

Sistem Klasifikasi Kelayakan Air Minum pada Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) berdasarkan pH, Total Dissolved Solids, dan Kekeruhan menggunakan Metode Naïve Bayes

Yuviero Benvicko Riyanto¹, Eko Setiawan², Mochammad Hannats Hanafi Ichsan³

Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹yuvierobenvicko@gmail.com, ²ekosetiawan@ub.ac.id, ³hanas.hanafi@ub.ac.id

Abstrak

Air merupakan suatu kebutuhan dasar yang sangat penting untuk keberlangsungan hidup manusia. Kebutuhan manusia akan air mencakup air yang sesuai untuk digunakan dalam kegiatan memasak, mencuci, dan mandi yang bersih dan sehat, serta air yang aman untuk diminum. Kelayakan dari sebuah air minum yang dapat didistribusikan dipengaruhi dari beberapa parameter yang di bagi menjadi 2 jenis yaitu, fisika dan kimia. Meningkatkan ketersediaan air minum yang aman dapat memiliki dampak positif yang terlihat pada kesehatan. Di kota-kota besar masyarakat mengandalkan air minum dalam kemasan atau AMDK untuk memenuhi kebutuhan minum mereka, karena masyarakat menganggap AMDK lebih praktis dan lebih higienis. Namun beberapa tahun terakhir masyarakat merasakan adanya peningkatan harga dari AMDK, sehingga muncullah alternatif lain yaitu depot air minum isi ulang atau DAMIU. Namun banyak dari masyarakat belum mengetahui apakah depot-depot yang berada di masyarakat ini memenuhi standar untuk menjadi air minum atau tidak. Dari permasalahan ini, peneliti ingin membuat suatu sistem klasifikasi kualitas air minum yang berada di depot air minum isi ulang yang akan memberikan informasi mengenai kadar pH, kekeruhan pada air, dan zat padat terlarut atau TDS kepada masyarakat. Sistem klasifikasi air minum ini dibekali dengan sensor pH-4502C, Sensor turbidity SEN0189, dan sensor TDS SEN0244. Lalu nantinya informasi yang telah didapati oleh sensor akan ditampilkan pada modul OLED, serta bantuan dari Arduino Uno sebagai mikrokontroler yang akan menjadi penghubung. Lalu metode Naïve Bayes akan digunakan sebagai metode klasifikasi dari hasil sensor yang telah dikeluarkan. Pada penelitian ini sudah dilakukan pengujian sensor dan klasifikasi yang hasilnya dimana, sensor pH-4502C mendapatkan nilai 98,62%, sensor turbidity SEN0189 terbukti efektif dengan hasil tegangan yang dikeluarkan untuk air jernih masih sekitar 4 Volt, sedangkan untuk air kotor tegangan yang dihasilkan dibawah 4 Volt, lalu untuk sensor TDS SEN0244 mendapatkan hasil sebesar 87,71%. Pada pengujian metode Naïve Bayes didapatkan nilai akurasi sebesar 100% dengan menggunakan 3 parameter dari total 12 kali percobaan di setiap parameter.

Kata kunci: pH-4502C, turbidity SEN0189, TDS SEN0244, Naïve Bayes, Depot Air Minum Isi Ulang, Arduino Uno

Abstract

Water is an important basic necessity for survival, and it is crucial that an adequate and accessible supply is available to everyone. Human water needs include water suitable for cooking, washing, and bathing that is clean and healthy, as well as safe drinking water. The suitability of a distributed drinking water is influenced by several parameters divided into two types: physical and chemical. Improving the availability of safe drinking water can have a positive impact on health. In large cities, people rely on packaged drinking water or bottled drinking water (AMDK) to meet their drinking needs because it is considered more convenient and hygienic. However, in recent years, people have experienced an increase in the price of bottled drinking water, leading to the emergence of another alternative, namely refill drinking water depots or DAMIU. However, many people are unaware of whether these depots in the community meet the standards to be considered drinking water. Based on this problem, the researcher aims to develop a classification system for the quality of drinking water in refill drinking water depots, which will provide information on pH levels, turbidity, and total dissolved solids (TDS) to the public. This drinking water classification system is equipped with the pH-4502C sensor, turbidity sensor SEN0189, and TDS sensor SEN0244. The information obtained from the sensors will be

displayed on an OLED module, with the assistance of Arduino Uno as the microcontroller that serves as a connector. The Naïve Bayes method will be used as the classification method based on the sensor outputs. In this research, sensor testing and classification testing have been conducted, resulting in a 98.62% accuracy rate for the pH-4502C sensor, effective performance of the SEN0189 turbidity sensor with voltage outputs around 4 volts for clear water and below 4 volts for turbid water, and an 87.71% accuracy rate for the SEN0244 TDS sensor. In the accuracy testing of the Naïve Bayes method, a 100% accuracy rate was obtained using three parameters out of a total of 12 experiments for each parameter.

Keywords: *pH-4502C, SEN0189 turbidity sensor, SEN0244 TDS sensor, Naïve Bayes, Refill Drinking Water Depot, Arduino Uno*

1 PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan dasar yang sangat penting untuk kelangsungan hidup. Meningkatkan ketersediaan air minum yang aman dapat memiliki dampak positif yang terlihat pada kesehatan. Oleh karena itu, diperlukan usaha untuk mencapai tingkat keamanan kualitas air minum yang paling memungkinkan (Edition, F., 2011). Kebutuhan manusia akan air mencakup air yang sesuai untuk digunakan dalam kegiatan memasak, mencuci, dan mandi yang bersih dan sehat, serta air yang aman untuk diminum (Rahayu, A., 2008). Berdasarkan perhitungan dari World Health Organization (WHO), pada beberapa negara maju tiap orangnya membutuhkan 60-120 liter per hari. Sedangkan di negara berkembang tiap orangnya memerlukan 30-60 liter per harinya. Salah satu penggunaan air yang paling krusial adalah kebutuhan untuk minum sehari-hari, air tersebut harus memenuhi syarat tertentu agar tidak menimbulkan penyakit dan melindungi kesehatan manusia (Tombeng, R. B., et al., 2013).

Air yang aman dan sehat untuk diminum oleh manusia dan tidak menimbulkan risiko kesehatan yang signifikan disebut air layak minum. Agar dianggap sebagai air layak minum, air harus bebas dari kontaminan yang berbahaya seperti bakteri, virus, bahan kimia, dan zat radioaktif. Standar kualitas air yang harus dipenuhi termasuk pH, total padatan terlarut, kandungan logam berat, bahan organik, dan lain-lain (World Health Organization, 2017). Standar mutu air minum mengatur beberapa parameter yang harus dipenuhi sesuai Standar Nasional Indonesia. Salah satunya adalah tingkat keasaman (pH) dan kekeruhan air. Air minum yang aman untuk dikonsumsi harus memiliki pH antara 6,0 hingga 8,5. Jika pH air berada di bawah 7, air dianggap asam, dan jika pH di atas 7, air dianggap basa. Air dengan pH di luar

rentang tersebut dapat menyebabkan masalah kesehatan seperti gangguan pencernaan, sakit kepala, dan iritasi kulit. Selain itu, parameter kekeruhan air juga harus dipenuhi. Kekeruhan mengukur tingkat kejernihan air, dan air minum yang layak harus memiliki kekeruhan rendah, yaitu kurang dari 3 NTU (Nephelometric Turbidity Units). Air yang keruh mengandung partikel-partikel yang dapat merusak sistem pencernaan manusia, seperti debu, kotoran, dan mikroorganisme. Selain itu, air yang keruh juga tidak estetik karena tidak terlihat jernih dan tidak menyenangkan untuk dilihat. Oleh karena itu, peneliti berusaha menciptakan sistem klasifikasi untuk kualitas air minum yang dapat memberikan informasi tentang pH dan kekeruhan air kepada pengguna (Menteri Kesehatan, 2010).

Dalam pendeteksian kualitas air dibutuhkan suatu metode yang tepat untuk melakukan klasifikasi. Dari hasil percobaan yang melibatkan 53 atribut data dalam suatu percobaan pengklasifikasian air, algoritma Naïve Bayes mencapai akurasi tertinggi dengan nilai sebesar 85,19%, dengan 115 instansi terklasifikasi dengan benar dari total 135 instansi (Muhammad, S. Y., et al., 2015). Pada penelitian lainnya terbukti Naïve Bayes cukup efektif dalam melakukan proses klasifikasi. Terdapat dua kondisi yang diterapkan dalam sistem. Berdasarkan pengujian akurasi metode Naïve Bayes memakai 40 data latih dan 20 data uji, didapatkan hasil akurasi sebesar 85% dan waktu pemrosesan komputasi sistem sekitar 1.911 detik dalam 10 kali pengujian. (Nugroho, M. D. B., et al., 2022). Pada penelitian ini, metode yang akan digunakan untuk mengklasifikasikan kualitas air minum di depot isi ulang adalah Naïve Bayes, dengan menggunakan parameter kadar pH, nilai TDS, dan tingkat kekeruhan air.

2 REKAYASA KEBUTUHAN

2.1 Kajian Masalah

Air merupakan kebutuhan dasar yang sangat penting untuk kelangsungan hidup manusia. Untuk meningkatkan ketersediaan air minum yang aman, diperlukan usaha dalam mencapai tingkat keamanan kualitas air minum yang paling memungkinkan. Kualitas air minum yang aman dan sehat harus memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan, termasuk pH, total padatan terlarut, kandungan logam berat, bahan organik, dan parameter lainnya.

Namun, peningkatan ketersediaan air minum yang aman masih menjadi tantangan, terutama di negara berkembang. Dalam beberapa negara maju, kebutuhan air per orang mencapai 60-120 liter per hari, sementara di negara berkembang, kebutuhan air per orang mencapai 30-60 liter per hari. Oleh karena itu, kualitas air minum menjadi krusial, terutama dalam hal keamanan untuk dikonsumsi.

Penggunaan air yang aman dan sehat sangat penting untuk konsumsi manusia, seperti dalam kegiatan memasak, mencuci, dan mandi. Air minum yang tidak memenuhi syarat tertentu dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan seperti gangguan pencernaan, sakit kepala, dan iritasi kulit. Oleh karena itu, diperlukan sistem klasifikasi kualitas air minum yang dapat memberikan informasi tentang pH dan kekeruhan air kepada pengguna.

Pendekatan algoritma Naïve Bayes telah terbukti efektif dalam mengklasifikasikan kualitas air minum. Percobaan yang melibatkan 53 atribut data menunjukkan bahwa algoritma Naïve Bayes memiliki akurasi tertinggi dengan nilai 85,19%. Penerapan metode ini dalam sistem pendeteksian kualitas air menunjukkan hasil akurasi sebesar 85% dengan waktu pemrosesan komputasi sekitar 1.911 detik dalam 10 kali pengujian.

2.2 Stakeholder dan Lingkungan dari Sistem

Sistem ditujukan pada seseorang yang ingin menguji apakah suatu air layak diminum. Sistem dapat digunakan oleh siapapun.

Sistem hanya dapat digunakan oleh satu orang, namun tetap bisa digunakan secara bergantian. Sensor pH-4502C membutuhkan waktu beberapa saat untuk mendapatkan nilai pembacaan yang stabil setelah dicelupkan ke dalam air yang diuji. Probe dari sensor TDS tidak dapat digunakan pada air dengan suhu diatas 55°C serta tidak boleh ditempatkan pada

sudut wadah karena dapat memengaruhi pembacaan sensor (DFRobot, 2017).

2.3 Analisis Kebutuhan Fungsional

Analisis kebutuhan fungsional berkaitan dengan kapabilitas fungsional yang diperlukan oleh sistem antara lain:

1. Sistem mampu melakukan pembacaan parameter pH, kekeruhan, dan TDS air
Sebuah perangkat keras berupa sensor pH, kekeruhan, dan TDS air dibutuhkan karena dapat membaca kondisi pH, kekeruhan, dan TDS dari air yang diuji
2. Sistem mampu melakukan pemrosesan data parameter pH, kekeruhan, dan TDS air
Sebuah perangkat keras pemrosesan dibutuhkan agar dapat memproses data parameter pH, kekeruhan, dan tds air
3. Sistem mampu melakukan klasifikasi berdasarkan parameter pH, kekeruhan, dan TDS pada air
Sebuah perangkat lunak berupa metode atau algoritme dibutuhkan agar dapat melakukan klasifikasi kondisi dari air yang diuji berdasarkan parameter pH, kekeruhan, dan TDS-nya
4. Sistem mampu menampilkan informasi hasil pembacaan parameter pH, kekeruhan, dan TDS air beserta dengan hasil klasifikasinya
Sebuah perangkat keras diperlukan agar pengguna dapat melihat hasil pembacaan parameter pH, kekeruhan, dan TDS air beserta dengan hasil klasifikasinya secara langsung.

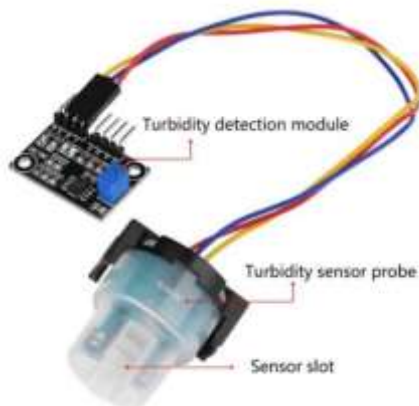
2.4 Analisis Kebutuhan Perangkat

1. Sensor pH-4502C
Sensor pH-4502C merupakan sensor yang mampu digunakan untuk mengukur tingkat asam atau basa sebuah larutan yang terdiri atas modul dan juga probe-nya.



Gambar 2.1 Sensor pH-4502C

2. **Sensor Kekeruhan SEN0189**
 Sensor SEN0189 untuk kekeruhan adalah sensor yang mampu mendeteksi kualitas air dengan mengukur tingkat kekeruhan atau turbiditas. Sensor ini menggunakan cahaya untuk mendeteksi partikel-partikel yang terlarut dalam air dengan mengukur transmisi cahaya dan laju hamburan. Tingkat kekeruhan air ini berubah sesuai dengan jumlah total padatan terlarut (TDS) yang ada dalam air (DFRobot, 2016).



Gambar 2.2 Sensor Kekeruhan SEN0189

3. **Sensor TDS SEN0244**
 Sensor TDS SEN0244 adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur nilai Total Dissolved Solids (TDS) atau jumlah padatan terlarut dalam air. Semakin tinggi nilai TDS, semakin banyak padatan terlarut yang terkandung dalam air, yang mengindikasikan tingkat kebersihan air tersebut. Oleh karena itu, nilai TDS dapat digunakan sebagai indikator untuk mengevaluasi kebersihan air. Sensor ini menghasilkan sinyal analog yang dapat digunakan dengan berbagai jenis board mikrokontroler, seperti Arduino, untuk mengolah data yang diperoleh (DFRobot,

2017).



Gambar 2.3 Sensor TDS SEN0244

4. **Arduino Uno**
 Arduino Uno adalah papan pengembangan yang sangat direkomendasikan untuk memulai proyek elektronik dan pemrograman. Arduino Uno merupakan board mikrokontroler yang menggunakan chip ATmega328P, yang merupakan varian paling populer dan terdokumentasi dengan baik di antara seluruh keluarga Arduino (Arduino, 2011).



Gambar 2.4 Arduino Uno

5. **Modul OLED**
 OLED adalah kependekan dari Organic Light Emitting Diode yang menghasilkan cahaya sebagai tanggapan terhadap aliran listrik. Modul OLED merupakan modul tampilan yang digunakan untuk menampilkan teks, gambar, serta berbagai pola lainnya. Modul tersebut cocok untuk pemutar MP3, subtampilan ponsel, kalkulator, dan lain sebagainya. Jika dibandingkan dengan LCD, OLED memiliki ukuran yang lebih ringan dan lebih kecil serta dapat menampilkan tingkat hitam pekat karena dapat berfungsi tanpa lampu latar atau backlight.



Gambar 2.5 Modul OLED

6. Arduino IDE
 Arduino IDE merupakan suatu perangkat lunak yang terdiri dari editor teks untuk mengkomposisikan kode program, ruang pesan, konsol teks, toolbar dengan tombol-tombol untuk fungsi umum, dan sejumlah menu. Peran utama Arduino IDE adalah dalam interaksi dan pemrograman perangkat keras Arduino. (Arduino, 2014).

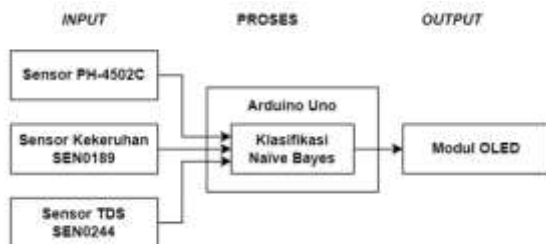


Gambar 2.6 Arduino IDE

3 METODE PENELITIAN

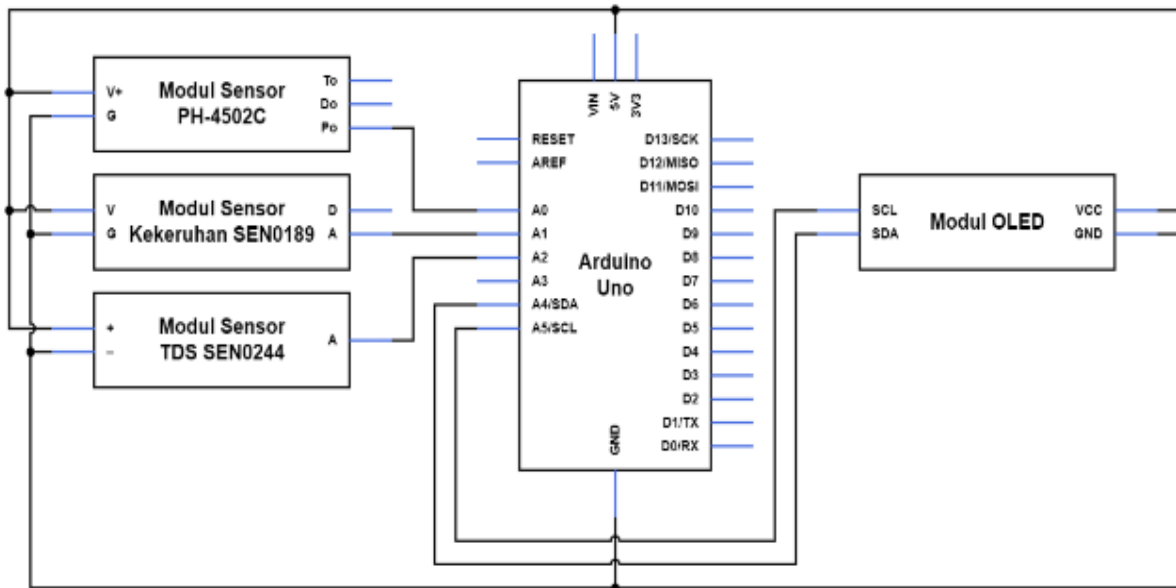
3.1 Perancangan Sistem

Gambar 3.1 akan menunjukkan diagram blok sistem yang menggambarkan rancangan sistem yang terkait dengan masukan, proses, dan keluaran dalam sistem.



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

Berdasarkan Gambar 3.1, terdapat tiga sensor yaitu sensor ph-4502C, sensor kekeruhan SEN0189, dan sensor TDS SEN0244. Hasil



Gambar 3.1 Diagram Skematik Sistem

pembacaan dari ketiga sensor tersebut berupa data ph, kekeruhan, dan TDS akan dibaca dan diproses oleh perangkat pemrosesan Arduino Uno. Pemrosesan pada Arduino Uno berupa tahap klasifikasi menggunakan metode Naïve Bayes berdasarkan nilai pembacaan ketiga sensor tersebut sehingga nantinya dihasilkan hasil klasifikasi yaitu kelas layak minum dan kelas tidak layak minum. Hasil klasifikasi tersebut ditampilkan ke modul OLED berupa teks “Layak” maupun “Tidak Layak” dan dapat diamati oleh pengguna secara langsung.

3.2 Perancangan Prototipe

Pembuatan rancangan prototipe sistem berupa sebuah alat ditunjukkan pada Gambar 8. Sistem dirancang dalam sebuah casing berbahan akrilik. Pada bagian atas menggunakan akrilik bening sehingga layar OLED tetap dapat dilihat dari luar sedangkan pada bagian luar terdapat sensor pH, sensor kekeruhan, dan sensor TDS.



Gambar 3.3 Prototipe Alat Sistem

3.3 Perancangan Perangkat Keras

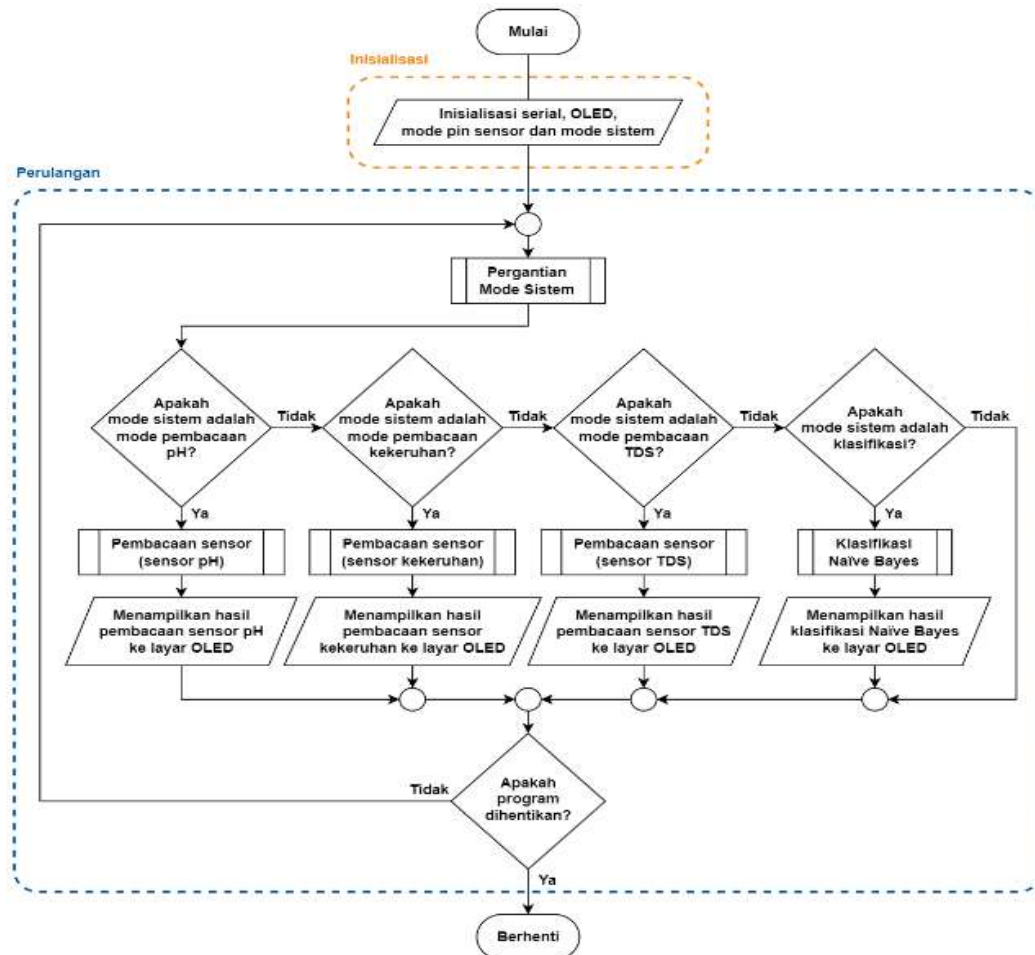
Setiap perangkat keras input berupa sensor maupun output berupa modul tampilan dirancang agar terhubung dengan perangkat keras pemrosesan agar dapat dilakukan pemrosesan terhadap data sensor dan hasilnya akan ditampilkan pada modul tampilan. Diagram skematik sistem yang menunjukkan hubungan pin antar perangkat keras ditunjukkan pada

Gambar 3.2.

3.4 Perancangan Perangkat Lunak

Pembuatan program utama terdiri dari dua tahap, yaitu tahap awal dan tahap pengulangan. Pada tahap inisialisasi, terdapat perintah inisialisasi untuk beberapa hal seperti serial, OLED, mode pin sensor, dan mode sistem.

mode sistem yang berjalan secara bergantian dengan urut sehingga dapat mempermudah pengoperasian sistem dalam menguji air sampel. Mode sistem tersebut diawali dengan mode pembacaan pH, pembacaan kekeruhan, pembacaan TDS, hingga dengan klasifikasi Naïve Bayes. Apabila ingin melakukan pengujian ulang atau menguji air sampel selanjutnya, maka dapat dilanjutkan yaitu mode

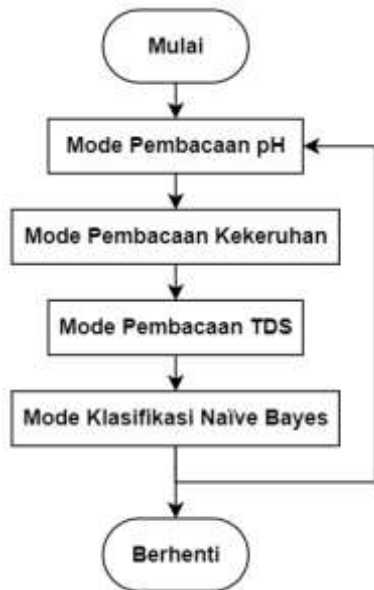


Gambar 3.2 Flowchart Program Utama

Setelah tahap inisialisasi akan dilanjutkan ke tahap perulangan. Pada bagian perulangan diawali dengan pergantian mode sistem. Selanjutnya akan dilakukan pemeriksaan, apabila mode sistem adalah mode pembacaan pH maka dilakukan pembacaan sensor pH dan hasil pembacaannya ditampilkan ke layar OLED, begitu juga dengan mode-mode sistem lainnya. flowchart dari program utama ditunjukkan pada Gambar 3.4.

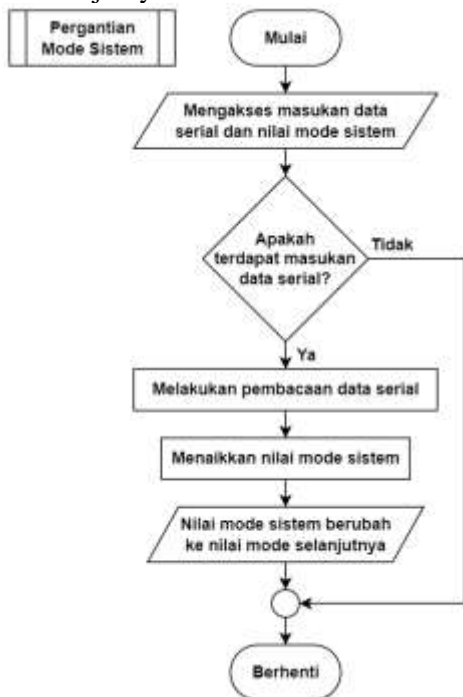
klasifikasi akan berubah kembali ke mode pembacaan pH sesuai pada alur perganti mode sistem yang ditunjukkan pada Gambar 3.5.

Tahapan pembacaan sensor (ketiga sensor) maupun klasifikasi tidak dijalankan secara bersamaan. Oleh karena itu didefinisikan sebuah



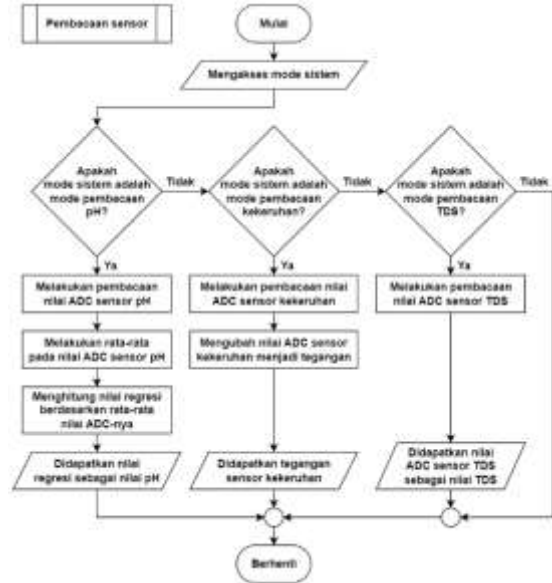
Gambar 3.5 Alur Pergantian Mode Sistem

Dengan menggunakan alur seperti pada Gambar 3.5, maka akan dibuat diagram alir untuk pergantian mode sistem sesuai pada Gambar 3.6 yang diawali dengan pemeriksaan data masukan dari serial. Apabila terdapat data masukan dari serial, maka data serial tersebut hanya dibaca saja lalu nilai mode sistem dinaikkan sehingga mode sistem berganti ke mode selanjutnya.



Gambar 3.6 Diagram Alir Pergantian Mode Sistem

Pembuatan pembacaan sensor, baik sensor pH, sensor kekeruhan, maupun sensor TDS berupa sebuah diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 3.7 sebagai berikut:



Gambar 3.7 Diagram Alir Sensor

Dari Gambar 3.7, pembacaan sensor dilakukan berdasarkan mode sistem. Output pembacaan sensor untuk sensor pH, kekeruhan, dan TDS masing-masing yaitu nilai pH, tegangan sensor kekeruhan, dan nilai TDS.

Perancangan dari klasifikasi menggunakan metode Naïve Bayes berupa sebuah flowchart yang ditunjukkan pada Gambar 3.8 sebagai berikut:



Gambar 3.8 Flowchart Klasifikasi Menggunakan Metode Naïve Bayes

Dari Gambar 14, tahap klasifikasi diawali dengan penentuan nilai fitur data uji yang berasal

dari ketiga nilai data sensor. Selanjutnya dilakukan perhitungan evidence dari setiap fitur untuk masing-masing kelas (kelas layak dan kelas tidak layak). Hasil perhitungan nilai evidence menentukan hasil klasifikasi. Jika nilai bukti untuk kategori "layak" lebih tinggi daripada kategori "tidak layak", maka hasil klasifikasinya akan menjadi kategori "layak". Jika sebaliknya maka hasil klasifikasinya adalah kelas "tidak layak".

3.5 Implementasi Sistem

Pada bagian ini akan diuraikan bagaimana penerapan pada sistem dimulai dari model awal, komponen perangkat keras, dan perangkat lunak.

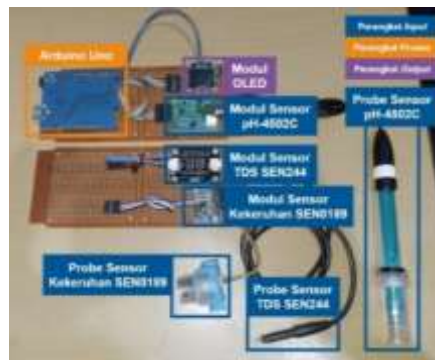
Gambar 15 menampilkan hasil dari pelaksanaan prototipe sistem sebagai berikut:



Gambar 3.9 Implementasi Prototipe Sistem

Dari prototipe sistem dibuat dengan casing berbahan akrilik. Di bagian atas terdapat layar OLED yang masih dapat terlihat karena menggunakan akrilik bening. Di bagian luar terdapat sensor pH, sensor kekeruhan, dan sensor TDS yang digunakan dalam pembacaan parameter pH, kekeruhan, dan TDS pada air yang diuji.

Pada gambar 16 menampilkan hasil pelaksanaan yang terdiri dari koneksi pin-pin perangkat keras yang sesuai dengan diagram skematik sistem. Pin-pin tersebut terhubung baik melalui kabel jumper maupun melalui rangkaian yang ada pada papan PCB.



Gambar 3.10 Implementasi Perangkat Keras

Penerapan dari perangkat lunak melibatkan penggunaan kode program utama dan kode subprogram dengan tujuan khusus.

4 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bagian ini terdapat penelitian dan evaluasi yang dilakukan guna menjawab pertanyaan penelitian.

4.1 Pengujian Tingkat Akurasi Sensor pH-4502C

Sensor pH-4502C memiliki fungsi dalam mengukur parameter pH pada air. Sensor ini telah diuji untuk mengevaluasi tingkat akurasi dengan membandingkan nilai hasil pembacaan sensor dengan nilai hasil pembacaan pH meter digital. Tingkat akurasi yang tinggi menunjukkan bahwa pembacaan nilai pH sensor mendekati nilai pH sebenarnya.

Hasil pengujian dari pembacaan nilai pH menggunakan sensor pH-4502C dan pH meter digital ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor pH-4502C

No	Nilai pH		%Error
	pH meter digital	Sensor pH-4502C	
1	4,01	3,86	3,74%
2	4,01	3,90	2,74%
3	4,01	3,94	1,75%
4	4,01	4,02	0,25%
5	4,01	4,06	1,25%
6	6,86	6,85	0,15%
7	6,86	6,81	0,73%
8	6,86	6,77	1,31%
9	6,86	6,72	2,04%
10	6,86	6,68	2,62%
11	9,18	9,03	1,63%
12	9,18	9,07	1,20%
13	9,18	9,11	0,76%
14	9,18	9,15	0,33%
15	9,18	9,19	0,11%
Rata-rata %Error			1,37%

Dari Tabel 4.1, nilai %error dihitung sesuai dengan Persamaan 1 sebagai berikut:

$$\%Error = \frac{|nilai\ pH\ sensor - nilai\ pH\ meter\ digital|}{(nilai\ pH\ meter\ digital)} \times 100\% \tag{1}$$

Dari nilai %error tersebut, akan dirata-rata nilainya untuk selanjutnya dilakukan perhitungan tingkat akurasi menggunakan Persamaan 2 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Tingkat akurasi sensor pH} &= 100\% - Rerata\ \%Error \\ &= 100\% - 1,37\% \\ &= 98,62\% \end{aligned} \tag{2}$$

Dari Persamaan 2 tersebut, maka didapatkan tingkat akurasi sensor pH-4502C dalam melakukan pembacaan pH air yaitu sebesar 98,62%.

4.2 Pengujian Fungsionalitas Sensor Kekeuhan SEN0189

Sensor kekeuhan SEN0189 merupakan sensor yang berperan dalam pembacaan parameter kekeuhan pada air. Sensor kekeuhan SEN0189 diuji fungsionalitasnya dengan mengamati perubahan tegangan yang dihasilkan oleh sensor apabila dilakukan pembacaan terhadap air dengan kondisi bening maupun keruh.

Hasil pengujian sensor kekeuhan SEN0189 ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor kekeuhan SEN0189

No	Komposisi Air	Kondisi Air	Tegangan Sensor Kekeuhan
1-5	150ml Air Mineral	Bening	4,08–4,09 V
6-10	150ml Air + 1 Sendok Kopi	Sedikit Keruh	3,30–3,32 V
11-15	150ml Air + 2 Sendok Kopi	Cukup Keruh	2,98–3,00 V
16-20	150ml Air + 3 Sendok Kopi	Sangat Keruh	2,39–2,40 V

Dari Tabel 4.2, dapat disimpulkan bahwa apabila air yang diuji tidak keruh atau bening, maka sensor kekeuhan menghasilkan tegangan yang lebih tinggi yaitu sekitar 4 volt. Sebaliknya apabila air yang diuji keruh, maka sensor kekeuhan menghasilkan tegangan yang lebih

rendah yaitu dibawah 4 volt. Semakin keruh air tersebut maka tegangan yang dihasilkan oleh sensor kekeuhan akan semakin rendah.

4.3 Pengujian Tingkat Akurasi Sensor TDS SEN0244

Sensor TDS SEN0244 memiliki peran penting dalam mengukur parameter TDS pada air. Sensor TDS SEN0244 diuji untuk mengevaluasi tingkat ketepatan hasil pembacaannya dengan membandingkannya dengan nilai yang diperoleh dari TDS meter digital. Tingkat akurasi yang baik menandakan bahwa pembacaan nilai TDS sensor mendekati dengan nilai TDS aslinya.

Data pengujian dari pengukuran TDS dengan menggunakan sensor TDS SEN0244 dan alat pengukur digital TDS ditampilkan dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sensor TDS SEN0244

No	Nilai TDS		%Error
	TDS meter digital	Sensor TDS SEN0244	
1	0 ppm	0 ppm	0%
2	0 ppm	0 ppm	0%
3	0 ppm	0 ppm	0%
4	23 ppm	17 ppm	26,09%
5	23 ppm	18 ppm	21,74%
6	23 ppm	16 ppm	30,43%
7	60 ppm	61 ppm	1,67%
8	60 ppm	62 ppm	3,33%
9	60 ppm	60 ppm	0%
10	110 ppm	91 ppm	17,27%
11	110 ppm	90 ppm	18,18%
12	110 ppm	92 ppm	16,36%
13	140 ppm	117 ppm	16,43%
14	140 ppm	116 ppm	17,14%
15	140 ppm	118 ppm	15,71%
Rata-rata %Error			12,29%

Dari Tabel 4.3, nilai %error dihitung sesuai dengan Persamaan 3 sebagai berikut:

$$\%Error = \frac{|nilai\ TDS\ sensor - nilai\ TDS\ meter\ digital|}{(nilai\ TDS\ meter\ digital)} \times 100\% \tag{3}$$

Dari nilai %error tersebut, akan dirata-rata nilainya untuk selanjutnya dilakukan perhitungan tingkat akurasi menggunakan Persamaan 4 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Tingkat akurasi sensor TDS} &= 100\% - Rerata\ \%Error \\ &= 100\% - 12,29\% \\ &= 87,71\% \end{aligned} \tag{4}$$

Dari Persamaan 4 tersebut, maka

didapatkan tingkat akurasi sensor TDS dalam melakukan pembacaan TDS air yaitu sebesar 87,71%.

4.4 Pengujian Tingkat Akurasi Metode Klasifikasi Naïve Bayes

Metode Naïve Bayes merupakan metode yang berperan dalam tahap klasifikasi yang menentukan kelayakan air yang diuji berdasarkan parameter nilai pH, kekeruhan, dan TDS-nya. Metode Naïve Bayes diuji dari segi tingkat akurasinya dengan membandingkan hasil klasifikasi metode Naïve Bayes dengan kelas aktualnya. Tingkat akurasi yang baik menandakan bahwa hasil klasifikasi metode Naïve Bayes sesuai dengan kelas aktualnya.

Hasil pengujian dari metode klasifikasi Naïve Bayes ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Metode Klasifikasi Naïve Bayes

No	pH Kekeruhan (V) TDS (ppm)	Aktual	Hasil klasifikasi Naïve Bayes
1	7,49, 4,08, 74	Layak	Layak
2	7,53, 4,09, 75	Layak	Layak
3	7,41, 4,09, 72	Layak	Layak
4	8,18, 4,13, 88	Layak	Layak
5	8,14, 4,11, 88	Layak	Layak
6	8,30, 4,12, 88	Layak	Layak
7	8,14, 4,12, 111	Tidak Layak	Tidak Layak
8	8,18, 4,13, 111	Tidak Layak	Tidak Layak
9	8,10, 4,12, 110	Tidak Layak	Tidak Layak
10	7,94, 4,09, 122	Tidak Layak	Tidak Layak
11	7,98, 4,11, 126	Tidak Layak	Tidak Layak
12	7,98, 4,10, 124	Tidak Layak	Tidak Layak

Dari kelas aktual dan kelas hasil klasifikasi yang ada pada Tabel 4.4, selanjutnya akan dilakukan perhitungan tingkat akurasi klasifikasi menggunakan Persamaan 5 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Tingkat akurasi klasifikasi} &= \frac{(\text{Jumlah klasifikasi yang sesuai})}{(\text{Banyaknya pengujian})} \times 100\% \\
 &= \frac{12}{12} \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 100\% \\
 &\quad (5)
 \end{aligned}$$

Dari Persamaan 5, maka didapatkan tingkat akurasi metode Naïve Bayes dalam melakukan klasifikasi yaitu sebesar 100%.

5 KESIMPULAN DAN SARAN

Sensor turbidity SEN0189 telah terbukti efektif dalam fungsi deteksinya untuk mengukur tingkat kekeruhan air minum. Hal ini bisa diamati dari hasil pembacaan sensor pada air minum yang jernih dan beberapa air yang keruh termasuk air kopi, air hujan, dan air genangan di mana terdapat perbedaan yang signifikan dalam nilai tegangan antara keduanya. Nilai tegangan yang dihasilkan oleh sensor turbidity SEN0189 saat mendeteksi air jernih sesuai dengan nilai referensi yang tercantum dalam datasheet sensor turbidity SEN0189, yaitu sekitar 4 volt. Sebaliknya apabila air yang diuji keruh, maka sensor kekeruhan menghasilkan tegangan yang lebih rendah yaitu dibawah 4 volt. Semakin keruh air tersebut maka tegangan yang dihasilkan oleh sensor kekeruhan akan semakin rendah. Sensor TDS SEN0244 sebagai pendeteksi kadar zat padat terlarut pada air, didapatkan akurasi dari sensor ini yaitu sebesar 87,71% dengan rerata error sebesar 12,29%. Dapat diambil kesimpulan bahwa sensor TDS SEN0244 dapat berfungsi dengan baik sebagai pengukur kadar zat padat terlarut (TDS) pada sistem klasifikasi kualitas air minum. Sensor PH-4502C sebagai pendeteksi tingkat pH pada air, mendapatkan akurasi sebesar 98,62% dengan rerata error sebesar 1,37%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sensor PH-4502C dapat berfungsi sebagai pengukur pH dalam sistem klasifikasi kualitas air minum dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Dengan menggunakan 3 parameter, metode Naïve Bayes digunakan untuk mendeteksi kelayakan pada air minum berdasarkan tingkat keasaman (pH), kekeruhan (turbidity), dan zat padat terlarut (TDS) dan memiliki tingkat akurasi sebesar 100% dari total 12 kali percobaan. Data yang digunakan pada penelitian kali ini adalah air minum, air keran, dan air kotor.

Terdapat saran yang dapat digunakan untuk pengembangan lebih lanjut dari penelitian ini. Dapat menambah atau mengganti parameter yang digunakan seperti klorin, ammonia, viskositas, dan lainnya. Sehingga sistem mendapatkan parameter baru untuk diuji. Dapat menggunakan atau mengganti sensor lain

mengikuti parameter yang diajukan seperti, sensor warna, sensor ammonia, sensor klorin, sensor zat besi, dan lainnya sehingga sistem dapat lebih akurat serta mendapatkan data dan parameter baru.

6 DAFTAR PUSTAKA

- Arduino, 2011. UNO R3. [Online] Available at: <https://docs.arduino.cc/hardware/uno-rev3> [Accessed 07 Juni 2023].
- Arduino, 2014. Arduino Integrated Development Environment (IDE) v1. [Online] Available at: <https://docs.arduino.cc/software/ide-v1/tutorials/Environment> [Diakses 6 April 2023].
- DFRobot, 2016. Turbidity_sensor_SKU__SEN0189-DFRobot. [Online] Available at: https://wiki.dfrobot.com/Turbidity_sensor_SKU__SEN0189 [Accessed 07 Juni 2023].
- DFRobot, 2017. Analog TDS Sensor Meter for Arduino / ESP32 / Raspberry Pi - DFRobot Wiki. [Online] Available at: https://wiki.dfrobot.com/Gravity__Analog_TDS_Sensor__Meter_For_Arduino_SKU__SEN0244 [Accessed 07 Juni 2023].
- Edition, F. (2011). Guidelines for drinking-water quality. WHO chronicle, 38(4), 104-8.
- Menteri Kesehatan, 2010. Peraturan menteri kesehatan RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010, Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Muhammad, S. Y., Makhtar, M., Rozaimie, A., Aziz, A. A., & Jamal, A. A. (2015). Classification model for water quality using machine learning techniques. International Journal of software engineering and its applications, 9(6), 45-52.
- Nugroho, M. D. B., Syauqy, D., & Fitriyah, H. (2022). Klasifikasi Kelayakan Susu Sapi UHT berdasarkan PH, Warna, dan Aroma menggunakan Metode Naive Bayes berbasis Arduino. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, 6(11), 5541-5548.
- Rahayu, A. (2008). Deteksi Adanya Bakteri Pada Air Minum dalam Kemasan Galon. Jurnal Kedokteran Universitas Wijaya Kusuma. Surabaya.
- Tombeng, R. B., Polii, B., & Sinolungan, S. (2013). Analisis kualitatif kandungan Escherichia coli dan coliform pada 3 depot air minum isi ulang di kota Manado. Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi, 1(7), 1-7.
- World Health Organization. (2017). Guidelines for drinking-water quality: first addendum to the fourth edition.