

Penerapan Metode *Support Vector Machine* Untuk Klasifikasi Air Minum Isi Ulang (AMIU) Layak Minum Berbasis Arduino

Ilham Ichsani Trisna¹, Eko Setiawan²

Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹ilhamtrisna@student.ub.ac.id, ²ekosetiawan@ub.ac.id

Abstrak

Manusia menggunakan air untuk digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti konsumsi minuman, untuk mandi, memasak, mencuci dan keperluan lainnya. Agar aman bagi kesehatan, air minum yang kita konsumsi harus memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif. Di masyarakat ketersediaan air minum banyak diperoleh dari air minum isi ulang yang berasal dari Depot Air Minum Isi Ulang atau DAMIU. Namun banyak dari masyarakat belum mengetahui apakah DAMIU yang beredar sudah memenuhi persyaratan kesehatan air minum atau tidak. Dari permasalahan ini peneliti ingin membuat sistem yang dapat melakukan klasifikasi kualitas air minum isi ulang yang memberi informasi terkait kadar pH, kekeruhan pada air dan kandungan zat padat terlarut (TDS) air pada masyarakat. Sensor pH-4502C, sensor turbidity dan sensor TDS digunakan dalam sistem klasifikasi ini. Ketiga sensor ini dihubungkan dengan sebuah mikrokontroler Arduino UNO dan juga terhubung dengan LCD 16X2 yang berfungsi sebagai tampilan informasi. Hasil dari ketiga sensor tersebut akan diklasifikasikan menggunakan metode Support Vector Machine (SVM). Penelitian ini melakukan pengujian sensor dan pengujian metode. Hasil yang didapatkan pada pengujian sensor pH-4502C menghasilkan nilai rata-rata *error* yang relatif kecil yaitu sebesar 4.64%. Berdasarkan hasil pengujian, sensor turbidity dapat bekerja dengan baik dalam membaca kekeruhan pada air yaitu berupa nilai tegangan untuk air jernih sekitar 3.8 Volt, sedangkan untuk air keruh atau kotor tegangan yang dihasilkan dibawah 3.8 Volt. Sensor TDS SEN0244 mendapatkan nilai rata-rata *error* sebesar 4.84%. Pada pengujian Metode SVM didapatkan nilai akurasi sebesar 100% dari 10 data total yang diuji dan 30 data latih. Secara keseluruhan, sistem klasifikasi kualitas air minum isi ulang bekerja dengan baik dan diharapkan dapat membantu memantau dan memilih DAMIU mana yang sesuai dengan persyaratan kesehatan air minum.

Kata kunci: *pH-4502C, turbidity, TDS SEN0244, Support Vector Machine (SVM), Depot Air Minum Isi Ulang, Arduino UNO*

Abstract

Humans use water for daily activities such as drinking, bathing, cooking, washing, and other needs. To ensure health safety, the drinking water we consume must meet physical, microbiological, chemical, and radioactive standards. In the community, the availability of drinking water is often sourced from refillable drinking water depots. However, many people do not know whether the refillable drinking water depots in circulation meet the health requirements for drinking water or not. Addressing this issue, the researcher aims to develop a system capable of classifying the quality of refillable drinking water, providing information on pH levels, turbidity, and total dissolved solids (TDS) content. This classification system utilizes the pH-4502C sensor, turbidity sensor, and TDS sensor, all connected to an Arduino UNO microcontroller and a 16x2 LCD display for information output. The data from these sensors will be classified using the Support Vector Machine (SVM) method. This research conducts sensor testing and method testing. The pH-4502C sensor testing resulted in a relatively small average error of 4.64%. The turbidity sensor effectively measured water clarity, with a voltage reading of around 3.8 volts for clear water, while readings for turbid or dirty water were below 3.8 volts. The TDS SEN0244 sensor achieved an average error of 4.84%. The SVM method testing yielded an accuracy rate of 100% from 10 test data samples and 30 training data samples. Overall, the refill drinking water quality classification system works well and is expected to help monitor and select which Refill Drinking Water Depots comply with drinking water health standard.

Keywords: *pH-4502C sensor, turbidity sensor, SEN0244 TDS sensor, Support Vector Machine (SVM), Refill Drinking Water Depot, Arduino UNO*

1. PENDAHULUAN

Air mempunyai peranan yang sangat penting untuk kebutuhan pokok manusia, hewan dan tumbuhan. Manusia menggunakan air untuk digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti konsumsi minuman, untuk mandi, memasak, mencuci dan keperluan lainnya. Kebutuhan akan air untuk keperluan sehari-hari berbeda untuk tiap tempat dan tiap tingkatan kehidupan, artinya semakin tinggi taraf kehidupan manusia, semakin meningkat pula jumlah air yang diperlukan (Rosita, 2014).

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan (PERMENKES) No. 492 Tahun 2010, Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Sedangkan Air minum isi ulang merupakan jenis air minum yang dapat diminum tanpa melalui proses masak terlebih dahulu, karena telah mengalami proses pemurnian baik secara penyinaran ultraviolet, ozonasi, ataupun keduanya (Bustomi et al., 2018). Standar keamanan air yang ditetapkan oleh pemerintah sangat penting untuk menjamin keamanan air minum yang kita konsumsi. Agar aman bagi Kesehatan, air minum yang kita konsumsi harus memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif (Menteri Kesehatan, 2010).

Pada tahun 2020, menurut survey yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik sebanyak 29,1% rumah tangga di Indonesia menggunakan air isi ulang untuk kebutuhan konsumsi sehari-hari. Jumlah ini lebih besar dibandingkan jumlah air lainnya yaitu air sumur bor/pompa, air sumur terlindungi dan air lainnya. Jumlah ini mengalami peningkatan signifikan pada tahun 2023, di mana 40,64% rumah tangga di Indonesia menggunakan air isi ulang atau air kemasan untuk kebutuhan sehari-hari. Peningkatan ini menunjukkan perkembangan yang semakin meluas dalam penggunaan air isi ulang atau air kemasan di kalangan rumah tangga Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2023).

Namun tidak semua depot air minum isi ulang (DAMIU) dikelola dengan baik dan memenuhi persyaratan Permenkes nomor 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum baik parameter fisika, kimia maupun

biologi. Hasil inspeksi yang dilakukan oleh Dinas Kesehatan pada tahun 2021 dari 63.280 jumlah depot air minum isi ulang yang beredar di masyarakat, hanya 52% yang layak dan sesuai dengan persyaratan kesehatan (Dinas Kesehatan, 2021). Adapun untuk parameter mutu air minum salah satunya adalah tingkat keasaman (pH), tingkat kekeruhan air dan tingkat zat padat terlarut (TDS). PH air minum yang layak dikonsumsi harus berada pada rentang 6,5 hingga 8,5. Yaitu air dengan kandungan pH diatas 7 dikategorikan sebagai air yang basa, sedangkan air dengan pH dibawah 7 dikategorikan sebagai air yang asam. Air dengan kandungan pH diluar rentang tersebut dapat mengakibatkan gangguan kesehatan, seperti sakit kepala, dan gangguan pencernaan. Untuk parameter kekeruhan yang harus terpenuhi yaitu tingkat kejernihan air, yaitu air yang layak dikonsumsi harus memiliki tingkat kekeruhan yang rendah, kurang dari 5 NTU (Nephelometric Turbidity Units). Adapun parameter kandungan zat padat terlarut dalam air (TDS) tidak boleh lebih dari 500 ppm. Berdasarkan permasalahan tersebut, peneliti ingin membuat sistem klasifikasi kualitas air minum yang dapat memberikan informasi terkait pH, kekeruhan air, dan zat padat terlarut air (TDS) kepada masyarakat (Menteri Kesehatan, 2010).

Dalam penelitian mengenai klasifikasi air minum isi ulang layak minum, penggunaan metode machine learning atau metode klasifikasi menjadi pilihan yang lebih baik daripada metode klasifikasi manual atau pendekatan berbasis aturan if-else. Metode machine learning mampu mengatasi kompleksitas data yang terlibat dalam menentukan kualitas air dengan lebih efisien dan obyektif. Model ini dapat mengolah berbagai parameter yang dibutuhkan dan mempengaruhi kualitas air secara simultan, menghasilkan keputusan berdasarkan pola yang rumit dan hubungan yang tidak linear antara parameter tersebut. Dibandingkan dengan pendekatan manual yang cenderung bergantung pada interpretasi subjektif, metode machine learning memberikan keunggulan dalam mengambil keputusan berbasis data yang akurat dan terukur. Kemampuan metode machine learning untuk menghasilkan prediksi dengan tingkat akurasi yang tinggi setelah melalui proses pelatihan yang tepat, memastikan identifikasi yang tepat

terhadap air minum isi ulang yang memenuhi standar kesehatan yang ditetapkan. Dengan demikian, penggunaan metode machine learning dalam penelitian ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dalam klasifikasi air minum isi ulang, tetapi juga menjamin bahwa keputusan akhir yang diambil didasarkan pada analisis yang mendalam dan ilmiah dari data yang tersedia.

Dalam upaya menentukan metode yang tepat untuk mendeteksi kualitas air minum yang layak, dibutuhkan metode yang cukup akurat untuk mengklasifikasi kualitas air minum dengan menggunakan tiga parameter. Penelitian yang dilakukan oleh Radhakhrisnan et al., membandingkan metode Support Vector Machine, Decision Tree, dan Naïve Bayes dalam melakukan klasifikasi air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada dataset 1, Support Vector Machine memiliki akurasi yang lebih tinggi dibandingkan Naïve Bayes, dengan akurasi masing-masing sebesar 87,10% dan 74,60%. Pada dataset 2, Support Vector Machine juga menghasilkan akurasi yang lebih tinggi, yaitu 95,63%, sedangkan Naïve Bayes mencapai akurasi sebesar 95,17%. Oleh karena itu, penelitian ini akan menggunakan metode Support Vector Machine karena memiliki akurasi yang cukup tinggi. (Radhakhrisnan et. al 2020)

Untuk mengetahui baik atau tidaknya kualitas air minum pada sebuah depot air minum isi ulang (DAMIU), maka pada penelitian kali ini akan mengembangkan penelitian sebelumnya yaitu penelitian dari Gustaf Merrera, F., dan Riyanto, Y.B., yaitu klasifikasi air minum menggunakan metode Naïve Bayes. Penulis akan membuat sebuah sistem yang dapat mengklasifikasi layak atau tidaknya kualitas air minum berbasis Arduino Uno dengan menggunakan metode Support Vector Machine yang berdasarkan penelitian dari Radhakhrisnan et. al mempunyai akurasi lebih tinggi dibanding dengan metode Naïve Bayes. Sistem akan dihubungkan dengan sensor dan modul PH4502C untuk mengetahui tingkat pH pada air minum, sensor turbidity SEN0189 untuk mengukur tingkat kekeruhan air minum, dan sensor TDS untuk mengetahui tingkat zat padat terlarut dalam air minum. Sensor – sensor tersebut akan mengirimkan data inputan pada Arduino Uno dan melakukan klasifikasi. Metode klasifikasi yang digunakan untuk menentukan baik tidaknya kualitas air minum adalah metode *Support Vector Machine* (SVM) . Setelah melakukan klasifikasi maka hasilnya akan

ditampilkan di lcd 16x2 untuk dibaca oleh user.

2. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Pada bagian ini, akan dijelaskan secara menyeluruh tentang perancangan sistem untuk klasifikasi kualitas air minum pada depot air minum isi ulang menggunakan metode Support Vector Machine. Perancangan sistem ini mencakup perancangan perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan.

2.1. Gambaran Umum Sistem;

Blok diagram sistem menjelaskan alur kerja sistem secara menyeluruh, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Gambaran Umum sistem

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem yang mampu mendeteksi dan mengklasifikasikan kualitas air minum berdasarkan parameter seperti nilai pH, nilai kekeruhan air, dan nilai TDS menggunakan metode Support Vector Machine. Hasil dari deteksi dan klasifikasi ini akan ditampilkan secara visual pada LCD 16x2.

Sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor pH untuk mengukur nilai pH, sensor turbidity digunakan untuk menentukan nilai kekeruhan air, sedangkan untuk mengukur nilai zat padat terlarut menggunakan sensor TDS meter. Semua sensor diolah dan diprogram menggunakan sebuah mikrokontroler Arduino UNO. Data sensor yang diperoleh akan diolah dan dianalisis menggunakan algoritma Support Vector Machine untuk klasifikasi. Hasil klasifikasi dari sistem akan disajikan melalui layar LCD berukuran 16x2.

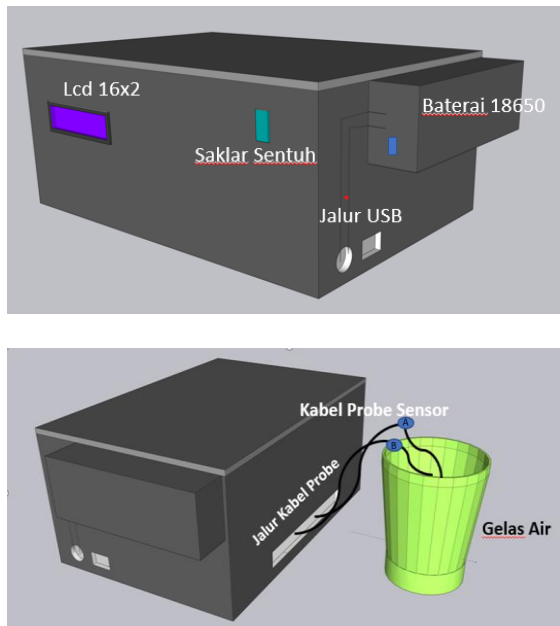
2.2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem meliputi perancangan prototipe sistem, perancangan perangkat keras sistem dan perancangan perangkat lunak pada sistemf

2.2.1 Perancangan Prototipe Sistem

Penjelasan sistem secara menyeluruh berdasarkan rancangannya dapat dilihat pada

Gambar 2.'

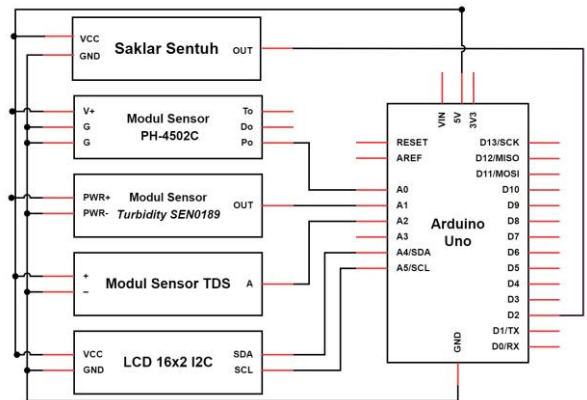


Gambar 2. Perancangan Prototipe Sistem

Pada perancangan sistem klasifikasi kualitas air menggunakan metode *support vector machine* dibutuhkan prototipe sistem secara keseluruhan. Prototype sistem dibuat dalam bentuk kubus berdimensi 20x14x12cm³. Kotak yang digunakan terbuat dari kaca akrilik berwarna hitam. Pada prototipe sistem LCD 16x2 dan modul saklar sentuh akan diletakkan disisi depan sistem. Untuk jalur kabel sensor pH, sensor turbidity dan sensor TDS akan dilewatkan bagian belakang sistem. Probe masing-masing sensor akan diletakkan diluar kubus agar memudahkan pengambilan data sensor. Kabel Probe Sensor terdapat dua label yaitu Label A yang merupakan probe sensor pH, sedangkan label B merupakan probe dari sensor Turbidity dan TDS. Dibagian kiri sistem terdapat lubang untuk memasukkan USB yang berfungsi upload pemrograman dan diatasnya terdapat holder baterai 18650 dengan rangkaian 2 baterai seri dan disertai saklar on off yang berfungsi menyalakan dan mematikan baterai sebagai sumber power daya sistem

2.2.2 Perancangan Perngkat Keras

Perancangan sistem klasifikasi kualitas air minum menggunakan metode *support vector machine* disusun berdasarkan analisis kebutuhan sistem sehingga didapatkan ilustrasi skematik perancangan perangkat keras yang dapat dilihat pada Gambar 3.

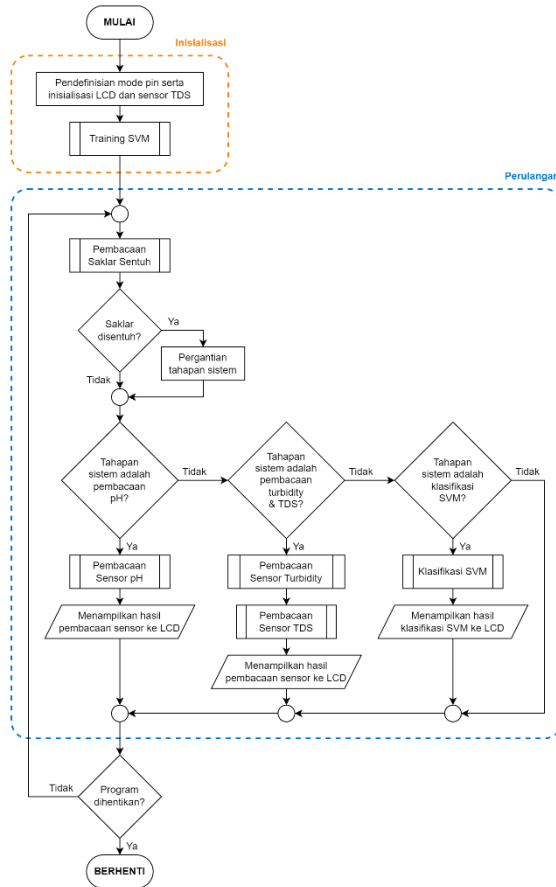


Gambar 3. Diagram Skematik Sistem

Pada gambar Gambar 3, terlihat bahwa terdapat beberapa komponen perangkat keras yang terhubung satu sama lain menggunakan konfigurasi pin yang telah ditentukan. Komponen tersebut meliputi mikrokontroler Arduino UNO, sensor pH PH-4502, sensor turbidity, sensor TDS, LCD 16x2, dan kabel jumper.

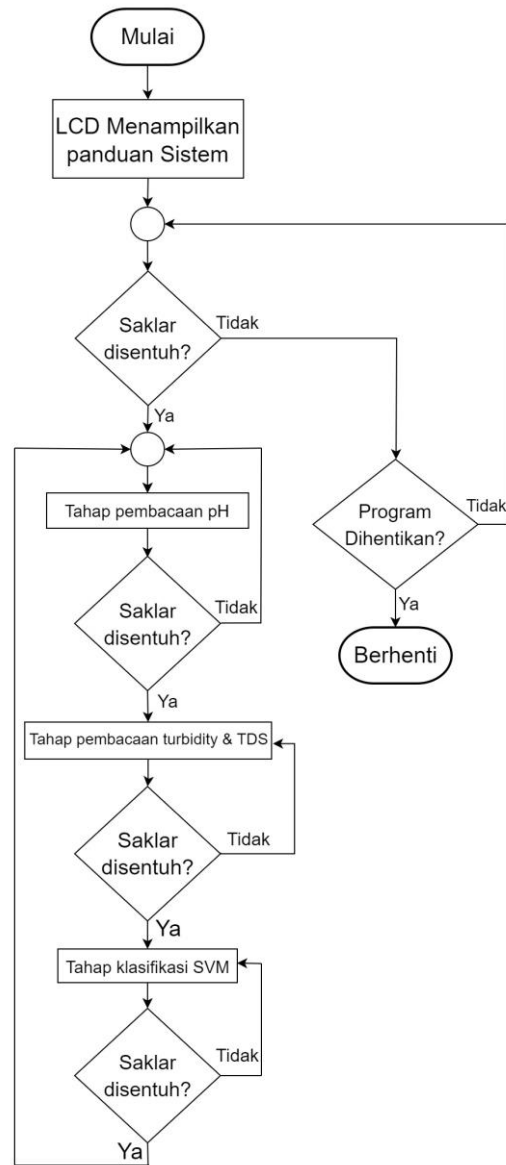
2.2.3 Perancangan Perangkat Lunak

Pembuatan program utama terdiri dua tahap yaitu tahap awal dan tahap perulangan. Pada tahap inialisasi terdapat perintah inialisasi untuk beberapa hal seperti, LCD, inialisasi pin sensor dan mode sistem, serta tahap training svm. Pada Tahap Perulangan terdapat beberapa mode, yaitu mode pembacaan saklar sentuh, jika saklar disentuh akan masuk mode pergantian tahap sistem, selanjutnya akan dilakukan pemeriksaan apabila mode sistem adalah mode pembacaan pH maka dilakukan pembacaan sensor pH dan hasil pembacaannya ditampilkan pada LCD, begitu juga dengan mode sistem lainnya. *Flowchart* dari program utama ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Program Utama

Tahapan pembacaan ketiga sensor maupun tahap klasifikasi tidak dijalankan secara bersamaan. Oleh karena itu digunakan sebuah saklar sentuh untuk mengatur setiap pergantian tahapan sistem yang dibutuhkan, sehingga dapat mempermudah pengoperasian sistem dalam menguji air sampel. Tahap sistem dimulai dengan tahap awal yang berisi informasi terkait penggunaan sistem. Setelah saklar disentuh maka akan masuk dalam tahap pembacaan sensor pH, setelah disentuh lagi maka akan masuk pada tahap pembacaan sensor turbidity dan TDS, selanjutnya masuk pada tahap klasifikasi SVM. Jika saklar disentuh lagi maka akan kembali ke tahap pembacaan pH, dan sama seperti tahap sebelumnya yang sudah dijalankan, sampai sumber daya sistem dimatikan. Alur pergantian tahapan sistem ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Alur Pergantian Tahap Sistem

Metode SVM menggunakan *hyperplane* sebagai representasi dari decision boundary yaitu pemisah antara dua kelas yang berbeda. Untuk menemukan rumus *hyperlane* dapat dilakukan perancangan training data latih yang terdiri dari variabel diantaranya bobot w_1, w_2, w_3 dan b seperti pada Persamaan 1. Training dilakukan dengan melakukan perhitungan pada fungsi loss, cost dan bobot derivatifnya ($dw_1, dw_2, dw_3, dan b$).

$$\bar{w} \cdot \bar{x} + b = 0 \tag{1}$$

Keterangan :

\bar{w} = *weight* (bobot *hyperplane*)

\bar{x} = nilai fitur

b = nilai bias *hyperplane*

Perhitungan fungsi loss bertujuan untuk menilai seberapa besar kerugian dari bobot hyperplane terhadap kelas asli dari setiap data latih yang digunakan. Proses pencarian fungsi loss dilakukan dengan menggunakan rumus yang dijelaskan dalam Persamaan 2.

$$loss = \begin{cases} 1 - (\bar{w} \cdot \bar{x} + b), y = 1 \\ 1 + (\bar{w} \cdot \bar{x} + b), y = -1 \end{cases} \quad (2)$$

Setelah mendapatkan nilai loss, langkah selanjutnya adalah menghitung cost, yang merupakan rata-rata dari semua loss yang diperoleh dari setiap data latih. Nilai cost dihitung dengan rumus dalam Persamaan 3.

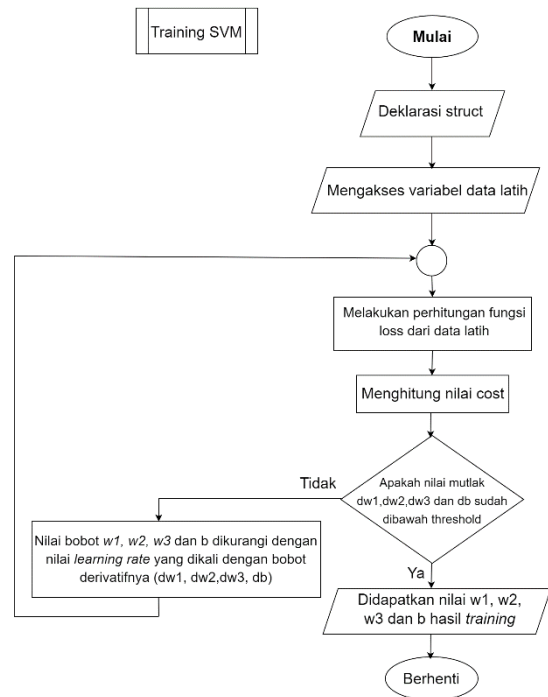
$$cost = \frac{loss_1 + loss_2 + loss_3 + + loss_{n-1} + loss_n}{n} \quad (3)$$

Selanjutnya, untuk mendapatkan bobot diferensial, caranya dengan mengalikan w atau b dengan y. Nilai diferensial ini digunakan untuk menentukan perubahan bobot hyperplane. Persamaan 4 dan 5 menunjukkan rumus untuk menghitung bobot diferensial.

$$dw = -w \cdot y \quad (4)$$

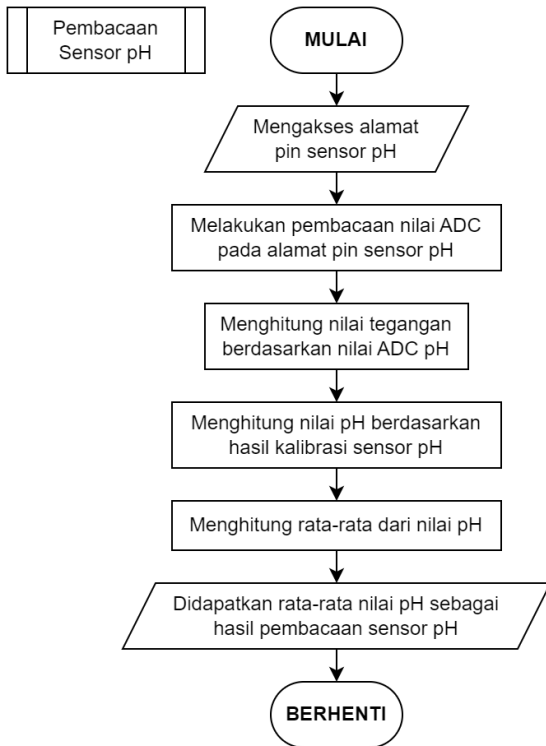
$$db = -b \cdot y \quad (5)$$

Perulangan berhenti ketika nilai dari bobot diferensial (dw1, dw2, dw3, dan db) lebih kecil dari nilai threshold yang ditentukan. Setelah itu, nilai bobot hyperplane (w1, w2, w3, dan b) ditentukan dan digunakan dalam klasifikasi untuk menentukan kelas dari data uji. Diagram alur perancangan training data latih SVM ditampilkan dalam Gambar 6.



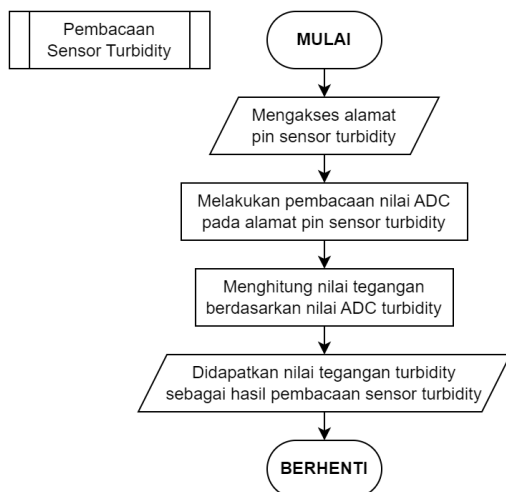
Gambar 6. Diagram alir Training Data Latih

Sebelum melakukan pembacaan sensor pH akan dilakukan kalibrasi sensor dengan cara membaca sensor pada cairan pH *buffer*. Hasil dari pembacaan dari cairan pH *buffer* tersebut berupa tegangan yang akan dikonversi menjadi nilai pH. Setelah kalibrasi selesai, lakukan pembacaan sensor yang mengacu pada gambar 7. Langkah awal yang dilakukan mengakses alamat pin sensor pH, setelah itu melakukan pembacaan dan menghitung nilai ADC pH, kemudian dilanjutkan dengan menghitung nilai pH berdasarkan hasil kalibrasi sensor pH, lalu diakhiri dengan menghitung rata-rata dari nilai pH. Hasil dari rata-rata tersebut akan digunakan pada klasifikasi SVM dan juga ditampilkan pada LCD 16x2.



Gambar 7. Diagram Alir Pembacaan Sensor pH

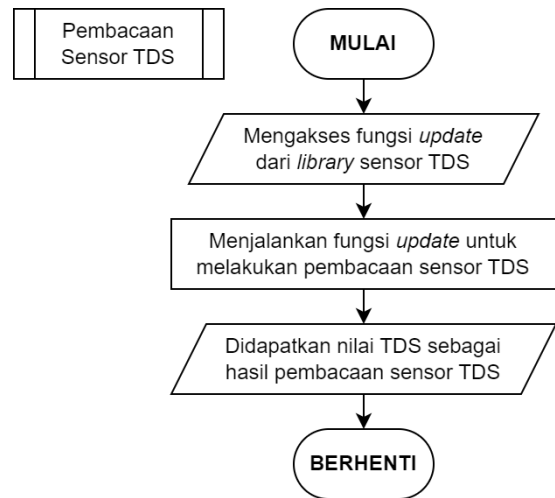
Pada proses perancangan sensor *turbidity* yang merujuk pada gambar 8. Langkah awal yang dilakukan adalah mengakses pin sensor, selanjutnya tahap pembacaan nilai ADC sensor yang akan diproses menjadi nilai tegangan atau Volt. Hasil dari nilai tegangan tersebut akan digunakan pada klasifikasi SVM.



Gambar 8. Diagram Alir Perancangan Sensor Turbidity

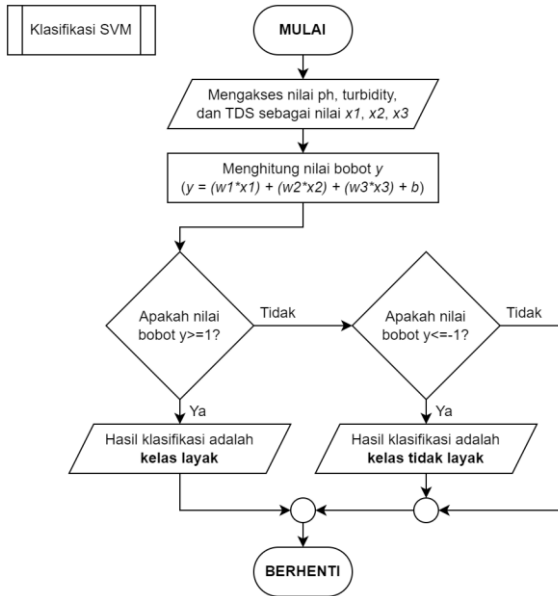
Selanjutnya proses perancangan sensor TDS SEN0244 yang merujuk pada Gambar 9. Langkah awal yang dilakukan adalah mengakses fungsi *update* dari *library* sensor TDS, setelah itu fungsi *update* dijalankan untuk melakukan

pembacaan sensor TDS. Hasil dari pembacaan sensor TDS tersebut digunakan untuk klasifikasi SVM.



Gambar 9. Diagram Alir Pembacaan Sensor TDS

Setelah semua data sudah diperoleh, selanjutnya akan dilakukan tahap klasifikasi menggunakan SVM alurnya dijelaskan pada diagram alir dari Gambar 10. Proses dimulai dengan mengambil nilai pH, turbidity, dan TDS sebagai nilai x_1 , x_2 , x_3 . Setelah mengambil nilai-nilai tersebut, masing-masing akan dimasukkan ke dalam rumus perhitungan hyperplane untuk menghasilkan nilai y . Setelah mendapatkan nilai y , dilakukan pengecekan kondisi untuk menentukan kelas data uji. Jika nilai y lebih besar atau sama dengan 1, maka hasil klasifikasi data uji akan disebut "Layak". Namun, jika nilai y kurang dari atau sama dengan -1, hasil klasifikasi data uji akan disebut "Tidak Layak".



Gambar 10. Diagram alir klasifikasi SVM

2.3 Implementasi Sistem

2.3.1 Implementasi Prototipe Sistem

Sub bab implementasi prototipe sistem berisi penerapan dari perancangan prototipe sistem yang telah dilakukan di tahap sebelumnya. Dalam implementasi prototipe, digunakan bahan akrilik berwarna hitam dengan ukuran 20x14x12cm. Ilustrasi implementasi prototipe sistem akan disajikan pada Gambar 11.

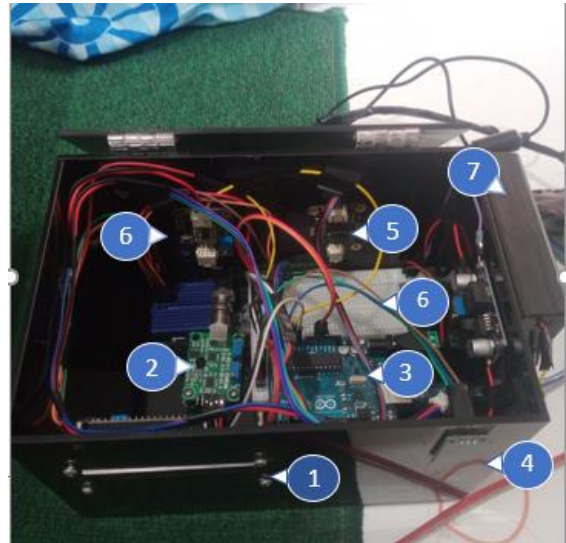


Gambar 11. Implementasi Prototipe Sistem

2.3.2 Implementasi Perangkat Keras

Sub bab ini menguraikan mengenai penerapan perangkat keras yang digunakan dalam sistem. Sesuai dengan bab perancangan yang telah diuraikan sebelumnya, komponen yang digunakan mencakup mikrokontroler Arduino Uno, Sensor pH-4502C, Sensor Turbidity, Sensor TDS, Saklar sentuh, dan LCD

16X2. Hasil dari penerapan tersebut dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Implementasi Perangkat Keras

Keterangan :

1. LCD 16X2
2. Modul PH-4502C
3. Arduino UNO
4. Saklar Sentuh
5. Modul TDS SEN0244
6. Modul Turbidity
7. Holder Baterai 18650

3. PEGUJIAN DAN ANALISIS

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

3.1. Pengujian Tingkat Akurasi Sensor pH-4502C

Sensor pH-4502C memiliki fungsi dalam mengukur parameter pH pada air. Sensor ini telah diuji untuk mengevaluasi nilai errornya dengan membandingkan nilai hasil pembacaan sensor dengan nilai hasil pembacaan pH meter digital.

Hasil pengujian dari pembacaan nilai pH menggunakan sensor pH-4502C dan pH meter digital ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor pH-4502C

No	PH meter digital	pH-4502C	%Error
1	4	4,17	4,25%
2	4	4,05	1,25%
3	4	3,92	2%
4	4	4,35	8,75%
5	4	4,23	5,75%
6	6,9	6,79	1,59%
7	6,9	6,6	4,35%
8	6,9	6,71	2,75%
9	6,9	6,54	5,22%
10	6,9	6,59	4,49%
11	9,1	8,48	6,81%
12	9,1	8,53	6,26%
13	9,1	8,42	7,47%
14	9,1	8,67	4,73%
15	9,1	8,74	3,96%
Rata-rata error			4,64%

Setelah semua data yang dibutuhkan telah dicatat, maka masing – masing data akan dihitung nilai *errornya*.

$$Error = \left| \frac{Nilai\ pH\ Sensor - Nilai\ pH\ meter\ digital}{Nilai\ pH\ meter\ digital} \right| \times 100\%$$

$$Rata - rata\ Error = \frac{Jumlah\ Error}{Banyak\ Data}$$

$$Rata - rata\ Error = \frac{69,63\%}{15}$$

$$Rata - rata\ error = 4,64\%$$

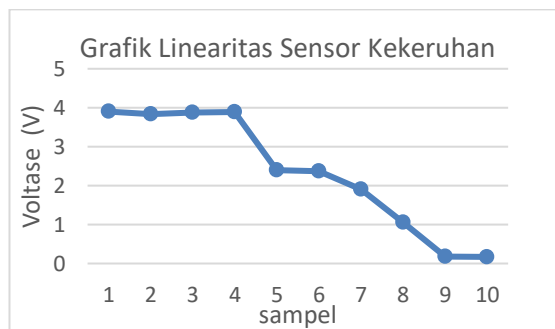
Berdasarkan pengujian dan analisa yang dilakukan maka dihasilkan kesimpulan dari pengujian. Kesimpulan yang dihasilkan berupa sensor pH dapat bekerja dengan baik. Hal tersebut dapat dilihat pada tingkat eror sensor yang kecil yakni pada angka 4,64 %.

3.2 Pengujian Fungsionalitas Sensor Turbidity

Sensor Turbidity merupakan sensor yang berperan dalam pembacaan parameter kekeruhan pada air. Sensor kekeruhan diuji fungsionalitasnya dengan mengamati perubahan

tegangan yang dihasilkan oleh sensor apabila dilakukan pembacaan terhadap air dengan kondisi air bening maupun air keruh.

Pengujian mendapatkan hasil berupa nilai pada grafik yang bergerak semakin kebawah, nilai pada grafik tersebut berbanding lurus dengan tingkat kekeruhan dari sampel. Hasil pembacaan sampel dapat dilihat pada tabel 2. Hasil grafik dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik Linearitas Sensor Kekeruhan

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Turbidity

No	Jenis	Nilai volt turbidity
1	Air mineral (bening)	3,9
2	Air mineral (bening)	3,83
3	Air mineral (bening)	3,87
4	Air mineral (bening)	3,89
5	Sprite (Soda)	2,4
6	Fanta (Soda)	2,37
7	Cocca Colla (Soda)	1,9
8	Kopikap (Kopi)	1,05
9	Good day (Kopi)	0,18
10	Kopi ABC	0,17

Dari hasil pengujian yang terdapat dalam Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa sensor turbidity mampu efektif dalam mengidentifikasi kondisi kekeruhan air. Data pembacaan sensor terhadap air minum (yang jernih) dan air kopi

(yang keruh) menunjukkan perbedaan nilai tegangan yang signifikan. Nilai tegangan yang lebih tinggi menandakan tingkat kejernihan yang lebih baik, sementara nilai tegangan yang lebih rendah menandakan kekeruhan yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa sensor turbidity berfungsi sesuai dengan ekspektasi.

3.3 Pengujian Tingkat Akurasi Sensor TDS SEN0244

Sensor TDS SEN0244 memiliki peranan penting dalam mengukur nilai zat padat terlarut (TDS) pada air. Sensor TDS SEN0244 diuji untuk mengevaluasi hasil pembacaan sensor dengan membandingkannya dengan nilai yang diperoleh dari TDS meter digital.

Data pengujian dari pengukuran TDS dengan menggunakan sensor TDS SEN0244 dan alat pengukur digital TDS ditampilkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Sensor TDS SEN0244

No	TDS meter digital	Sensor TDS	%Error
1	159	146	8,18%
2	232	255	9,91%
3	354	371	4,80%
4	523	540	3,25%
5	550	563	2,36%
6	565	580	2,65%
7	645	620	3,88%
8	732	751	2,60%
9	905	928	2,54%
10	1002	1013	8,18%
Rata-rata error			4,83%

Setelah semua data yang dibutuhkan telah dicatat, maka masing – masing data akan dihitung nilai *error*nya.

$$Error = \left| \frac{Nilai\ TDS\ Sensor - Nilai\ TDS\ meter\ digital}{Nilai\ TDS\ meter\ digital} \right| \times 100\%$$

$$Rata - rata\ Error = \frac{Jumlah\ Error}{Banyak\ Data}$$

$$Rata - rata\ Error = \frac{48,35\%}{10}$$

$$Rata - rata\ Error = 4,83\%$$

Berdasarkan pengujian dan analisa yang dilakukan maka dihasilkan kesimpulan dari pengujian. Kesimpulan yang dihasilkan berupa sensor TDS SEN0244 dapat bekerja dengan baik. Hal tersebut dapat dilihat pada tingkat *error* sensor yang kecil yakni pada angka 4,83 %

3.4 Pengujian Tingkat Akurasi Klasifikasi Metode SVM

Metode Support Vector Machine merupakan metode yang berperan dalam tahap klasifikasi yang menentukan kelayakan air minum isi ulang yang diuji berdasarkan parameter nilai pH, nilai kekeruhan dan nilai TDS. Metode SVM diuji tingkat akurasi dengan membandingkan dengan hasil klasifikasi dengan kelas aktualnya. Hasil pengujian klasifikasi SVM terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Klasifikasi SVM

No	pH Turbidity(V) TDS (ppm)	Kelas Aktual	Kelas Hasil Klasifikasi SVM
1	6.91, 3.84, 157	Layak	Layak
2	6.98, 3.83, 139	Layak	Layak
3	7.47, 3.86, 159	Layak	Layak
4	7.51, 3.84, 166	Layak	Layak
5	7.10, 3.82 248	Layak	Layak
6	9.18, 3.8, 864	Tidak Layak	Tidak Layak
7	4.75, 3.8 1271	Tidak Layak	Tidak Layak
8	6.42, 1.40, 597	Tidak Layak	Tidak Layak
9	6.56, 3.49, 212	Tidak Layak	Tidak Layak
10	6.98, 3.73, 1276	Tidak Layak	Tidak Layak

Pada Tabel 6.4 data akan dikatakan baik jika ph ada pada rentang 6-8.5 dan nilai voltase turbidity ada pada rentang 3.8±0.3V dan TDS tidak lebih dari 500 ppm. Dari 10 data yang telah diuji, akurasi dari hasil pengujian tersebut dapat dihitung menggunakan rumus pada persamaan

berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{jumlah data uji} - \text{jumlah klasifikasi tidak sesuai}}{\text{jumlah data uji}} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{10}{10} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = 100\%$$

Berdasarkan hasil pengujian tingkat akurasi yang telah dilakukan, terlihat bahwa tingkat akurasi klasifikasi air menggunakan metode Support Vector Machine sebesar 100%. Angka tersebut menunjukkan bahwa metode tersebut memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dalam mengklasifikasikan kualitas air.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dengan menggunakan sensor pH-4502C yang berfungsi sebagai pendeteksi tingkat keasaman pada air. Sensor PH-4502C dapat bekerja dengan baik dapat dilihat nilai *error* yang kecil yaitu rata-rata *error* sebesar 4.64%. Dapat disimpulkan bahwa sensor pH-4502C dapat digunakan sebagai alat ukur pH karena mempunyai nilai *error* yang relatif kecil.

Sensor turbidity 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 didapatkan nilai tegangan yang besar dan nilai tegangan akan turun jika membaca air yang keruh. Nilai tegangan pada air jernih diatas 3.8 V sedangkan nilai tegangan untuk air keruh dibawah 3.8 V.

Dengan menggunakan sensor TDS SEN0244 yang berfungsi sebagai pendeteksi kadar zat padat terlarut (TDS) dalam air. *Error* rata-rata yang didapatkan sebesar 4.83%. Dapat disimpulkan bahwa sensor TDS SEN0244 dapat digunakan sebagai alat deteksi kadar zat padat terlarut dalam air dengan tingkat *error* yang relatif kecil.

Dengan menggunakan 3 parameter, metode Support Vector Machine (SVM) digunakan untuk klasifikasi kelayakan pada air minum berdasarkan tingkat keasaman (pH), kekeruhan (turbidity), dan zat padat terlarut (TDS) memiliki tingkat akurasi sebesar 100% dari total 30 data latih dan 10 data uji. Data yang digunakan pada penelitian kali ini adalah air minum isi ulang, air mineral, air susu, soda, kopi dan air kotor.

Saran yang diberikan agar membantu dalam pengembangan penelitian adalah alat dapat dikembangkan dengan menambahkan parameter atau menggunakan sensor lain, dapat dilakukan

uji coba sistem dengan menggunakan objek yang berbeda dan saran yang terakhir adalah dapat dilakukan penelitian terkait dengan penggunaan algoritma klasifikasi yang berbeda.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Altro Surabaya, 2023. Gravity Analog TDS Sensor /Meter for Arduino by DFRobot. [Online] Available at: <https://www.tokopedia.com/altrosurabaya/gravity-analog-tds-sensor-meter-for-arduino-by-dfrobot> [Accesses 02 September2023].
- Arduino, 2010. Arduino UNO & Genuino UNO. [Online] Available at: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno/> [Accessed 10 September 2023].
- Arduino, 2014. Arduino Integrated Development Environment (IDE) v1. [Online] Available at: <https://docs.arduino.cc/software/ide-v1/tutorials/Environment> [Diakses 6 September 2023].
- Arduino, 2019. "Hello World!". [Online] Available at: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/HelloWorld> [Accessed 10 September 2023]
- Badan Pusat Statistik, (2023). "Mayoritas Rumah tangga di Indonesia menggunakan air isi ulang/kemasan untuk kebutuhan sehari-hari." [Online] <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/10/27/mayoritas-rumah-tangga-indonesia-konsumsi-air-minum-kemasan> [Accesses 20 June 2024]
- Bustomi, A.Y., Sylvia, D., & Rusdiana, N., 2018. Analisis Sifat Fisika, pH dan Kesadahan Air Minum Isi Ulang Beberapa Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) di Kecamatan Sepatan Timur. *Jurnal Farmagazine*. Vol V No 3.
- Dewantoro, W. & Ulum, M. B., 2021. Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Budidaya Ikan Hias Air Tawar Berbasis Iot (Internet of Things). *Jurnal Komputasi*, pp. 67-75.
- DFRobot, 2017. Analog TDS Sensor Meter for Arduino / ESP32 / Raspberry Pi-DfRobot Wiki. [Online] Available at: [https://wiki.dfrobot.com/Gravity Analog Sensor Meter For Arduino SKU SEN0244](https://wiki.dfrobot.com/Gravity+Analog+Sensor+Meter+For+Arduino+SKU+SEN0244)[Accesses 07 September 2023]

- Gandhi, R., 2022. *Support Vector Machine — Introduction to Machine Learning Algorithms*. [Online] Available at: <<https://towardsdatascience.com/support-vector-machineintroduction-to-machine-learning-algorithms-934a444fca47>> [Diakses 1 November 2003]
- Menteri Kesehatan, 2010. Peraturan menteri kesehatan RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010, Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Octaviani, P. A., Wilandari, Y. & Ispriyanti, D., 2014. Penerapan Metode Klasifikasi Support Vector Machine (Svm) Pada Data Akreditasi Sekolah Dasar (Sd) Di Kabupaten Magelang. *Jurnal Gaussian, Volume 3, Nomor 4*, Pp. 811-820.
- Prastyo, E. A. (2000). Retrieved from <https://www.edukasielektronika.com/2020/11/turbidity-sensor-kekeruhan-air-sen0189.html>
- Radhakrishnan, N. & Pillai, A. S., 2020. Comparison of Water Quality Classification Models using Machine Learning. *Proceedings of the Fifth International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES 2020)*, pp. 1183-1188
- Ramadhan, D., & Prasetio, B. H. (2023). Sistem Klasifikasi Kualitas Air Kolam Ikan Lele dengan Metode K-Nearest Neighbor (KNN). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 7(14).
- Riyanto, Y.B., Setiawan, E., & Ichsan, M.H.H. (2023). Sistem Klasifikasi Kelayakan Air Minum pada Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) berdasarkan pH, Total Dissolved Solids dan Keekeruhan menggunakan Metode Naïve Bayes. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(14).
- Rosita, N., 2014. Analisis Kualitas Air Minum Isi Ulang Beberapa Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) di Tangerang Selatan. *Jurnal Kimia Valensi*. Vol. 4 No 2, pp. 134-141
- Saputra, G. A., 2020. Analisis Cara Kerja Sensor Ph- E4502c Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Untuk Merancang Alat Pengendalian Ph Air Pada Tambak .
- WatElectronics, 2019. *Arduino Uno Board with Real-Time Application Projects*. [Online] Available at: <<https://www.watelectronics.com/arduino-uno-board-tutorial-and-its-applications/>> [Accessed 28 August 2023].