

BAB 2

DASAR TEORI

2.1. KAJIAN PUSTAKA

Pada penelitian yang membahas mengenai pengukuran kadar pH dan tingkat kekeruhan air yang menggunakan mikrokontroler Atmega328, dimana penelitian ini program yang dibuat untuk rangkaian menggunakan model sistem *waterfall*. Pada penelitian ada beberapa komponen yang digunakan oleh peneliti, diantaranya yaitu mikrokontroler Atmega 328, sensor pH, dan sensor *turbidity*. Evaluasi hasil pengujian dilakukan dengan memeriksa keluaran tegangan yang dihasilkan oleh setiap sensor dan melihat nilai pengukuran perangkat menggunakan cairan sampel dengan variasi kadar pH dan tingkat kekeruhan yang beragam. Pada setiap komponen memiliki tugas atau fungsi masing-masing diantaranya yaitu, mikrokontroler Atmega328 sebagai peran utama untuk memproses semua data yang masuk dari sensor kedalam mikrokontroler, kemudian untuk sensor pH berfungsi sebagai membaca kadar pH yang terkandung dalam air tersebut. Dan yang terakhir yaitu sensor *turbidity*, yang berfungsi sebagai membaca tingkat kekeruhan air kemudian pembacaan sensor tersebut akan dikirimkan ke dalam mikrokontroler [4]. Untuk perbedaan dari penelitian sebelumnya menggunakan sistem *waterfall*, sedangkan penelitian kali ini menggunakan tiga sumber air sumur yang berbeda dan tiga jenis filtrasi. Untuk persamaannya yaitu sama-sama mencari kadar pH dan juga tingkat kejernihan air.

Pada penelitian yang dilakukan mengenai pengukuran kualitas air proses pengukuran kadar pH dan kekeruhan yang dilakukan pada air dengan skala kecil. Pemantauan kualitas air dan administrasi sistem pada pengelolaan air bersih skala kecil menggunakan modul ESP8266 yang dikendalikan melalui Arduino Uno. Arduino Uno menerima data dari sensor pH, *turbidity*, dan *flow meter*. Data mengenai kadar pH dan tingkat kekeruhan yang diperoleh dari sensor pH dan *turbidity* mengalami pengecekan melalui Arduino. Selain itu, kadar pH air dan debit

air yang keluar juga dihitung, kemudian dimasukkan ke dalam *database* melalui komunikasi modul ESP8266 yang ditampilkan pada situs web untuk kondisi air dan diubah menjadi bentuk rupiah sebagai tagihan air bulanan. Jika hasil pengecekan menunjukkan bahwa kondisi air tidak memadai, langkah penyaringan air akan dilakukan. Sistem komunikasi menggunakan modul WiFi ESP8266 untuk mengirimkan data ke server web dari lokasi yang terpencil, menerapkan konsep *Internet of Things* (IoT) [5]. Pada penelitian sebelumnya penelitian yang dilakukan yaitu mengukur kadar pH dan kekeruhan menggunakan mikrokontroler ESP8266 sedangkan penelitian yang dilakukan kali ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, persamaan penelitian ini sama-sama mencari kadar pH dan tingkat kekeruhan air dalam skala kecil.

Pada penelitian yang dilakukan penelitian berdasarkan hasil survei yang dilakukan, tingkat kekeruhan dan keasaman pada sistem pengolahan air menggunakan PH meter dan *turbidity* meter. Untuk menggantikan metode ini, dapat diterapkan aplikasi pendeteksi kualitas air berbasis web *mobile* menggunakan *turbidity* sensor dan Arduino. Aplikasi ini mampu mengambil data PH dan NTU melalui Arduino dan mengirimkannya ke sistem yang dapat diakses melalui komputer atau *smartphone*. Jika nilai PH air terdeteksi normal dan air jernih, saklar secara otomatis akan mengarahkan aliran air ke bak instalasi pengolahan air. Sebaliknya, jika nilai PH air tidak normal dan air sangat keruh, saklar otomatis akan mengarahkan air ke bak pembuangan, dan saklar PH air yang normal dan jernih akan ditutup secara otomatis. Dalam sistem ini, terdapat Sensor PH dan *Turbidity* sebagai unit sensor, Arduino sebagai unit pemroses, *Buzzer* sebagai unit peringatan, *Relay* dan Pompa sebagai unit penggerak, serta modul *WiFi* yang terhubung dengan *router/modem/hotspot* internet sebagai unit pengirim data. *Smartphone* dan pengguna berperan sebagai unit penerima data. Informasi yang diterima oleh *apenka.politala.com* bergantung pada kestabilan sinyal dari *hotspot WiFi* untuk mentransfer data mengenai tingkat kekeruhan air (NTU) dan tingkat keasaman air (PH) [6]. Penelitian yang dilakukan sebelumnya yaitu sistem pengolahan air menggunakan pH meter dan *turbidity* meter berbasis IoT sedangkan penelitian yang dilakukan saat ini menggunakan pH meter dan *turbidity* meter untuk

sebuah kalibrasi dan perbandingan dengan sensornya, dan tidak memakai IoT. Untuk persamaanya yaitu sama sama menggunakan mikrokontroler Arduino Uno.

Pada penelitian yang dilakukan mengenai kadar pH antara 6 hingga 8 ideal untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan lele. Di luar rentang ini, berbagai masalah dapat timbul, seperti penggumpalan lendir di insang, pertumbuhan jamur atau bakteri yang cepat pada tubuh ikan, serta penurunan nafsu makan. IoT (*Internet of Things*) merupakan konsep yang menghubungkan perangkat melalui jaringan internet untuk pertukaran data. Dalam teknologi, IoT memungkinkan pengendalian, pertukaran data, dan komunikasi melalui internet. Nodemcu esp-32 berfungsi sebagai mikrokontroler utama yang mengontrol seluruh sistem. Sensor pH-4502C digunakan untuk mengukur kadar pH dalam air, sedangkan sensor MQ-135 berperan sebagai pendeteksi gas amonia. *Water pump* berfungsi untuk memompa larutan asam dan basa ke dalam kolam, dan *Liquid Crystal Display* berperan sebagai monitor yang menampilkan data dari sensor dalam bentuk huruf, angka, atau informasi lainnya [7]. Pada penelitian kali ini dilakukan untuk kelangsungan hidup ikan lele untuk IoT sebagai konsep dasar dari penelitian yang dilakukan, untuk perbedaanya dari penelitian kali ini menggunakan tiga sumber air sumur, sedangkan persamaanya yaitu mengukur tingkat pH di dalam air.

Pada penelitian yang dilakukan Perancangan alat ukur kualitas air portabel berbasis *Internet of Things*. Alat ini dapat berfungsi untuk memonitor informasi mengenai kualitas air pada aliran pipa distribusi. Ini melibatkan pengukuran tingkat kekeruhan air menggunakan sensor *Turbidity*, kadar konsentrasi objek padat terlarut dalam air dengan sensor TDS (*Total Dissolve Solid*), penilaian tingkat asam atau basa dengan sensor pH, pengukuran suhu menggunakan sensor suhu, dan pengukuran zat pengoksidasi atau reduksi pada air dengan sensor ORP (*Oxidation Reduction Potential*). Sistem yang telah dirancang bertujuan untuk mengumpulkan informasi mengenai kualitas air menggunakan lima jenis sensor, yaitu sensor *Turbidity*, sensor TDS, sensor pH, sensor suhu, dan Sensor ORP. Informasi yang terkumpul akan diirinkan ke *Google Firebase* untuk disimpan dan disinkronisasikan secara langsung. *Smart Water Management* (SWM) merupakan suatu sistem manajemen air yang

memanfaatkan teknologi untuk melakukan pemantauan kondisi air dari tahap produksi hingga distribusi. Pemantauan dapat diakses melalui *smartphone* atau *dashboard* situs web yang mencakup berbagai elemen, seperti *flowmeter* portabel, kualitas air portabel, IoT *flowmeter*, tekanan solar, peta *dasbor Geographic Information System*, dan aplikasi pemantauan *portable* [8]. Penelitian yang dilakukan sebelumnya yaitu berfokus terhadap tingkat kualitas air yang digunakan, untuk perbedaannya yaitu tidak mengukur tingkat pH yang terkandung dalam air tersebut. Sedangkan persamaanya mengukur tingkat kejernihan air.

Dalam penelitian yang dilakukan kebutuhan air meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, menyoroti pentingnya akses terhadap air bersih dan air minum. merupakan danau kecil buatan yang dimanfaatkan sebagai sumber air baku Instalasi Pengolahan Air Gambut (IPAG60). Parameter pengukuran Danau Cibuntu sudah sesuai dengan standar yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan No 492 Tahun 2010. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kinerja IPAG60 dalam mengolah air yang bersumber dari Danau Cibuntu menjadi air bersih, mengevaluasi parameter fisik, kimia, dan biologi. Temuan menunjukkan bahwa kualitas air yang diproduksi memenuhi standar yang disyaratkan, mencapai efisiensi operasional sebesar 95%, yang dapat dipertahankan selama tiga bulan pengoperasian. Misalnya, dalam hal warna air, air yang dihasilkan dari IPAG60 memiliki tingkat warna 4 NTU, sedangkan air keran dari sumber memiliki tingkat warna 11 NTU [9]. Penelitian yang dilakukan sebelumnya dilakukan pada objek air danau yang ada pada sekitaran pemukiman penduduk dan hanya melakukan pengukuran tingkat kejernihan air pada danau, untuk perbedaannya dalam penelitian yang dilakukan kali ini menggunakan tiga sumber air sumur yang berbeda karena tingkat kejernihannya. Sedangkan persamaanya yaitu mengukur tingkat kejernihan dengan rentang kekeruhan yang sama.

Dalam penelitian yang dilakukan sistem pemantauan kualitas air dengan parameter pH, suhu, kekeruhan, dan salinitas berbasis *Internet of Things* penelitian tersebut meliputi berbagai parameter fisik yaitu pH air, suhu, kekeruhan, dan salinitas, memanfaatkan sensor pH, sensor suhu, sensor kekeruhan, dan sensor konduktivitas salinitas, semuanya dikontrol oleh Arduino. Dalam pengoperasiannya, ketika sistem

diaktifkan, sensor mengidentifikasi dan menangkap nilai air, mengirimkan data tersebut ke *database* berbasis *cloud* melalui *ethernet shield* yang terhubung ke *router* sebagai perantara jaringan internet. Sensor memainkan peran penting dalam mendeteksi kualitas air, mematuhi standar yang telah ditentukan dalam sistem, seperti standar suhu 27-30°C, standar pH 7,0-8,0, standar kekeruhan 2,5-5 NTU, dan standar salinitas 20-28ppt. Jika deteksi sensor menunjukkan ketidaksesuaian dengan standar kualitas air, bel sistem akan berbunyi. Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa sensor dapat mendeteksi kualitas air secara *real-time* dalam waktu 5-10 detik. Berdasarkan hasil penelitian, sistem pemantauan kualitas air terbukti efektif memastikan air akuarium secara konsisten memenuhi standar yang ditentukan [10]. Penelitian yang dilakukan sebelumnya pemantauan kualitas air dari tingkat pH sampai kekeruhan air, untuk perbedaannya yaitu penelitian yang dilakukan sebelumnya menggunakan *website* untuk pemantauan data secara *real-time*. Sedangkan penelitian yang dilakukan kali ini hanya menggunakan lcd untuk hasil output pembacaan dari sensor tersebut. Untuk persamaanya menggunakan objek air yang sama untuk diukur tingkat pH dan kekeruhanya.

Pada penelitian otomasi sistem pengendalian ph, suhu, dan kekeruhan air akuarium berbasis mikrokontroler, pendekatan yang digunakan adalah dengan membuat alat otomatis untuk mengatur pH, suhu, dan kekeruhan air akuarium menggunakan mikrokontroler, yang kemudian dikontraskan dengan akuarium yang tidak memiliki sistem kendali. Alat ini dibuat menggunakan Arduino Uno sebagai pusat pengontrolnya, dilengkapi sensor pH E-201-C untuk pengukuran kadar pH, katup solenoid untuk pengaturan pH, sensor DS18B20 untuk pengukuran suhu, penggunaan pemanas dan kipas DC untuk stabilisasi suhu, dan sensor kekeruhan untuk pengukuran kekeruhan, serta sistem penggantian air bersih untuk menstabilkan kekeruhan air. Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan efektif dan membuktikan kemampuannya dalam menjaga kondisi lingkungan yang optimal untuk ikan hias. Pengukuran yang tercatat mencakup kisaran pH 7–7,5, suhu antara 24°–27°C, dan kekeruhan air 10 NTU [11]. Penelitian yang dilakukan sebelumnya yaitu pengendalian pH, suhu, kekeruhan air untuk akuarium dengan menggunakan sensor pH dan sensor

suhu, untuk perbedaan dari penelitian yang dilakukan dari penelitian ini tidak mengukur tentang suhu air, dan juga objek yang diuji yaitu air akuarium, sedangkan persamaanya yaitu metode yang digunakan sama dan juga mengukur tingkat pH.

Pada penelitian yang dilakukan yaitu sistem pemantauan kualitas air berdasarkan parameter suhu, pH, Kekeruhan, DO, BOD, dan COD on *Internet of Things* di DAS Garang, penelitian ini berfokus pada evaluasi kondisi kualitas air di DAS Garang dan mengembangkan sistem pemantauan kualitas air secara *real-time*. Metodologi yang digunakan meliputi pemodelan SWMM, indeks kualitas air yayanan sanitasi nasional (NSF-WQI), dan integrasi *internet of things* (IoT). Pemodelan SWMM menunjukkan nilai model yang memuaskan (NOF antara 0 dan 1). Sebaliknya, analisis WQI menunjukkan status kualitas “sedang” di sebagian besar titik DAS Garang. Alat sensor kualitas air *real-time* yang dirancang secara efektif mengirimkan data *online* dan *real-time* untuk suhu, pH, kekeruhan, dan oksigen terlarut (DO). Sistem pemantauan kualitas air menunjukkan persentase kesalahan yang bervariasi, dengan sensor pH menunjukkan kisaran antara 0,16% dan 9,86%, dan sensor suhu berkisar antara 0,64% dan 1,72%.[12]. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan pemantauan kualitas air berdasarkan parameter suhu, pH dan kekeruhan berbasis IoT, untuk perbedaanya penelitian kali ini hanya menggunakan dua sensor, yaitu sensor pH dan *turbidity*, untuk persamaanya menggunakan sensor pH dan sensor *turbidity* dengan objek air.

Dalam penelitian yang dilakukan untuk sistem pemantauan kualitas air untuk budidaya ikan gurami”, dalam konteks ikan gurami budidaya, pemantauan kualitas air dan suhu kolam secara tradisional dilakukan secara manual oleh petani, yang terbukti memakan waktu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang sistem berbasis IoT untuk memantau kualitas dan suhu air. Dalam sistem ini, proses pemantauan dilakukan melalui Web, menyediakan data pH, suhu, dan kekeruhan secara *real-time*. Sistem pemantauan air menggunakan mikrokontroler yang dilengkapi sensor untuk pengukuran pH, suhu digital, kekeruhan, dan ultrasonik. Data yang dikumpulkan oleh mikrokontroler dikirim ke *database* untuk diproses lebih lanjut dan disajikan di Web. Pada komponen perangkat keras digunakan empat sensor yang terdiri dari sensor

suhu, sensor kekeruhan air, sensor pH air, dan sensor ultrasonik. Selain sensor tersebut, digunakan tiga aktuator, antara lain pompa air untuk *drainase*, pompa air kolam, dan katup untuk air bersih. ESP32 berfungsi sebagai mikrokontroler, membuat koneksi WiFi untuk transmisi dan penerimaan data ke dan dari *database*[13]. Penelitian yang dilakukan sebelumnya yaitu pemantauan kualitas air pada ikan gurameh, penelitian yang dilakukan banyak menggunakan sensor, karena banyak kondisi yang harus dipenuhi oleh ikan, perbedaan dari penelitian yang dilakukan yaitu menggunakan mikrokontroler Arduino uno, dan perbedaan sensor.

Pada tabel 2.1 berisi mengenai penulis penelitian, judul penelitian hasil penelitian dan juga perbedaan antara penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti saat ini.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

Penulis Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan
Anief Rufiyanto1, Gigih Surya Abdilah2, Shintawati Dyah Purwaningrum (2020)	Rancang Bangun Sistem Pengukuran pH Dan Kekeruhan Air Berbasis Mikrokontroller Atmega 328	Penelitian ini berfokus membuat sebuah perangkat yang dapat membaca tingkat kekeruhan air dan kadar pH yang ada di dalam air tersebut. Dari penelitian ini hasil akhir pengukuran pH dan kekeruhan air menghasilkan nilai asam basa 1,00-9,28 pH dan nilai kekeruhan 0,00-9,28 NTU.	Dalam penelitian yang dilakukan menggunakan mikrokontroler Atmega328, dan tidak melakukan filtrasi air, sedangkan penelitian yang dilakukan oleh penulis menggunakan mikrokontroler yang digunakan menggunakan Arduino Uno dan melakukan filtrasi terhadap air.

Fitri Febrianti, Suryo Adi Wibowo, Nurlaily Vendyansyah (2021)	Implementasi Iot (<i>Internet Of Things</i>) Monitoring Kualitas Air Dan Sistem Administrasi Pada Pengelola Air Bersih Skala Kecil	Penelitian ini berfokus terhadap pengukuran kadar pH dan tingkat kekeruhan air pada air dengan skala kecil. Selain melakukan pengukuran, penelitian ini juga memperhitungkan administrasi yang dikeluarkan untuk tingkat efisiensi pengeluaran.	Dalam penelitian hanya menggunakan media air, kemudian selain itu penelitian memperhitungkan admistrasinya. Sedangkan penelitian yang dilakukan menggunakan perbandingan air sumur dengan titik yang berbeda
Agustian Noor, Arif Supriyanto, Herfia Rhomadhona (2019)	Aplikasi Pendeteksi Kualitas Air Menggunakan <i>Turbidity</i> Sensor Dan Arduino	Aplikasi yang dapat pendeteksi kualitas air berbasis web mobile menggunakan <i>turbidity</i> sensor dan Arduino. Aplikasi ini mampu mengambil data PH dan NTU melalui Arduino dan mengirimkannya ke system yang dapat diakses melalui komputer atau <i>smartphone</i> . <i>Website</i> yang digunakan dalam penelitian menggunakan <i>apenka.politala.com</i>	Sistem yang digunakan dalam penelitian ini tidak menggunakan IoT, akan tetapi ,membandingkan kinerja ketiga filter dan ketiga sumber mata air sumur
Hendri, Arsyi Mart, et al.	Alat Monitoring	Sistem pemantauan kolam lele menggunakan	Sistem yang digunakan tidak

2023	Kadar Amonia dan Pengontrolan pH pada Kolam Ikan Lele Berbasis IoT.	IoT dengan mikrokontroler esp32, sensor pH, sensor mq-135, dan juga water pump	menggunakan <i>turbidity</i> , sedangkan dalam penelitian ini menggunakan <i>sensor turbidity</i>
Muhammad Bastian Zafhran, Umar Ali Ahmad, dan Jati Satria Wicaksana (2022)	Perancangan Alat Ukur Kualitas Air Portabel Berbasis <i>Internet Of Things</i> Studi Kasus Pdam Madiun	Sistem yang telah dirancang bertujuan untuk mengumpulkan informasi mengenai kualitas air menggunakan lima jenis sensor, yaitu sensor <i>Turbidity</i> , sensor TDS, sensor pH, sensor suhu, dan Sensor ORP. Informasi yang terkumpul akan dikirimkan ke <i>Google Firebase</i> untuk disimpan dan disinkronisasikan secara langsung. <i>Smart Water Management (SWM)</i> .	Data yang diperoleh akan menghasilkan nilai untuk jangka Panjang, dan untuk penelitian yang dilakukan dalam skala besar, sistem yang berjalan hanya mengukur tingkat kekeruhan dan berapa pH yang terkandung, sedangkan penelitian ini hanya pengukuran skala kecil dan menggunakan filtrasi untuk membandingkannya.
I D A Sutapa l and E Prihatinningty as (2019)	Performance of IPAG60 for the treatment of turbid water from Lake	Efisiensi kinerja mencapai 80% pada bahan kimia, 85% pada fisik dan bisa dipertahankan selama 3	Dalam penelitian yang disampaikan air yang digunakan untuk kehidupan sehari-hari memiliki

	Cibuntu, Cibinong	bulan beroperasi. Studi banding antara memproduksi air dari IPAG dan sumber air menunjukkan bahwa keduanya mempunyai kualitas yang sama kecuali pada parameter fisik IPAG60 tersebut lebih baik dari sumber air.	tingkat kualitas yang kurang baik maka dilakukan pengontrolan sistem air, sedangkan penelitian kali ini akan memberikan filtersai yang terbaik untuk air yang digunakan sehari-hari
Yazi Adityas, Sasmitoh Rahmad Riady, Muchromi Ahmad, Moh Khamim, dan Khalis Sofi (2021)	<i>Water Quality Monitoring System with Parameter of pH, Temperature, Turbidity, and Salinity Based on Internet of Things</i>	Penelitian tersebut meliputi berbagai parameter fisik yaitu pH air, suhu, kekeruhan, dan salinitas, memanfaatkan sensor pH, sensor suhu, sensor kekeruhan, dan sensor konduktivitas salinitas, semuanya dikontrol oleh Arduino. sensor memainkan peran penting dalam mendeteksi kualitas air, mematuhi standar yang telah ditentukan dalam sistem, seperti standar suhu 27-30°C, standar pH 7,0-8,0, standar kekeruhan 2,5-5 NTU,	Pada penelitian yang akan dilakukan oleh penulis yaitu memberikan sistem penyaringan dan perbandingan diantara 3 filter yang paling baik dengan menggunakan sumber mata air Sumur yang berbeda

		dan standar salinitas 20 - 28ppt.	
Chorina Rosa Malik, Imam Sucahyo, and Meta Yantidewi (2022)	<i>Automation of Microcontroll er-Based Control System for Ph, Temperature, and Turbidity of Aquarium Water</i>	Hasil dari percobaan yang dilakukan mengungkapkan perbedaan penting antara akuarium yang menggunakan alat sistem kontrol otomatis dan akuarium yang tidak menggunakan sistem tersebut. Pengukuran yang tercatat mencakup kisaran pH 7–7,5, suhu antara 24°–27°C, dan kekeruhan air 10 NTU.	Penelitian yang akan dilakukan dengan media sumber air sumur yang berbeda untuk mengetahui kualitas air mana yang lebih baik setelah melalui filtrasi untuk kehidupan sehari-hari.
Syafrudin, Anik Sarminingsih, Henny Juliani, Mochamad Arief Budihardjo, Annisa Sila Puspita, and Shafa Auliya Arlin Mirhan (2024)	<i>Water Quality Monitoring System for Temperature, pH, Turbidity, DO, BOD, and COD Parameters Based on Internet of Things in the Garang Watershed</i>	Hasil pemodelan SWMM menunjukkan nilai model yang dapat diterima (NOF antara 0 dan 1). Di sisi lain, hasil analisis WQI menunjukkan kualitas. Status DAS Garang adalah “sedang” di hampir seluruh titik lokasi. Sistem pemantauan kualitas air ini menawarkan nilai persentase kesalahan	Pada penelitian ini menggunakan metode SWMM untuk memberikan informasi secara real-time. Sedangkan penelitian yang akan dilakukan yaitu menggunakan LCD 16x2 saja untuk menampilkan hasilnya.

		yang bervariasi, dengan rentang sensor pH antara 0,16% dan 9,86% dan sensor suhu berkisar antara 0,64% dan 1,72%.	
Sujito, Danny Mayrawan, I Made Wirawan, Faiz Syaikhoni Aziz, Abdulah Iskandar Syah, and Maulana Ahmad As Shidiqi (2020)	<i>Development Internet of Things for Water Quality Monitoring System for Gouramy Cultivation</i>	Sistem pemantauan air menggunakan mikrokontroler yang dilengkapi sensor untuk pengukuran pH, suhu digital, kekeruhan, dan ultrasonik. Pada komponen perangkat keras digunakan empat sensor yang terdiri dari sensor suhu, sensor kekeruhan air, sensor pH air, dan sensor ultrasonik. Selain sensor tersebut, digunakan tiga aktuator, antara lain pompa air untuk drainase, pompa air kolam, dan katup untuk air bersih.	Pada penelitian sebelumnya melakukan pengukuran pH, suhu, kekeruhan dan jarak pada kolam atau akuarium gumareh, sedangkan penelitian yang akan dibuat yaitu pengukuran pH, Kekeruhan pada sumber air sumur yang berbeda dengan melalui 3 filtrasi yang berbeda.

2.2. DASAR TEORI

Bab ini menyajikan landasan teoritis yang menjadi dasar untuk pemahaman dan implementasi skripsi, maka dari itu penelitian yang dilakukan karena keadaan sekitar tentang air dengan judul “ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA FILTRASI AIR

PADA TINGKAT KEJERNIHAN AIR MENGGUNAKAN SENSOR PH DAN TURBIDITY SENSOR”.

2.2.1. Sumber Air Sumur

Dengan meningkatnya kebutuhan manusia, berbagai usaha dilakukan untuk menyediakan pasokan air bersih yang aman bagi kesehatan. Meskipun air jernih, belum tentu bersih dan layak dikonsumsi karena bisa mengandung polutan seperti pestisida pertanian, arsenik alam, serta zat besi dan mangan. Penggunaan air dengan tingkat pH rendah untuk konsumsi dapat menyebabkan penyakit diare dan merusak gigi, sedangkan konsumsi berkelanjutan dapat memiliki dampak negatif pada kesehatan jangka panjang, terutama di daerah yang tergenang air seperti tempat berkembang biaknya nyamuk *A. aegypti*.

Banyak masyarakat di pedesaan masih mengandalkan air tanah sebagai sumber air bersih, tetapi kualitas air tanah sering tidak memenuhi standar baku kualitas air minum. Penggunaan air yang tidak bersih dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan, termasuk penyakit seperti kolera, hepatitis, *polymearitis*, *tyloid*, disentri, *trachoma*, skabies, malaria, *yellow fever*, dan penyakit cacangan yang dapat muncul akibat krisis air.

Beberapa orang dalam masyarakat masih kurang informasi mengenai kualitas air yang baik. Kualitas air yang optimal harus memenuhi kriteria fisik, kimia, dan mikrobiologi [14]. Dari segi fisik, air diharapkan bersifat jernih, tanpa warna, tanpa rasa, tanpa bau, dan memiliki suhu antara 10-25°C (sejuk), serta tidak meninggalkan endapan. Dari segi kimiawi, air diharapkan tidak mengandung zat racun, memiliki kadar yodium yang mencukupi, dan memiliki tingkat pH antara 6,5-9,2. Dari aspek mikrobiologi, diharapkan air tidak mengandung mikroorganisme penyebab penyakit seperti disentri, tipus, kolera, dan bakteri patogen.

Sumur merupakan sumber utama pasokan air bersih bagi populasi di berbagai wilayah di Indonesia, baik di daerah pedesaan maupun perkotaan. Dari segi teknis, sumur dapat dikelompokkan menjadi dua jenis utama. Pertama, Sumur Dangkal (*shallow well*), yang mendapatkan pasokan air dari resapan air hujan di permukaan

tanah, terutama di daerah dataran rendah. Jenis sumur ini umum di Indonesia dan memiliki risiko kontaminasi tinggi oleh air kotor, khususnya dari kegiatan mandi-cuci-kakus (MCK), sehingga kepatuhan terhadap persyaratan sanitasi menjadi sangat penting. Kedua, Sumur Dalam (*deep well*), di mana sumber air berasal dari proses alami purifikasi air hujan oleh lapisan kulit bumi, menghasilkan air tanah yang tidak terkontaminasi dan memenuhi standar sanitasi.

Air yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari harus memenuhi standar kualitas air yang ditetapkan untuk penggunaan rumah tangga. Meskipun kualitas air yang baik tidak selalu tersedia secara alami, perkembangan industri dan pemukiman dapat menjadi ancaman terhadap kelangsungan pasokan air bersih. Bahkan, di beberapa wilayah, ketersediaan air mungkin tidak memenuhi standar kesehatan secara alami, sehingga diperlukan upaya perbaikan baik melalui metode sederhana maupun modern. Air memiliki peran signifikan dalam kehidupan dan merupakan salah satu elemen lingkungan yang memiliki pengaruh besar. Manusia memanfaatkan air dalam berbagai kegiatan seperti pertanian, industri, dan pemenuhan kebutuhan rumah tangga. Salah satu ciri air yang mengandung kapur adalah munculnya kerak putih pada dinding panci saat air tersebut dimasak. Air dengan kandungan kapur biasanya ditemukan di daerah yang secara geografis memiliki tanah dengan kadar kapur yang tinggi [15].

Potensi air tanah memiliki variasi yang berbeda antara lokasi satu dengan lokasi lainnya, sehingga masalah yang timbul juga bervariasi. Secara umum, dapat diakui bahwa di setiap daerah terjadi penurunan cadangan air tanah dan penurunan kualitas air tanah. Air bersih merupakan kebutuhan esensial bagi manusia dalam menjalankan berbagai aktivitas sehari-hari. Oleh karena itu, penting untuk memahami kriteria kualitas air yang bersih sehingga dapat digunakan secara memadai dalam kehidupan sehari-hari.

Penurunan kualitas air tanah dan pencemaran air tanah biasanya terkait dengan tingkat kepadatan penduduk. Semakin tinggi jumlah penduduk, limbah yang dibuang ke lingkungan juga semakin besar. Aktivitas industri juga turut berkontribusi signifikan terhadap penurunan kualitas air. Kegiatan industri, transportasi, dan

aktivitas manusia yang menghasilkan pencemaran seringkali merugikan kondisi lingkungan, termasuk kualitas air [16].

2.2.2. ADC (*Analog Digital Converter*)

ADC (*Analog to Digital Converter*) adalah proses mengubah informasi dari berbagai sensor di sekitar kita menjadi sinyal analog terlebih dahulu sebelum dikonversi menjadi nilai biner yang dapat dimengerti oleh perangkat digital. Untuk berinteraksi dengan dunia nyata, sinyal analog harus diubah menjadi format yang dapat diproses oleh perangkat digital. ADC, biasanya berupa IC (*Integrated Circuit*), diperlukan untuk tujuan ini. Proses integrasi ADC melibatkan penggunaan mikrokontroler sebagai komponen pendukung. Fungsinya, seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, adalah untuk mengubah sinyal masukan analog menjadi kode biner yang dapat dipahami dan diolah oleh perangkat digital [17].

ADC berfungsi sebagai penghubung yang memungkinkan sensor suhu, gerakan, cahaya, tekanan, dan lainnya dapat dikonversi menjadi kode biner yang dapat dipahami oleh komputer. Proses ini mengubah sensor yang mendeteksi fenomena fisik menjadi sinyal digital, dimana informasi awal dalam bentuk kontinu atau analog diubah menjadi representasi diskrit menggunakan logika 0 dan 1. ADC memfasilitasi transformasi dua domain yang berbeda ini sehingga data dari dunia fisik dapat diproses dan dimanfaatkan dalam lingkungan digital.

ADC (*Analog to Digital Converter*) bekerja dengan mengubah sensor analog yang mendeteksi gerakan, cahaya, suhu, suara, dan sejenisnya menjadi sinyal digital yang terdiri dari nilai-nilai diskrit yang direpresentasikan menggunakan logika 0 dan 1. Proses konversi ini dimulai dengan pengambilan sampel dari sinyal analog, diikuti oleh pengukuran nilai, dan akhirnya transformasi menjadi nilai biner yang dapat dimengerti oleh perangkat digital [17].

2.2.3. Arduino Uno

Arduino Uno R3 adalah salah satu papan pengembangan yang sangat terkenal di kalangan komunitas elektronika dan mikrokontroler. Dibuat oleh Arduino, papan ini

menggunakan mikrokontroler *ATMega328P* sebagai inti utamanya. Mikrokontroler ini beroperasi pada kecepatan 16 MHz dan memiliki kapasitas memori *Flash* sebesar 32 KB untuk menyimpan program yang diprogramkan di dalamnya. Arduino Uno R3 dilengkapi dengan berbagai jenis konektor termasuk USB untuk menghubungkannya dengan komputer atau sumber daya lainnya, konektor catu daya untuk daya tambahan, serta pin I/O digital dan analog yang digunakan untuk menghubungkan sensor, motor, dan perangkat lainnya. Di samping itu, terdapat LED indikator yang terhubung ke pin digital 13 dan saklar reset untuk mempermudah proses pengembangan dan pemecahan masalah saat debugging. Arduino Uno R3 juga dilengkapi dengan header ICSP yang memungkinkan pengguna untuk memprogram mikrokontroler secara langsung menggunakan programmer eksternal. Berkat dukungan dari komunitas yang luas dan berbagai sumber daya pembelajaran dan proyek *open-source*, Arduino Uno R3 merupakan pilihan yang ideal bagi pemula maupun pengembang berpengalaman untuk bereksperimen dan mengembangkan berbagai aplikasi elektronika yang inovatif [18].

Arduino Uno adalah sebuah platform pengembangan yang sangat fleksibel dan digunakan secara luas dalam berbagai konteks. Fungsinya mencakup pendidikan, di mana digunakan sebagai alat untuk mempelajari dasar-dasar elektronika dan pemrograman mikrokontroler di sekolah dan universitas. Selain itu, Arduino Uno juga sangat berguna dalam *prototyping* produk, memungkinkan pengembang untuk dengan cepat menghubungkan sensor dan perangkat lainnya untuk menguji ide-ide mereka sebelum produksi dalam skala besar. Arduino Uno menjadi *platform* yang ideal untuk proyek-proyek kreatif seperti otomatisasi rumah tangga, pembuatan robot, dan sistem monitoring sederhana. Di era *Internet of Things* (IoT), Arduino Uno berperan penting dalam pengembangan prototipe perangkat IoT yang terhubung ke internet, memungkinkan integrasi dengan layanan online dan aplikasi lainnya. Selain itu, Arduino Uno juga digunakan dalam seni interaktif dan instalasi digital yang melibatkan komponen elektronik. Berikut gambar 2.1 adalah tampilan dari Arduino Uno R3 tampak atas.



Gambar 2.1 Arduino Uno [19]

2.2.4. Sensor *Turbidity*

Sistem ini menggunakan sensor *turbidity* dan mikrokontroler untuk mendeteksi kualitas air, mengambil data nilai PH dan nilai NTU. Sensor *turbidity* dan sensor PH berperan sebagai unit sensor yang mengumpulkan data, kemudian data NTU dan PH air diproses oleh Mikrokontroler. Selanjutnya, hasil pengolahan data dikirimkan ke sistem mikrokontroler Arduino Uno [20].

Turbidity sensor adalah perangkat yang mampu mendeteksi kekeruhan air dengan membaca sifat air sebagai akibat dari sinar, menggunakan perbandingan yang dipantulkan dengan yang datang. Tingkat kekeruhan air diukur dalam satuan *Nephelometer Turbidity Unit* (NTU). *Turbidity* sensor ini berfungsi untuk mendeteksi dan membaca tingkat kekeruhan air dengan memanfaatkan sifat air terhadap sinar. Kekeruhan air biasanya disebabkan oleh partikel-partikel yang tidak terlihat dengan mata telanjang. Semakin banyak partikel di dalam air, semakin gelap tampilan air tersebut [21].

Kejernihan air dapat dipicu oleh berbagai faktor, termasuk zat padat terlarut, baik yang bersifat anorganik. Zat anorganik umumnya berasal dari logam dan pelapukan batu, sementara zat dapat berasal dari sisa makanan ikan, lumut, dan kotoran hewan. Pengujian sensor *turbidity* bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sensor saat tenggelam dalam air dan mendeteksi kekeruhan. Rentang deteksi sensor ini mencakup nilai 0 hingga 3000 NTU. Setelah mendeteksi kekeruhan, sensor mengirimkan data ke mikrokontroler, yang kemudian ditampilkan pada LCD. Sensor

turbidity menjadi alat penting untuk mengukur tingkat kekeruhan air, yang berkaitan dengan kualitas air yang berpengaruh pada kehidupan. Sensor ini memberikan keluaran berupa sinyal analog dan digital [22].

Sensor kekeruhan air mendeteksi zat yang terperangkap dalam air dengan mengukur transmisi dan hamburan. Tingkat transmisi dan laju hamburan dapat berubah berdasarkan jumlah zat terperangkap (*Total Suspended Solids*) dalam air. Semakin tinggi TTS, nilai kekeruhan juga meningkat, dan sebaliknya, semakin rendah TTS, nilai kekeruhan juga menurun [23]. Pada gambar 2.2 yaitu sensor *turbidity* tampak depan atas dimana terdapat beberapa komponen, diantaranya yaitu ada kabel penghubung dari sensor ke kontrolernya, kemudian ada sensornya, ada juga kontrolernya, dan yang terakhir kabel penghubung dari kontroler ke mikro kontroler.

$$error(\%) = \left| \frac{\text{Nilai Pembacaan Sensor} - \text{Nilai Alat Ukur}}{\text{Nilai Alat Ukur}} \right| \times 100\% \quad (2.1)$$

$$\text{Deviasi Standar } \sigma = \sqrt{\frac{(\text{Hasil tiap percobaan} - \text{Mean percobaan})^2}{\text{Jumlah percobaan}}} \quad (2.2)$$

$$\text{Akurasi } (\%) = 100\% - \text{error}\% \quad (2.3)$$

$$\text{Mean } \bar{x} = \frac{\text{Jumlah tiap percobaan}}{\text{Jumlah percobaan}} \quad (2.4)$$

$$\text{Presisi } = p = 100\% - \left(\frac{\sigma}{\bar{x}} \right) \quad (2.5)$$



Gambar 2.2 Sensor *Turbidity* [24]

2.2.5. Sensor pH

pH merupakan jumlah total ion Hidrogen (H^+) dalam suatu larutan yang menentukan tingkat keasaman atau kebasaan. Pengukuran nilai pH adalah suatu ukuran fisik yang dievaluasi dengan skala dari 0 hingga 14. Istilah "pH" berasal dari simbol matematika "p" yang mengindikasikan nilai logaritma negatif, sedangkan "H" merupakan simbol kimia untuk hidrogen. pH juga berfungsi sebagai satuan pengukuran untuk tingkat keasaman atau alkalinitas suatu larutan. Nilai pH tercermin dalam kuantitas fisik dan terukur, terkait dengan aktivitas ion hidrogen dalam larutan. Saat konsentrasi $[H^+]$ melebihi $[OH^-]$, zat tersebut dianggap asam dengan nilai pH di bawah 7. Sebaliknya, jika konsentrasi $[H^+]$ lebih rendah dari $[OH^-]$, zat tersebut dianggap basa dengan nilai pH di atas 7 [25].

pH adalah suatu sistem perbandingan terukur dan alat elektronik yang umumnya disebut pH meter. Alat ini menggunakan probe, seperti elektroda kaca atau, dalam kasus khusus, *Ion Selective Field-Effect* (ISFET), yang terhubung ke perangkat untuk mengukur dan menampilkan pembacaan pH. Semua pH meter dikalibrasi terhadap larutan *buffer* dengan aktivitas ion hidrogen yang diketahui, dan IUPAC merekomendasikan penggunaan larutan penyangga sebagai standar operasional pH.

Sensor pH, umumnya terbuat dari bahan gelas, digunakan untuk menentukan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan. Pengukuran dan pengendalian pH sangat penting dalam pengujian kimia dan biologi di laboratorium serta berbagai industri. Usaha telah dilakukan untuk meminiaturisasi sensor pH dengan teknologi monolitik dan teknologi film tanpa mengubah fungsinya, demi efisiensi ruang dan biaya. Dengan kemajuan teknologi mikroelektronika, teknik *microfabrication* kini dapat diterapkan secara efektif untuk membuat sensor elektrokimia seperti sensor pH [26].

Sensor pH-4502C digunakan untuk mengukur konsentrasi asam dan basa dalam larutan atau air. Alat ini bekerja dengan menggunakan elektroda pH yang mengukur potensial elektrokimia dari sampel yang diuji. Elektroda tersebut mengirimkan sinyal listrik ke modul pengolah sinyal, yang kemudian memproses sinyal tersebut dan

menghasilkan output digital yang menunjukkan nilai pH dari sampel. Output dari modul ini dapat diteruskan ke mikrokontroler dan ditampilkan di LCD 16x2 [27].

Gambar 2.3 menunjukkan dua bagian dari sensor pH.

Rumus *error*:

$$error(\%) = \left| \frac{\text{Nilai Pembacaan Sensor} - \text{Nilai Alat Ukur}}{\text{Nilai Alat Ukur}} \right| \times 100\% \quad (2.6)$$

$$\text{Deviasi Standar } \sigma = \sqrt{\frac{(\text{Hasil tiap percobaan} - \text{Mean percobaan})^2}{\text{Jumlah percobaan}}} \quad (2.7)$$

$$\text{Akurasi } (\%) = 100\% - \text{error}\% \quad (2.8)$$

$$\text{Mean } \bar{x} = \frac{\text{Jumlah tiap percobaan}}{\text{Jumlah percobaan}} \quad (2.8)$$

$$\text{Presisi } = p = 100\% - \left(\frac{\sigma}{\bar{x}} \right) \quad (2.9)$$



Gambar 2.3 Sensor pH [28]

2.2.6. LCD 16x2 I2C

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu teknologi yang memungkinkan tampilan titik lebih dari satu untuk membentuk karakter. Teknologi ini termasuk dalam kategori yang relatif baru, menggantikan CRT (*Cathode Ray Tube*) sebagai perangkat sebelumnya untuk menampilkan data atau informasi. Penggunaan LCD telah berkembang pesat karena beberapa keuntungan, seperti efisiensi energi yang

tinggi, konsumsi listrik yang rendah dalam pengoperasiannya, bentuk fisiknya yang tipis, kecil, dan berat yang ringan.

Modul *Liquid Crystal Display* (LCD) adalah salah satu jenis tampilan elektronik yang dibuat menggunakan teknologi logika CMOS. LCD ini merupakan modul tampilan yang sangat fleksibel, karena dapat digunakan untuk menampilkan berbagai jenis tampilan, termasuk huruf, angka, karakter lainnya, serta berbagai tulisan dan pesan pendek lainnya [29].

Pada layar LCD, matriks disusun dalam dua dimensi piksel yang terdiri dari baris dan kolom. Setiap titik pertemuan antara baris dan kolom terdiri dari LED pada latar belakang, yang merupakan lempengan kaca belakang dengan sisi dalam yang dilapisi oleh lapisan elektroda transparan. Secara normal, cairan yang digunakan memiliki warna cerah. Namun, saat tegangan diterapkan antara latar belakang dan pola elektroda pada sisi dalam kaca depan, beberapa area cairan berubah warna menjadi hitam. Kelebihan penggunaan LCD meliputi konsumsi daya yang relatif kecil dan arus rendah (beberapa mikro ampere), memungkinkan perangkat atau sistem menjadi portabel dengan catu daya kecil. Selain itu, ukuran LCD yang pas, tidak terlalu kecil atau besar, serta tampilan yang jelas dan mudah dibaca merupakan keuntungan lainnya [30].

Prinsip kerja LCD 16x2 melibatkan penggunaan lapisan film berisi kristal cair yang ditempatkan di antara dua lempeng kaca yang dilengkapi dengan elektroda logam transparan. Ketika tegangan diterapkan pada beberapa pasang elektroda, molekul-molekul kristal cair menyusun diri sehingga cahaya yang mengenainya akan diserap. Penyerapan cahaya ini membentuk huruf, angka, atau gambar sesuai dengan bagian yang diaktifkan. Metode *screening* digunakan untuk membentuk karakter atau gambar secara bersamaan pada kolom dan baris dengan mengaktifkan daerah perpotongan secara bergantian dan cepat, sehingga terlihat seolah-olah semuanya aktif secara bersamaan.

LCD 16×2 umumnya memiliki 16 pin untuk kontrol, namun penggunaan 16 pin tersebut sangat boros. Oleh karena itu, digunakan *driver* khusus agar LCD dapat dikontrol melalui modul I2C (*Inter-Integrated Circuit*). Dengan modul I2C, LCD 16x2

hanya membutuhkan dua pin untuk mengirimkan data dan dua pin untuk menyuplai tegangan. Dengan demikian, hanya empat pin yang perlu dihubungkan ke ESP32 [31]. Pada gambar 2.4 dibawah ini yaitu tampak belakang dan tampak depan dari LCD 16x2 I2C.



Gambar 2.4 LCD 16x2 I2C [32]