |
| 2.  | Besi                                | mg/l | 0,3            |
| 3.  | Fluorida                            | mg/l | 1,5            |
| 4.  | Kesadahan                           | mg/l | 500            |
| 5.  | Mangan                              | mg/l | 0,4            |
| 6.  | <i>Nitrat</i>                       | mg/l | 10             |
| 7.  | Nitrit                              | mg/l | 1              |
| 8.  | Sianida                             | mg/l | 0,1            |
| 9.  | Deterjen                            | mg/l | 0,05           |
| 10. | Pestisida total<br>Tambahan         | mg/l | 0,1            |
| 11. | Air raksa                           | mg/l | 0,001          |
| 12. | Arsen                               | mg/l | 0,05           |
| 13. | Kadmium                             | mg/l | 0,005          |
| 14. | Kromium                             | mg/l | 0,05           |
| 15. | Selenium                            | mg/l | 0,01           |
| 16. | Seng                                | mg/l | 15             |
| 17. | Sulfat                              | mg/l | 400            |
| 18. | Timbal                              | mg/l | 0,05           |
| 19. | Benzene                             | mg/l | 0,01           |
| 20. | Zat organik                         | mg/l | 10             |

(Depkes, 2017).

Logam di alam berasal dari berbagai sumber antara lain proses tektonik, vulkanik, up welling, masukan dari atmosfer, dan masukan dari daratan. Masukan dari daratan mempunyai peranan terbesar dalam meningkatkan konsentrasi logam berat di perairan, salah satu akibat buangan limbah cair industri. Secara alamiah, logam sudah terdapat dalam air laut, tetapi dalam jumlah yang sangat kecil, menurut penelitian yang dilakukan oleh Hutagalung (1997), kandungan logam berat dalam air laut berkisar antara  $10^{-5}$  sampai dengan  $10^{-2}$  ppm. Konsentrasi logam berat dalam air sangat bervariasi, salah satu bergantung pada musim. Pada musim penghujan saat curah hujan tinggi, banyak logam berat baik dalam bentuk terlarut atau endapan yang terbawa dari darat ke laut melalui aliran sungai. Keberadaan logam berat dalam air dapat ditemukan dalam berbagai bentuk yaitu terlarut, endapan, atau butiran halus. Logam berat terlarut lama kelamaan akan mengendap, tetapi membutuhkan waktu yang cukup lama (Puspasari, 2006)..

## 2.6 Modul pH-4502C dan Elektroda E-201 pH Sensor

Sensor pH terdiri dari voltmeter yang dipasang pada elektroda yang responsif terhadap pH dan elektroda referensi (tidak berubah). Prinsip kerja dari sensor pH adalah mengubah besarnya nilai reaksi kimia yang terjadi atau yang terdeteksi dan dikonversikan ke dalam besaran tegangan listrik. Prinsip transduksi dalam sensor melibatkan perubahan sifat fisik atau kimia dari sensor yang terjadi sebagai respon terhadap perubahan pH dalam larutan. Diagram sensor pH ditunjukkan pada **Gambar 2.3**.



**Gambar 2.3** (a) Skema Sensor pH Elektroda Kaca dan (b) Proses Pertukaran Ion  $H^+$  Yang Menimbulkan Potensial Listrik (Suryono, 2018)

Pertukaran ion hidrogen dengan kandungan  $H_3O$  dari larutan sampel menghasilkan beda potensial antar elektroda (dinding kaca dan kawat perak) dengan **persamaan 2.1**.

$$E = -\frac{RT}{2,303F} \log_{10}(H_3O^+) \quad (2.1)$$

dengan  $E$  sebagai beda potensial (V),  $R$  sebagai konstanta molar gas (8,314 J/molK),  $T$  sebagai sebagai suhu larutan (K),  $F$  sebagai konstanta Faraday (96,485,3 C/mol), dan  $H_3O^+$  sebagai aktivitas ion dari sampel yang diukur (Suryono, 2018).

Salah satu jenis modul pH adalah pH modul pH-4502C. Di bawah ini merupakan gambar modul sensor pH-4502C, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.4**.



**Gambar 2. 4** Modul pH-4502C

Berikut merupakan spesifikasi dari sensor pH-4502C, seperti yang di tunjukkan pada **Tabel 2.3**.

**Tabel 2. 3** Spesifikasi Modul pH-4502C

| No. | Spesifikasi                       |                 |
|-----|-----------------------------------|-----------------|
| 1.  | Tegangan                          | 5 V             |
| 2.  | Konsentrasi Yang Dapat Terdeteksi | pH 0-14         |
| 3.  | Deteksi Suhu                      | 0-80            |
| 4.  | Waktu Respon                      | 5 detik         |
| 5.  | Waktu Penyelesaian                | 60 detik        |
| 6.  | Power                             | 0,5 W           |
| 7.  | Ukuran                            | 42 x 32 x 20 mm |

Salah satu jenis elektroda yang digunakan untuk mengukur pH adalah elektroda E-201. Berikut merupakan gambar elektroda E-201, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.5**.



**Gambar 2. 5** Elektroda E-201 pH Sensor

Berikut merupakan spesifikasi dari elektroda E-201, seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 2.4**.

**Tabel 2. 4** Spesifikasi Elektroda E-201

| No. | Spesifikasi                      |
|-----|----------------------------------|
| 1.  | Rentang Pengukuran 0,00-14,00 pH |
| 2.  | Persentase Akurasi 98,5%         |
| 3.  | Respon Waktu <1 menit            |
| 4.  | Suhu Operasional 0-60            |
| 5.  | Panjang Kabel 0,8 m              |

## 2.7 Sensor Konduktivitas

Sensor Konduktivitas memiliki desain yang kompak. Probe sensornya berbahan stik stainless yang berfungsi sebagai penerima data dari bahan yang diuji. Sensor ini bisa langsung disambungkan dengan pin analog Arduino maupun pin analog mikrokontroler lainnya, tanpa harus menggunakan modul penguat tambahan. Sensor ini dapat mendeteksi kadar logam dalam air seperti besi (*Fe*) dan mangan (*Mn*) (Pratmanto *et al.*, 2019). Berikut merupakan gambar dari sensor konduktivitas, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.6**.



**Gambar 2.6** Modul Sensor Konduktivitas

Adapun spesifikasi modul sensor konduktivitas, seperti yang di tunjukkan pada **Tabel 2.5**.

**Tabel 2. 5** Spesifikasi Modul Sensor Konduktivitas

| No. | Spesifikasi                                    |
|-----|--|
| 1.  | Tegangan 5V                                    |
| 2.  | Koefisien Linearitas Data Konduktivitas 0,9639 |
| 3.  | Dimensi Panjang pipa 18cm x ½ inch             |

Prinsip kerja sensor konduktivitas air didasarkan pada fakta bahwa air mampu menghantarkan listrik karena adanya ion-ion yang terlarut di dalamnya. Sensor konduktivitas air terdiri dari dua elektroda yang ditempatkan pada jarak yang tetap satu sama lain. Ketika elektroda dimasukkan ke dalam air, arus listrik akan mengalir antara kedua elektroda melalui air. Pada dasarnya, sensor konduktivitas air bekerja dengan cara mengukur hambatan listrik antara dua elektroda yang terdapat di dalam air. Semakin banyak ion-ion yang terlarut dalam air, semakin besar kemampuan air untuk menghantarkan listrik, sehingga semakin kecil hambatan listrik antara kedua elektroda. Adapun persamaan konduktivitas seperti **persamaan 2.2**.

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (2.2)$$

Dengan,

$$\rho = \frac{RA}{L} \quad (2.3)$$

dimana,  $\rho$  merupakan resistivitas ( $\Omega m$ ), R merupakan hambatan ( $\Omega$ ), A merupakan luas penampang ( $m^2$ ) dan L merupakan panjang (m). Nilai R dapat diturunkan menjadi **persamaan 2.4**.

$$R = \frac{V}{I} \quad (2.4)$$

Dimana, V merupakan tegangan listrik (V) dan I merupakan kuat arus (A). Dari **persamaan 2.4** diperoleh hubungan antara konduktivitas dengan tegangan seperti yang ditunjukkan pada **persamaan 2.5**.

$$V = \frac{IL}{\sigma A} \quad (2.5)$$

Dari **persamaan 2.5** diperoleh hubungan antara konduktivitas dengan tegangan (V) untuk mendapatkan nilai tegangan output sensor.

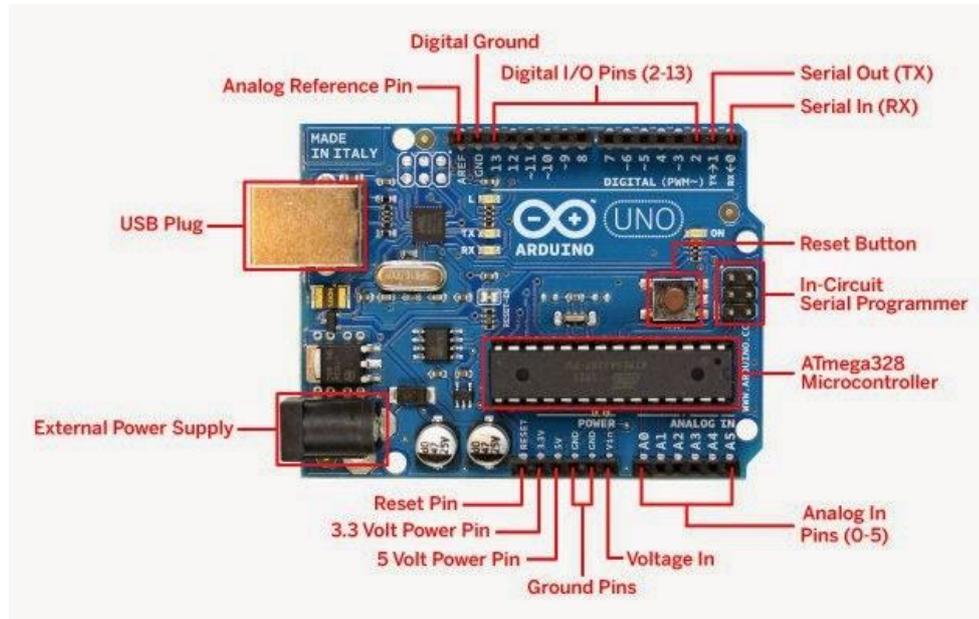
## 2.8 Arduino Uno AtMega 328

Mikrokontroler adalah suatu chip berupa *Integrated Circuit* (IC) yang dapat menerima sinyal input, mengolahnya dan memberikan sinyal output sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya. Sinyal input mikrokontroler berasal dari sensor yang merupakan informasi dari lingkungan sedangkan sinyal output ditunjukkan kepada *aktuator* yang dapat memberikan efek ke lingkungan. Jadi secara sederhana mikrokontroler dapat diibaratkan sebagai otak dari suatu perangkat/produk yang mampu berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya (Sitorus & Tahyudin, 2018).

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil yang dikemas dalam bentuk chip *Integrated Circuit* (IC) dan dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu. Pada dasarnya, sebuah IC Mikrokontroler terdiri dari satu atau lebih Inti Prosesor (*CPU*), Memori (*RAM dan ROM*) serta perangkat INPUT dan OUTPUT yang dapat diprogram.

Arduino Uno merupakan sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada Atmega328. Arduino Uno mempunyai 14 Input/output dengan 6 input PWM, 6 input analog, sebuah osilator kristal 16 Mhz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkan ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya (Rozaq dan Setyaningsih, 2018).

Berikut merupakan gambar dari Arduino Uno beserta pin-pinnya, seperti yang di tunjukkan pada **Gambar 2.7**.



**Gambar 2.7** Arduino Uno

Dibawah ini merupakan spesifikasi Arduino Uno, seperti yang akan ditunjukkan pada **Tabel 2.6**.

**Tabel 2. 6** Spesifikasi Arduino Uno

| No. | Spesifikasi      |                 |
|-----|------------------|-----------------|
| 1.  | Mikrokontroler   | Atmega 328      |
| 2.  | Tegangan Operasi | 5 V DC          |
| 3.  | Input Tegangan   | 7-12 V          |
| 4.  | Digital I/O Pin  | 14 dengan 6 PWM |
| 5.  | Analog Input     | 6               |
| 6.  | Arus DC per I/O  | 40 mA           |
| 7.  | Flash Memory     | 32 Kb           |
| 8.  | SRAM             | 2 Kb            |
| 9.  | EEPROM           | 1 Kb            |
| 10. | Clock Speed      | 16 Mhz          |

## 2.9 Arduino IDE

Arduino diciptakan untuk para pemula bahkan yang tidak memiliki basic bahasa pemrograman sama sekali karena menggunakan bahasa C++ yang telah dipermudah melalui *library*. Arduino menggunakan *Software Processing* yang digunakan untuk menulis program kedalam Arduino. *Processing* sendiri merupakan penggabungan antara bahasa C++ dan *Java*. *Software* Arduino ini dapat

di install di berbagai *operating system* (OS) seperti: LINUX, Mac OS, Windows. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. *Integrated Development Environment* (IDE) adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan meng-upload ke dalam *memory microcontroller*. *Software IDE* Arduino terdiri dari 3 (tiga) bagian:

- a) Editor program, untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*. *Listing* program pada Arduino disebut *sketch*.
- b) *Compiler*, modul yang berfungsi mengubah bahasa *processing* (kode program) kedalam kode biner karena kode biner adalah satu-satunya bahasa program yang dipahami oleh mikrocontroller.
- c) *Uploader*, modul yang berfungsi memasukkan kode biner kedalam memori mikrokontroler (Arifin *et al.*, 2016).

## 2.10 LCD 16x2 dan Modul I2C

Penampil (*display*) elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi untuk menampilkan angka, huruf atau simbol-simbol lainnya. Kegunaan LCD banyak sekali dalam perancangan suatu sistem dengan menggunakan mikrokontroler. *Liquid Crystal Display* (LCD) dapat berfungsi untuk menampilkan suatu nilai hasil sensor, menampilkan teks, atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler. Pada praktek proyek ini, LCD yang digunakan adalah LCD 16x2 yang artinya lebar display 2 baris 16 kolom dengan 16 Pin konektor (Simbar & Syahrin, 2017) Dibawah ini merupakan gambar LCD 16x2, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.8**.



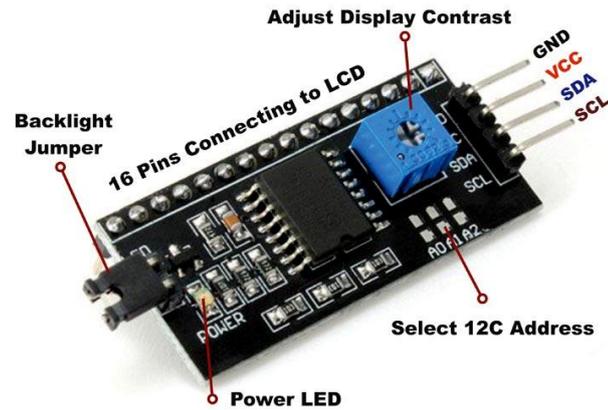
**Gambar 2.8** LCD 16x2

Berikut merupakan spesifikasi LCD 16x2, seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 2.7**.

**Tabel 2. 7** Spesifikasi LCD 16x2

| No. | Spesifikasi            |                       |
|-----|------------------------|-----------------------|
| 1.  | Input Voltage          | 5 V DC                |
| 2.  | Dimensi modul          | 80 x 36 x 12 mm       |
| 3.  | Dimensi layar tampilan | 64,5 x 16 mm          |
| 4.  | Display format         | 16 karakter x 2 baris |

I2C LCD adalah modul LCD yang dikendalikan secara serial sinkron dengan protokol *Inter Integrated Circuit* (I2C/IIC) atau *Two Wire Interface* (TWI). Modul LCD pada normalnya dikendalikan secara paralel baik untuk jalur data maupun kontrolnya. Namun jalur paralel akan memakan banyak pin di sisi kontroller (misal Arduino, komputer ,dll). Setidaknya akan membutuhkan 6 atau 7 pin untuk mengendalikan sebuah modul LCD. Dengan demikian untuk sebuah kontroller yang harus mengendalikan banyak I/O, menggunakan jalur paralel adalah solusi yang kurang tepat (Suryantoro, 2019). Modul I2C *converter* diperlihatkan pada **Gambar 2.9**.



**Gambar 2.9** Modul I2C

Dibawah ini merupakan spesifikasi modul I2C, seperti yang ditunjukkan pada

**Tabel 2.8.**

**Tabel 2. 8** Spesifikasi Modul I2C

| No. | Spesifikasi |               |
|-----|-------------|---------------|
| 1.  | Power       | 5 V DC        |
| 2.  | Dimensi     | 40 mm x 18 mm |
| 3.  | Kontrol PIN | SDA dan SCL   |
| 4.  | Berat       | 20 gram       |

### 2.11 Light Emitting Diode (*LED*)

LED atau kepanjangan dari *Light Emitting Diode* adalah sebuah lampu indikator dalam suatu perangkat elektronika yang memiliki fungsi untuk menunjukkan status dari perangkat elektronika tersebut. *Light Emitting Diode* (LED) adalah salah satu jenis *diode* yang dapat memancarkan cahaya ketika dibias maju. Pada pemanfaatannya dibidang komunikasi fiber optik, LED sering digunakan sebagai sumber cahaya yang berfungsi sebagai pembawa informasi dengan kecepatan rata-rata kurang dari 50 Mb/s pada serat optik multimode (Mutmainnah *et al.*, 2020).

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan pada April sampai Juli 2023. Perancangan dan pembuatan alat dilakukan di Laboratorium Elektronika Dasar Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 3.1**.

**Tabel 3. 1** Alat-Alat Yang Digunakan Pada Penelitian

| No. | Nama Alat         | Fungsi  |
|-----|-------------------|---|
| 1.  | Laptop/PC         | Untuk membuat program menggunakan software Arduino IDE.                                 |
| 2.  | Kabel USB         | Menstransmisikan dan mengupload program dari laptop/PC ke Arduino Uno                   |
| 3.  | Peralatan lainnya | Pendukung dalam pembuatan alat seperti tang, obeng, solder, gunting, bor dan sebagainya |

Bahan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 3.2**.

**Tabel 3. 2** Bahan-Bahan Yang Digunakan Pada Penelitian

| No. | Nama Bahan              | Fungsi   |
|-----|-------------------------|--|
| 1.  | Arduino Uno Atmega 328p | Mikrokontroler utama pada rangkaian, serta untuk menampilkan hasil pembaca pada <i>display</i> dan <i>input</i> pada <i>keypad</i> |
| 2.  | Sensor pH-4502C         | Sensor yang akan mendeteksi tingkat kadar pH dalam air   |

| No. | Nama Bahan           | Fungsi  |
|-----|----------------------|---|
| 3   | Sensor konduktivitas | Sensor yang akan mendeteksi tingkat kadar logam dalam air |
| 4.  | LCD 16x2             | Menampilkan nilai data keluaran                           |
| 5.  | LED                  | Memberikan sinyal peringatan                              |
| 6.  | <i>Protoboard</i>    | Sebagai media penyusunan rangkaian                        |
| 7.  | Jumper               | Menghubungkan dua atau lebih komponen elektronika         |
| 8.  | Catu daya 12 V       | Memberikan daya listrik untuk satu atau dua beban         |

Software yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 3.3**.

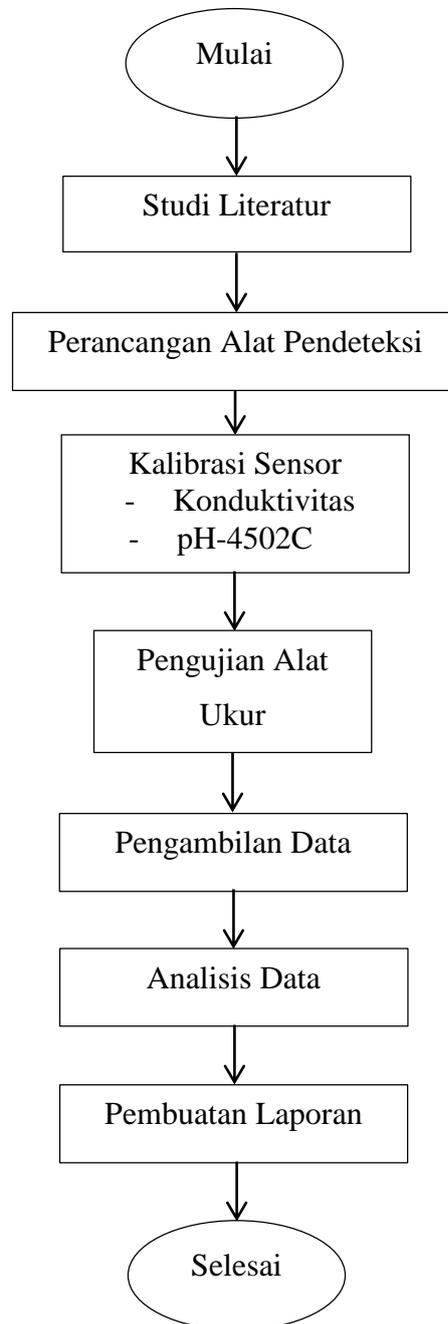
**Tabel 3. 3** Software Yang Digunakan Pada Penelitian

| No. | Nama Software                      | Fungsi  |
|-----|------------------------------------|---|
| 1.  | Arduino IDE                        | Membuat dan mengupload program ke Arduino uno, serta menampilkan pembacaan hasil rancang bangun alat oleh Arduino Uno |
| 2.  | <i>Fritzing</i>                    | Membuat sistem perancangan dan perangkaian  |
| 3.  | <i>SketchUp</i>                    | Membuat desain alat   |
| 4.  | <i>Microsoft Office Word 2010</i>  | Menulis laporan penelitian  |
| 5.  | <i>Microsoft Office Excel 2010</i> | Mengolah data penelitian  |

### 3.3 Prosedur Penelitian

Dalam membuat perancangan alat pendeteksi kualitas air diperlukan beberapa tahapan. Tahapan-tahapan tersebut yaitu studi literatur kemudian pembuatan proposal penelitian, membuat perancangan alat, pengujian sensor dan pengambilan data, analisis hasil dan pembuatan laporan akhir. Untuk mempermudah tahapan penelitian maka dibentuk suatu diagram alir yang menjelaskan tahapan penelitian secara menyeluruh dari awal penelitian hingga akhir penelitian.

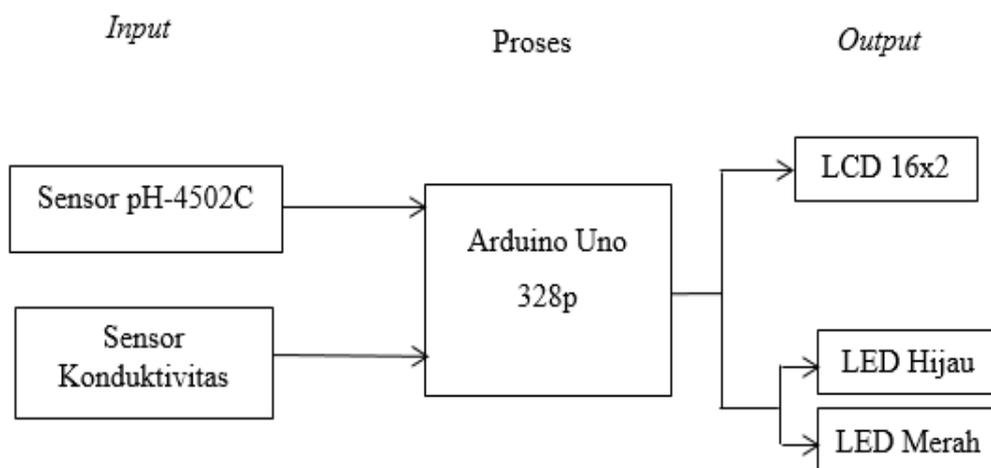
Adapun diagram alir dalam penelitian ini seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3.1**.



**Gambar 3. 1** Diagram Alir Penelitian

### 3.3.1 Desain dan Perancangan Alat

Perangkat keras yang akan dirancang pada alat pendeteksi kualitas air minum menggunakan sensor pH-4502C dan sensor konduktivitas berbasis Arduino Uno. Penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pengelola data, adapun powerbank sebagai pengubah arus AC menjadi DC dan sebagai sumber tegangan untuk rangkaian, sensor pH sebagai pengukur derajat keasaman atau kebasaaan dalam air, dan sensor konduktivitas sebagai pengukur total zat besi (Fe) dalam air, LCD 20x4 sebagai keluaran rangkaian dan penampil hasil analisis, *LED* berfungsi sebagai pertanda bahwa air yang diteliti layak atau tidak memenuhi standar kualitas air bersih nasional. Berikut ini adalah diagram blok pada perancangan *hardware* seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3.2**.



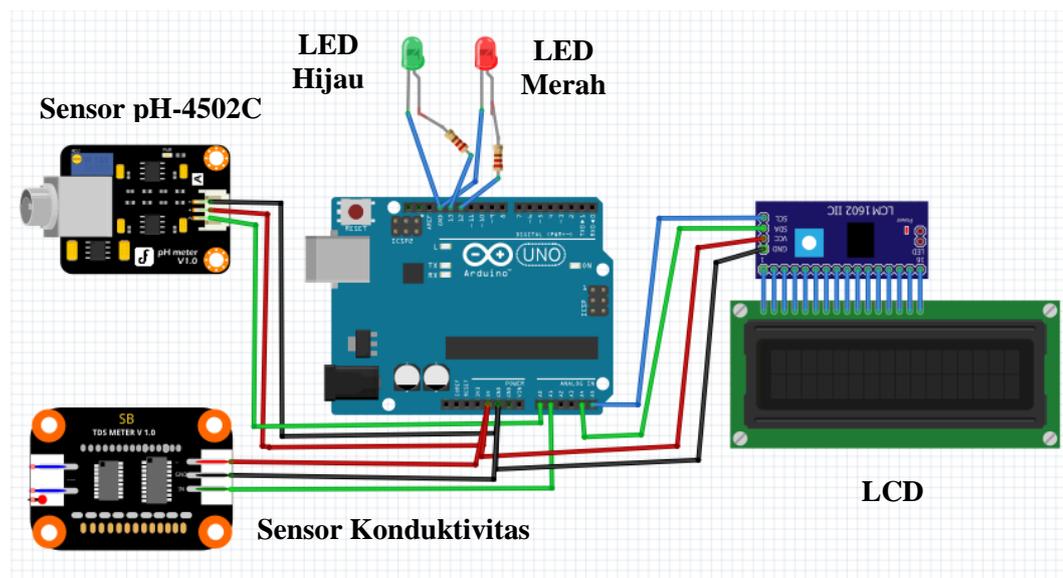
**Gambar 3. 2** Diagram Blok Alat Ukur

Berdasarkan **Gambar 3.2** diatas dapat dilihat bahwa *input* terdiri dari sensor pH-4502C dan sensor konduktivitas, dimana sensor ini akan mendeteksi tingkat pH dan unsur logam besi (Fe) yang ada dalam air. Keluaran pada gambar diatas terdiri dari LCD 20x4 dan LED yang dimana keluaran adalah hasil dari suatu proses, baik berupa data maupun informasi yang telah diolah. Pwerbank berupa tegangan 5V yang akan memberikan tegangan pada rangkaian, kemudian sensor pH-4502C dan sensor konduktivitas sebagai pengirim data yang kemudian akan diolah Arduino Uno, setelah data diolah Arduino Uno maka data keluaran akan ditampilkan pada

LCD 20x4 dan LED. Keluaran dari LCD 20x4 akan menampilkan data berupa tulisan dari pengujian air, dan keluaran dari LED akan berupa cahaya berwarna hijau sebagai penanda apabila air layak memenuhi standar dan akan berwarna merah jika tidak memenuhi standar.

#### a. Rangkaian Alat Pendeteksi Kualitas Air (*Hardware*)

Pada perancangan alat pendeteksi kualitas air ini menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler. *Input* berupa tegangan masuk, yang kemudian diteruskan ke sensor pH-4502C dan sensor konduktivitas, *output* yang dihasilkan berupa angka yang akan ditampilkan oleh LCD 20x4 dan LED sebagai penanda jika air sesuai atau tidak sesuai dengan standar nasional. Rangkaian dari alat pendeteksi seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3.3**.



**Gambar 3.3** Rangkaian Alat Ukur Kualitas Air

**Gambar 3.3** merupakan bentuk skematik rangkaian dari alat ukur kualitas air layak konsumsi. Pin pada setiap sensor pH-4502C dihubungkan ke mikrokontroler arduino uno diawali dengan menghubungkan pin VCC pada sensor pH-4502C ke pin 5V pada arduino uno, kemudian pin - (*ground*) pada sensor pH-4502C dihubungkan ke pin ground (*GND*) pada arduino uno, selanjutnya menghubungkan pin *Analog Output* ke pin A0 pada arduino uno. Pada sensor konduktivitas

menghubungkan pin – (*ground*) ke pin GND (*ground*) pada arduino uno, kemudian pin + pada sensor konduktivitas dihubungkan ke pin 5V pada arduino uno, lalu menghubungkan pin A pada sensor konduktivitas ke pin A1 pada arduino uno. Pada keluaran LCD 16x2 terdapat 4 pin yang akan dihubungkan pada mikrokontroler yaitu pin GND (*ground*) dihubungkan pada pin GND (*ground*) arduino uno, kemudian pin VCC dihubungkan pada pin 5V arduino uno, menghubungkan pin SDA ke pin A4 arduino uno dan pin SCL dihubungkan pada pin A5 arduino uno. Pada keluaran LED pin – dihubungkan ke pin GND arduino uno dan pin + dihubungkan ke resistor.

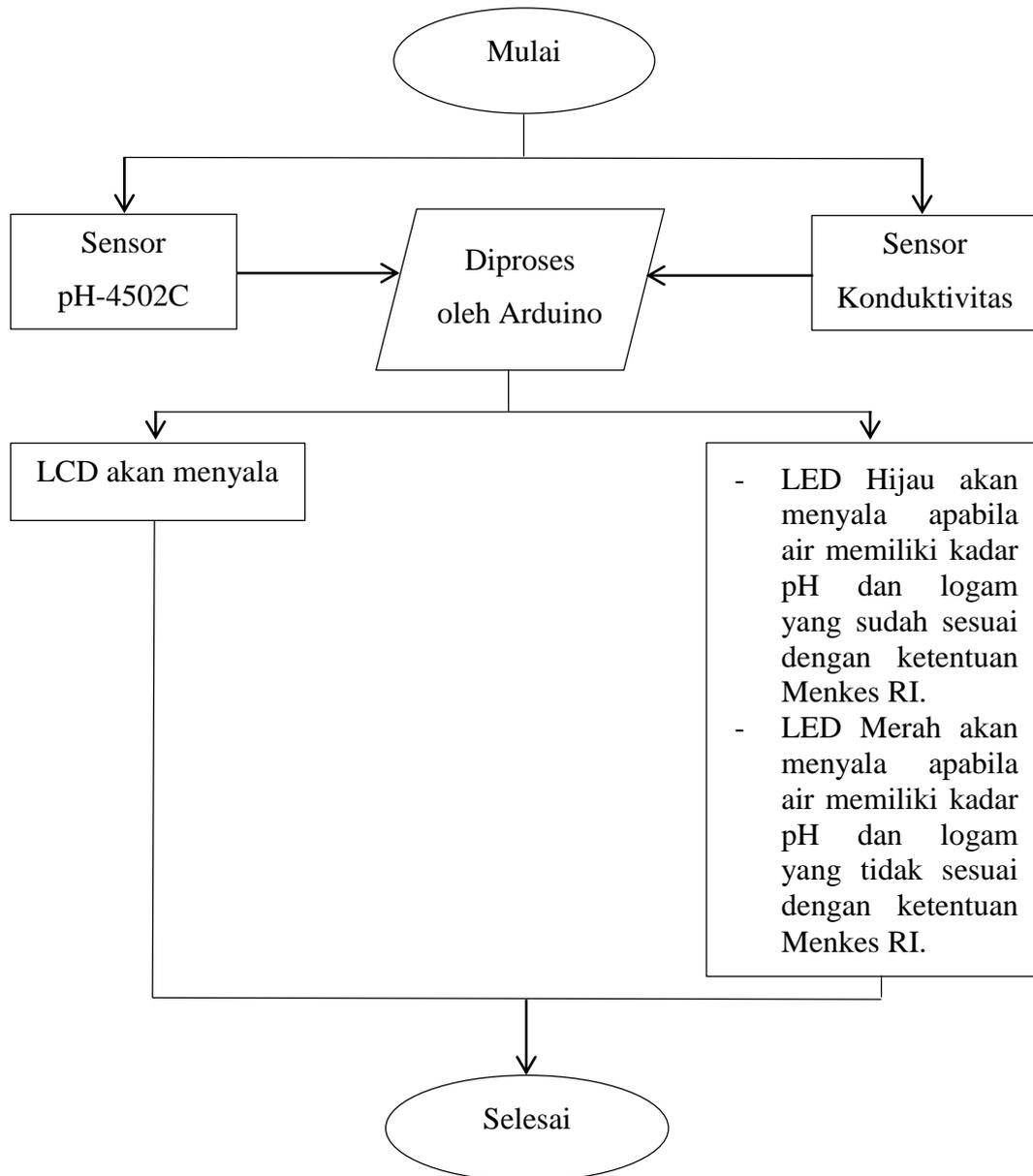
#### **b. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)**

Perancangan perangkat lunak (*software*) dibuat untuk mendukung kinerja dari sistem sehingga dapat bekerja dengan baik. Pembuatan perangkat lunak (*software*) menggunakan aplikasi Arduino IDE. Adapun diagram alir perancangan perangkat lunak (*software*) seperti ditunjukkan pada **Gambar 3.4**.

Berdasarkan **Gambar 3.4** sensor pH-4502C akan mengukur derajat keasaman dan kebasaaan air dan sensor konduktivitas akan mengukur kadar logam besi (*Fe*) air, setelah kedua sensor mendapatkan data, maka data tersebut akan diproses oleh sistem Arduino IDE (*software*) yang kemudian akan diproses menjadi keluaran angka yang akan ditampilkan melalui LCD 20x4 dan LED yang memberi informasi bahwa kondisi kualitas air tersebut telah sesuai dengan standar kwaitas air nasional atau tidak.

LED hijau akan menyala apabila air memiliki kadar pH dan kadar logam yang sudah sesuai dengan ketentuan Menkes RI. Untuk kadar pH sebesar 6,5-8,5 masih dapat dikatakan layak untuk dikonsumsi dan kadar logam tidak boleh lebih dari 0,3 mg/L masih dapat dikatakan layak dikonsumsi.

LED merah akan menyala apabila air memiliki kadar pH dan kadar logam yang tidak sesuai dengan ketentuan Menkes RI.



**Gambar 3. 4** Diagram Alir Perangkat Lunak (*Software*)

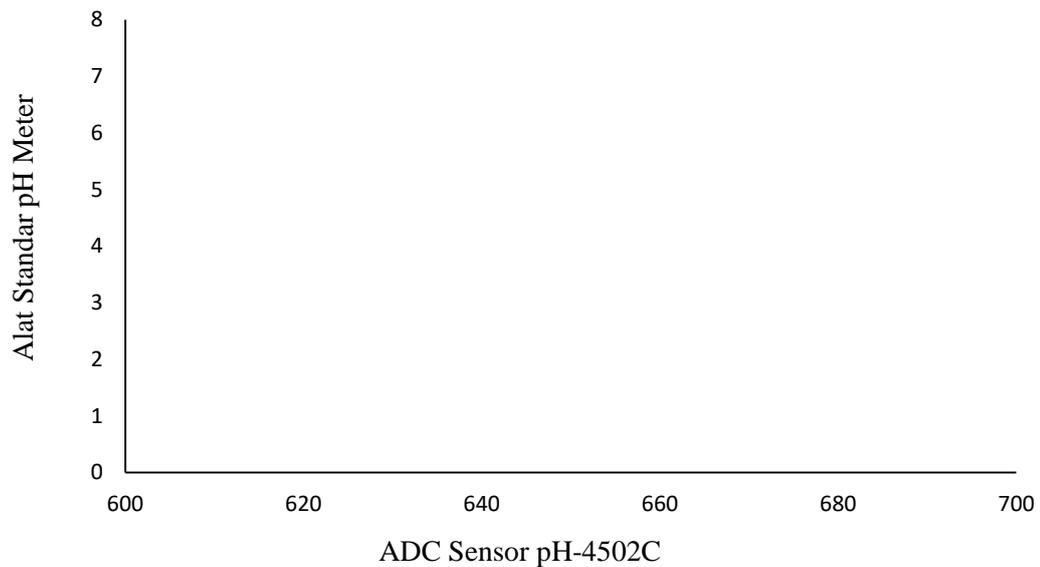
### 3.4 Tahapan Pengujian

Pada tahap pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari alat ukur kualitas air minum layak konsumsi secara menyeluruh baik perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*). Pengujian alat dilakukan dengan 4 jenis sampel yaitu air PDAM, air sumur, air isi ulang, dan air dalam kemasan. Sebelum melakukan pengujian perlu dilakukan kalibrasi sensor pH-4502C dan sensor

konduktivitas untuk mengetahui tingkat keakuratan, dan error pada sensor. Pada kalibrasi sensor pH-4502C menggunakan alat pH meter dan pada sensor konduktivitas menggunakan konduktivitas meter. Kalibrasi alat dilakukan dengan membandingkan nilai pengukuran sensor dengan nilai pada alat standar. Kalibrasi sensor pH-4502C dan sensor konduktivitas dilakukan sebanyak 3 kali.

Pada proses kalibrasi dilakukan, sensor pH-4502C menghasilkan nilai keluaran berupa tegangan analog yang akan dikirimkan ke arduino uno dan perlu untuk dikonversi ke satuan pH, sedangkan sensor konduktivitas menghasilkan nilai keluaran berupa tegangan analog yang akan dikirimkan ke arduino uno dan perlu dikonversi ke satuan mg/l dimana satuan tersebut merupakan satuan yang digunakan oleh Menteri Kesehatan RI.

Grafik kalibrasi sensor pH-4502C dapat dilihat pada **Gambar 3.5**.



**Gambar 3. 5** Grafik Kalibrasi sensor pH-4502C

Berikut merupakan tabel pengujian sensor pH-4502C seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 3.4.**

**Tabel 3. 4** Pengujian Sensor pH-4502C

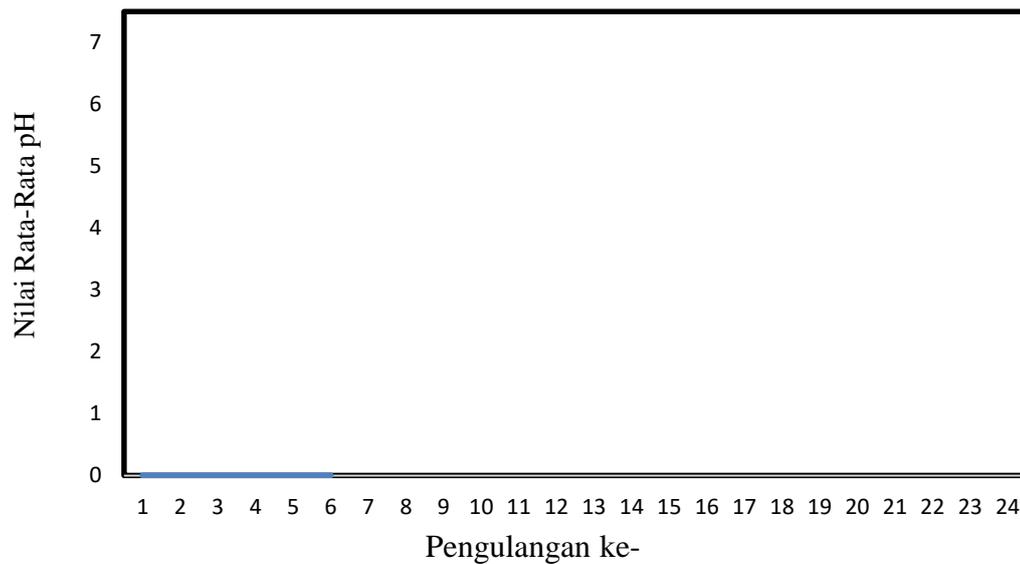
| No. | Sampel               | Nilai pH Sensor<br>pH-4502C |   |   | pH<br>Meter | Akurasi (%) | Error (%) |
|-----|----------------------|-----------------------------|---|---|-------------|-------------|-----------|
|     |                      | 1                           | 2 | 3 |             |             |           |
| 1.  | Air PDAM             |                             |   |   |             |             |           |
| 2.  | Air Sumur            |                             |   |   |             |             |           |
| 3.  | Air Isi Ulang 1      |                             |   |   |             |             |           |
| 4.  | Air Isi Ulang 2      |                             |   |   |             |             |           |
| 5.  | Air Isi Ulang 3      |                             |   |   |             |             |           |
| 6.  | Air Dalam<br>Kemasan |                             |   |   |             |             |           |

Setelah didapat data pengujian sensor pH-4502C, maka dibuatlah tabel nilai rata-rata pH dan status kelayakan air, seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 3.5.**

**Tabel 3. 5** Data Hasil Pengukuran Sensor pH-4502C

| No. | Sampel            | Nilai Rata-Rata pH | Status Kelayakan<br>Kualitas Air |
|-----|-------------------|--------------------|----------------------------------|
| 1.  | Air PDAM          |                    |                                  |
| 2.  | Air Sumur         |                    |                                  |
| 3.  | Air Isi Ulang 1   |                    |                                  |
| 4.  | Air Isi Ulang 2   |                    |                                  |
| 5.  | Air Isi Ulang 3   |                    |                                  |
| 6.  | Air Dalam Kemasan |                    |                                  |

Setelah didapat hasil pengujian sensor pH-4502C, maka dibuat grafik data hasil pengujian sensor. Grafik hasil pengujian sensor pH-4502C dapat dilihat pada **Gambar 3.6** sebagai berikut.



**Gambar 3. 6** Grafik Pengujian Sensor pH-4502C

Setelah didapat data hasil pengujian dan kalibrasi sensor pH-4502C dan sensor konduktivitas kemudian menghitung nilai akurasi, presisi dan error dengan persamaan 3.1, persamaan 3.2 dan persamaan 3.3 sebagai berikut.

$$Akurasi (\%) = \left(1 - \left[\frac{Y - X_n}{Y}\right]\right) \times 100\% \quad (3.1)$$

$$Error (\%) = \left[\frac{Y - X_n}{Y}\right] \times 100\% \quad (3.2)$$

$$Presisi (\%) = \left(1 - \left[\frac{X_n - \bar{X}_n}{\bar{X}_n}\right]\right) \times 100\% \quad (3.3)$$

dimana,  $Y$  = Nilai parameter referensi,  $X_n$  = Nilai parameter terukur ke-n dan  $\bar{X}_n$  = Nilai rata-rata parameter terukur ke-n.

**Keterangan :**

Air isi ulang 1 : Depot isi ulang Kampung Baru

Air isi ulang 2 : Depot isi ulang Pramuka

Air isi ulang 3 : Depot isi ulang Rajabasa

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil pengukuran alat pendeteksi kualitas air minum layak konsumsi dengan parameter kimia menggunakan sensor pH dan sensor konduktivitas berbasis Arduino Uno terdapat kesimpulan sebagai berikut.

1. Alat pendeteksi kualitas air minum layak konsumsi berhasil dirancang dan mampu membaca nilai pengukuran kadar logam besi (Fe) serta derajat keasaman dan kebasaaan air (pH) dengan tingkat akurasi (%) sebesar 97,62%, rata-rata *presisi* (%) sensor pH-4502C sebesar 99,31% dan rata-rata *presisi* (%) sensor konduktivitas sebesar 96,49 (%)
2. Berdasarkan data hasil pengukuran terhadap 10 sampel air dengan parameter derajat keasaman dan kebasaaan (pH) air dan kadar logam besi (Fe) dapat dikatakan layak dengan nilai pH sebesar 6,5-8,5 dan nilai kadar logam besi (Fe) < 0,3 mg/L.

### 5.2 Saran

Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah dengan menambahkan sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan *web* ataupun sejenisnya dengan tujuan alat pendeteksi kualitas air minum dapat dipantau secara *real time* dari jarak jauh.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dawud, M., Namara, I., Chayati, N., & Taqwa, F. M. L. (2016). Analisis Sistem Pengendalian Pencemaran Air Sungai Cisadane Kota Tangerang Berbasis Masyarakat. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 1(1), 1–8.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia (2017). *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum*. Indonesia.
- Dihni, V. A. (2022). *Pencemaran Air Terjadi di 10 Ribu Desa/Kelurahan Indonesia*. Diakses pada 2 April 2023, dari <https://databoks.katada.co.id/datapublish/2022.03/24/pencemaran-air-terjadi-di-10-ribu-desakelurahan-Indonesia>
- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit : Kanisius. Yogyakarta.
- Iyabu, H., Muhammad, A., Kilo, J. La, & Kilo, A. La. (2020). Besi dalam Air Sumur: Studi Kasus di Kelurahan Dulalowo dan Heledulaa. *Jamb.J.Chem*, 2(2), 46–52.
- Jauhari Arifin, Leni Natalia Zulita, H. (2016). Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan Mikrokontroller Arduino Mega 2560. *Jurnal Media Infotama*, 12(1), 89–98.
- Maulana, I. (2018). Perancangan Alat Pendeteksi Kualitas Air Minum Elektrolisis. *Jurnal Elektronik Pendidikan Teknik Elektronika*, 7(2), 65–87.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia (2010). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tentang Persyaratan Air Minum*. Indonesia.
- Mutmainnah, M., Rofii, I., Misto, M., & Azmi, D. U. (2020). Karakteristik Listrik dan Optik pada LED dan Laser. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 8(2), 203–208.
- Nasution, H. A., & Sihombing, A. T. (2017). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dalam Air Sungai Silau di Kota Kisaran. 1(1), 1–11.

- Pratmanto, D., Ardiansyah, A., Widodo, A. E., & Titiani, F. (2019). Pembuatan Alat Pendeteksi Kadar Logam Pada Air Berbasis Arduino Uno. *EVOLUSI - Jurnal Sains Dan Manajemen*, 7(1), 29–34.
- Priyana, Y. (2016). Pencemaran Air Tanah di Perkotaan. *Forum Geografi*, 5(2), 33–39.
- Puspasari, R. (2006). Logam Dalam Ekosistem Perairan. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, 1(2), 1–6.
- Rozaq, I. A., & Setyaningsih, Y. N. D. (2018). Karakterisasi dan Kalibrasi Sensor pH Menggunakan Arduino Uno. *Prosiding SENDI\_U*, 1(1), 244–247.
- Simbar, R. S. V., & Syahrin, A. (2017). Prototype Sistem Pendeteksi Darah Menggunakan Arduino Uno R3. *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana*, 8(1), 80–86.
- Sitorus, B., & Tahyudin, A. (2018). Rancang Bangun Alat Memberi Pakan Ikan Lele Otomatis Berbasis Arduino UNO. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik*, 14(1), 1–12.
- Sofarini, D. (2011). Karakteristik Fisik-Kimia Kualitas Air pada Lahan Bekas Tambang Bahan Galian Golongan c di Kecamatan Landasan Ulin Kota Banjarbaru. *Jurnal EnviroScienteeae*, 7(1), 6–11.
- Suryantoro, H. (2019). Prototype Sistem Monitoring Level Air Berbasis Labview dan Arduino Sebagai Sarana Pendukung Praktikum Instrumentasi Sistem Kendali. *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(3), 20–32.
- Suryono. (2018). *Teknologi Sensor : Konsep Fisis dan Teknik Akuisisi Data Berbasis Mikrokontroler 32 BIT ATSAM3X8E (Arduino Due)*. Penerbit : UNDIP PRESS, Semarang.
- Uswah. (2022). *70 Persen Air Minum Indonesia Terkontaminsi Tinja*. Diakses Pada 25 Maret 2023, dari [https://www.um-surabaya.ac.id/homepage/news\\_article?slug=70-persen-air-minum-indonesia-terkontaminasi-tinja-dosen-um-surabaya-sarankan-hal-ini#](https://www.um-surabaya.ac.id/homepage/news_article?slug=70-persen-air-minum-indonesia-terkontaminasi-tinja-dosen-um-surabaya-sarankan-hal-ini#)
- Virdha Amartya, L., Tri, J., & Nikie Astorina Yunita, D. (2023). Hubungan Sanitasi Tempat, Sanitasi Peralatan Dan Higiene Penjamah Dengan Bakteri Coliform Pada Depot Air Minum Di Kecamatan Sukmajaya. *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN: Jurnal Dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan*, 20(1), 1–14.
- Yoga, I. P., Pratama, P., Suar, K., Agus, I. M., & Suarjaya, D. (2022). Perancangan PH Meter Dengan Sensor PH Air Berbasis Arduino. *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Komputer*, 3(2), 1–9.

Zulius, A. (2017). Rancang bangun monitoring pH air menggunakan soil moisture sensor di SMK N 1 Tebing Tinggi Kabupaten Empat Lawang. *Jusikom: Jurnal Sistem Komputer Musirawas*, 2(1), 37–43.