



Sistem Monitoring Keberadaan Covid-19 pada Air Menggunakan Biosensor dan Kecerdasan Buatan Berbasis Internet of Things

The Covid-19 Presence Monitoring System in Water uses Biosensors and Artificial Intelligence based on the Internet of Things

Chintya Tribhuana Utami^{*1}, Nur Wulan Maudini¹, Riska Aprilia¹

¹Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Teknologi Informasi dan Industri, Institut Teknologi Telkom Surabaya

ARTICLE INFO

Article history:

Diterima 28-04-2021

Diperbaiki 23-08-2021

Disetujui 18-10-2021

Kata Kunci:

Sistem Monitoring Air, Biosensor, K-Nearest Neighbor, COVID-19, Internet of Things (IoT)

ABSTRAK

Air merupakan sumber kehidupan bagi masyarakat, oleh karena itu kualitasnya perlu dijaga agar terhindar dari pencemaran limbah yang terkontaminasi COVID-19. *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2)* atau COVID-19 merupakan pandemic virus yang menyerang sistem pernapasan yang menular pada manusia. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem yang dapat memonitoring dan mendeteksi keberadaan virus ini pada air. Deteksi dini terhadap air yang terkontaminasi oleh COVID-19 merupakan hal yang penting guna menyelesaikan permasalahan dalam penanganan kualitas air yang terkontaminasi virus atau tidak. Sistem monitoring yang diusulkan terdiri atas beberapa alat dan proses meliputi biosensor, mikrokontroler, klasifikasi menggunakan *K-Nearest Neighbor* (K-NN) untuk mendeteksi air terkontaminasi atau tidak, dan firebase sebagai penyimpan datanya. Hasil klasifikasi disimpan pada *firebase* dan ditampilkan pada aplikasi *frontend* sehingga dapat diakses oleh pengguna. *Frontend* juga menampilkan grafik yang mendeskripsikan kandungan air secara periodik dan ditampilkan acuan lokasi wilayah air yang tercemar oleh virus.

ABSTRACT

Water is a source of life for humans, therefore its quality needs to be maintained in order to avoid contamination of COVID-19. *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2)* or COVID-19 is a pandemic virus that attacks the respiratory system and it is contagious to humans. Therefore, we need a system that can monitor and detect this virus in surface water sources. Early detection of water contaminated by COVID-19 is important to solve problems in handling the quality of water contaminated with the virus or not. The proposed monitoring system consists of several tools and processes including biosensors, microcontrollers, classification using *K Nearest Neighbor* (K-NN) to detect contaminated water or not, and firebase as data storage. Classification results are stored in firebase and displayed on the frontend application based on the web. The frontend application can be accessed by the user. The frontend application also displays a graph that describes the water content periodically and a reference for the location of the water area contaminated by the virus is displayed.

Keywords:

Water Monitoring System, Biosensor, K Nearest Neighbor, COVID-19, Internet of Things (IoT)

1. Pendahuluan

Pandemi global saat ini sedang terjadi di seluruh dunia yaitu *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2)* atau COVID-19. Virus ini merupakan virus jenis baru yang ditemukan pada akhir Desember tahun 2019. Data dari pemerintah Tiongkok menunjukkan virus ini pertama kali ditemukan di Kota Wuhan. Keberadaannya sangat merugikan pada segala aspek kehidupan di seluruh dunia, seperti aspek ekonomi

hingga kehidupan sosial. Banyak negara sedang berjuang dalam mempertahankan diri termasuk Indonesia.

COVID-19 atau yang biasa disebut dengan virus corona disebabkan oleh SARS-CoV-2 yang termasuk dalam keluarga besar *coronavirus* yang sama yaitu penyebab SARS pada tahun 2003. Gejalanya mirip dengan SARS, namun angka kematian SARS (sekitar 9,6%) lebih tinggi dibandingkan COVID-19 (kurang dari 5%). Jumlah

kasus penularan COVID-19 jauh lebih banyak dibandingkan kasus SARS [1].

Beberapa kejadian luar biasa seperti epidemik *Severe Acute Respiratory Syndrome* (SARS) pada tahun 2003 disebabkan oleh SARS-coronavirus (SARS-CoV) dan epidemik penyakit *Middle East Respiratory Syndrome* (MERS) tahun 2012 disebabkan oleh MERS-Coronavirus (MERS-CoV) dengan total akumulatif kasus sekitar 10.000 (sekitar 1000 kasus MERS dan sekitar 8000 kasus SARS). Mortalitas akibat SARS sekitar 10% sedangkan MERS lebih tinggi yaitu sekitar 40% [2].

Penularan *coronavirus* dianggap sangat berbahaya karena menginfeksi manusia dengan cepat. Penularan *coronavirus* melalui air limbah dapat meningkatkan kekhawatiran pada kalangan komunitas sains. Studi mengenai jalur penularan virus COVID-19 pada manusia masih terus berkembang. Saat ini jalur penularan yang diketahui melalui tetesan air liur, kultur dahak (sputum), dan kontak langsung dengan penderita. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa virus COVID-19 dikeluarkan dari kotoran pasien yang terinfeksi dengan gejala parah status asimtomatik dan pasien yang dirawat tanpa gejala lebih lanjut juga melaporkan adanya COVID-19 RNA virus dalam sampel urin pasien yang terinfeksi. Tidak hanya urin tetapi tinja pasien terinfeksi COVID-19 juga bisa menularkan virus tersebut. COVID-19 RNA menjadi kasus yang dilaporkan di limbah rumah sakit dan air limbah masyarakat. Kemampuan COVID-19 bertahan di media air termasuk air limbah masih belum pasti. Hal tersebut menjadi kekhawatiran sehingga adanya potensi penyebaran COVID-19 melalui media air.

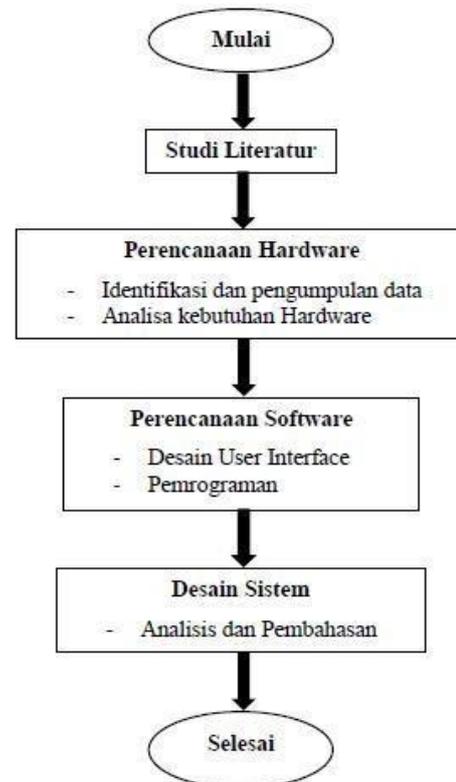
Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring limbah air dan mendeteksi keberadaan COVID-19 untuk menunjang penanganan COVID-19. Deteksi keberadaan COVID-19 menggunakan biosensor elektrokimia. Biosensor yang dipakai untuk mendeteksi COVID-19 akan terhubung dengan Arduino Uno Atmega328 dan modul ESP8266 dengan *Internet of Things* (IoT). Pemanfaatan *cloud* serta pemrosesan data menggunakan kecerdasan buatan atau yang lebih dikenal *Artificial Intelligence* (AI) juga diperlukan. Kecerdasan yang digunakan menggunakan pendekatan *K-Nearest Neighbor* (KNN). Hasil pengolahan data akan ditampilkan sekaligus dimonitoring melalui aplikasi berbasis web. Adanya proses monitoring ini, diharapkan mampu melakukan langkah pencegahan guna meminimalisir penyebaran COVID-19. Penerapan protokol kesehatan saja tidak cukup untuk mengurangi penularan COVID-19. Perlu tindakan pencegahan lainnya untuk mengurangi penyebaran COVID-19 seperti adanya sistem monitoring dan deteksi keberadaan COVID-19 pada saluran air menggunakan biosensor dan kecerdasan buatan berbasis IoT.

2. Metode Penelitian

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian berupa *flowchart* diagram sesuai pada Gambar 1. Peneliti mencari permasalahan yang ada

pada masyarakat guna memberikan usulan solusi bagi masyarakat. Referensi yang digunakan bersumber pada jurnal nasional dan jurnal internasional. Penelitian terdahulu dikaji untuk menemukan kekurangan dari penelitian sebelumnya. Perencanaan *hardware* dilakukan dengan cara pengumpulan informasi data mengenai jenis-jenis *hardware* yang akan digunakan untuk perancangan alat sistem monitoring pada penelitian ini. Alat yang dibutuhkan adalah biosensor, Arduino Uno Atmega328 dan modul ESP8266. Data yang diperoleh dari alat ini akan menjadi masukan untuk langkah klasifikasi menggunakan KNN. Hasil klasifikasi menjadi dua kelas, yaitu kelas terkontaminasi COVID-19 dan kelas tidak terkontaminasi.



Gambar 1 *Flowchart* penelitian

Perencanaan *software* untuk memberikan informasi kepada pengguna terkait dengan kualitas air dan ditampilkan melalui *web*. Pembuatan desain antarmuka juga dilakukan untuk visualisasi desain sistem yang dibuat oleh peneliti. Adapun pemrograman yang dibutuhkan adalah *Java Script*, HTML, dan CSS. Penyimpanan data secara *realtime* menggunakan *firebase*.

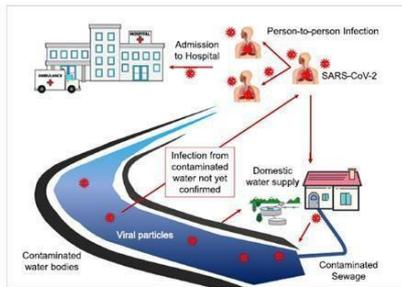
Pembahasan dan analisis menjadi langkah terakhir penelitian sehingga dapat diketahui kekurangan dan kelebihan, kecukupan efektivitas dan efisiensi sistem, keakuratan dalam mendeteksi keberadaan COVID-19 pada air.

2.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama dua bulan secara *online* (di rumah) dan *offline* (*Applied Computing Laboratory*) karena masih keadaan pandemi COVID-19 dengan merujuk pada referensi jurnal ilmiah *online*. Usulan rancangan pada penelitian ini dapat diimplementasikan oleh pihak terkait seperti PDAM, Gugus Tugas COVID-19, Pemerintah Kota, dan lainnya.

2.3 COVID-19 pada Sumber Air

COVID-19 RNA dapat memasuki sistem air melalui banyak jalur seperti pada Gambar 2. Hal ini berakibat meningkatkan risiko potensi penularan COVID-19 melalui media air. Jalur ini termasuk air limbah yang dibuang dari rumah sakit, ruang isolasi, dan pusat karantina. Kontaminasi COVID-19 pada air melalui kotoran yang masuk ke sungai. Banyak sumber air berpotensi terkontaminasi melalui berbagai jalur yang ada. Air permukaan seperti sungai dan danau sebagai tempat penampungan limbah yang dibuang langsung tanpa pengolahan yang tepat. Air permukaan juga menjadi tempat penampungan yang potensial untuk penyebaran COVID-19 melalui saluran air. Beberapa masyarakat mengandalkannya sumber air permukaan tanpa diolah terlebih dahulu untuk kebutuhan sehari-hari seperti Mandi, Cuci, dan Kakus (MCK). Limbah rumah sakit yang dibuang tanpa melalui proses pengolahan limbah rumah sakit bisa menjadi penyebab penularan penyakit. Sampel utama yang menjadi pokok penelitian ini adalah air yang berada di aliran sungai yang menjadi tempat pembuangan limbah rumah sakit dan sekitarnya [3].



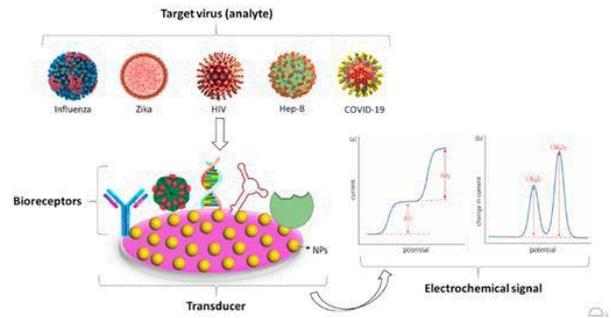
Gambar 2 Sumber dan jalur covid-19 dalam sistem air

2.4 Alat dan Bahan Biosensor

Biosensor

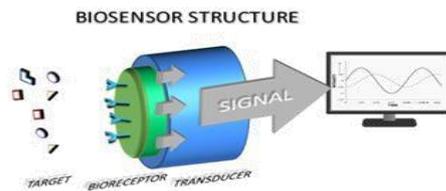
Berkembangnya teknologi berdampak pada perkembangan sensor, hal ini bertujuan untuk mempermudah mendeteksi dan menganalisisnya secara cepat. Penelitian ini menggunakan biosensor yang biasanya digunakan pada bidang kesehatan. Biosensor banyak digunakan dalam berbagai perangkat seperti memonitor segala sesuatu yang berhubungan dengan *bio-element*. Biosensor dapat didefinisikan sebagai perangkat analisis yang kompleks dimana terdapat *biological sensing element* yang terintegrasi dengan *transducer physicochemical*. Biosensor merupakan sensor kimiawi dimana terdiri dari tiga elemen dasar yaitu *receptor (biocomponent)*,

transducer (physical component) dan *separator* (membran atau beberapa jenis *coating*) seperti pada Gambar 3 [4], [5], [6], [7], [8].



Gambar 3 Platform biosensor elektrokimia potensial untuk mendeteksi berbagai virus patogen termasuk COVID-19.

Analit target pada biosensor yang diinginkan berinteraksi dengan bioreseptor yang telah dirancang sebelumnya dan menghasilkan sinyal untuk transduser fisikokimia yang sesuai. Biosensor dikembangkan dengan mengintegrasikan sinyal biologis dari berbagai molekul target. Beberapa jenis bioreseptor yang biasa digunakan termasuk enzim / ligan, bahan biomimetik, asam nukleat / DNA, antibodi / antigen, dan lain-lain. Beberapa metode biosensing telah dimanfaatkan untuk mendeteksi protein, biomarker kanker, virus, bakteri, asam nukleat, atau lainnya seperti analit khas. Biosensor ini dapat mendeteksi perubahan secara mikroskopis tingkat. Beberapa penelitian dilaporkan bahwa biosensor digunakan untuk mendeteksi patogen. Penelitian tersebut memiliki hasil yang lebih baik dalam waktu singkat dengan sensitivitas yang lebih besar dan selektivitas tinggi. Selain itu, penelitian tersebut juga memiliki biaya yang kecil dan pemrosesan mudah dibandingkan dengan metode konvensional lainnya [4], [5], [6], [7], [8]. Representasi skematik dari struktur biosensor dan mekanisme *transducing* dapat dilihat pada Gambar 4 [9].



Gambar 4 Skema kerja biosensor

Biosensor adalah perangkat analitik yang menggabungkan komponen biologis, dengan *detector* fisikokimia yang terdiri dari *bioreceptor* penginderaan, transduser, dan pemroses sinyal elektronik [6], [10]. *Bioreceptor* yang terdiri dari senyawa kimia aktif berfungsi untuk mengikat molekul target, dan dideteksi oleh *transducer* serta diubah ke sinyal agar dapat dianalisis sesuai dengan kebutuhan. Biosensor elektrokimia adalah biosensor yang menggunakan transduser elektrokimia dan menghasilkan sinyal berupa arus listrik dan ada pula yang

menghasilkan sinyal berupa potensial listrik [11], [12], [13].

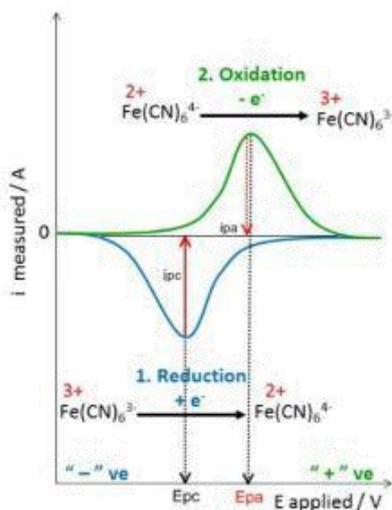
Prinsip amperometri biosensor akan lebih sensitif karena menggunakan dua hingga tiga konfigurasi elektroda yang biasanya terdiri dari elektroda kerja (*working electrode*), elektroda referensi (*reference electrode*), dan elektroda bantu (*auxiliary electrode*) [14]. *Reference electrode* adalah elektroda yang memiliki tegangan potensial yang stabil dan tetap. *Working electrode* adalah elektroda dimana reaksi kimia berlangsung. *Auxiliary electrode* atau lebih dikenal dengan *counter electrode* merupakan elektroda yang berfungsi untuk memastikan bahwa arus tidak mengalir ke *reference electrode* sehingga tidak mengganggu potensial pada *reference electrode*.

Fungsi nanopartikel dalam biosensor adalah untuk meningkatkan amobilisasi biomolekul, katalis reaksi elektrokimia, pelabelan molekul, dan meningkatkan transfer electron [15]. Penggunaan nanopartikel emas (AuNP) memiliki kelebihan yaitu lebih stabil, sifat biokompatibilitasnya yang tinggi, dan kecepatan *transfer electron* yang tinggi [16].

Biosensor ini dirancang dengan *working electrode* yang berasal dari nanopartikel emas (AuNP) dengan elektroda titanium berukuran 2 mm, platinum akan menjadi *reference electrode* dan *counter electrode* yang masing-masing berukuran 1.5 mm dan 0.7 mm [17], [18].

Sistem Potentiostat

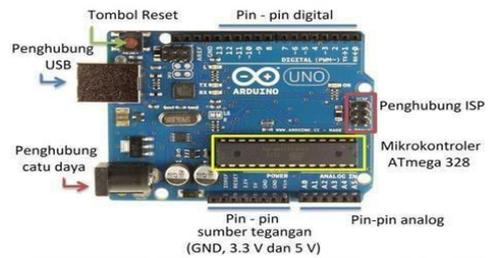
Potentiostat merupakan perangkat elektronik untuk mengontrol arus listrik dari reaksi elektrokimia yang bisa berasal dari 2 hingga 4 sistem elektroda biosensor. Alat ini sendiri terdiri dari beberapa resistor, kapasitor, dan penguat operasional atau *Op-Amp*. Potentiostat bekerja dengan cara memberikan tegangan konstan pada elektroda referensi lalu mengukur arus yang mengalir melewati elektroda kerja dan elektroda elektroda bantu. Potentiostat menjaga keseimbangan beda potensial antara elektroda kerja dan elektroda pembanding (*counter electrode*).



Gambar 5 Voltametri siklik

Cyclic Voltammetry (CV) adalah teknik yang digunakan untuk mempelajari reaksi elektrokimia. Prinsip *Cyclic Voltammetry* adalah melihat hubungan antara potensial yang diberikan dan arus yang terukur. Teknik ini memberikan informasi mengenai termodinamika proses reduksi-oksidasi dan kinetika transfer elektron yang terjadi di permukaan elektroda. Pada voltametri siklik respon arus diukur sebagai fungsi potensial, dimana pemberian potensial dilakukan secara bolak-balik, sehingga informasi reduksi dan oksidasi dapat teramati dengan baik [19]. Larutan elektrolit yang semula dioksidasi pada saupan potensial maju (*forward scan*) akan direduksi setelah saupan potensial balik (*reverse scan*). Potentiostat memberi potensial dan merekam respons arus yang berasal dari sampel uji.

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil yang memiliki sirkuit terpadu dan berisi inti prosesor, memori, dan perangkat *input/output* yang dapat diprogram [20]. Mikrokontroler adalah suatu *chip* berupa *Integrated Circuit* (IC) yang dapat menerima sinyal masukan, mengolah sinyal tersebut, dan memberikan sinyal keluaran sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya. Sinyal masukan mikrokontroler berasal dari sensor yang memberikan informasi sedangkan sinyal keluaran ditujukan kepada aktuatur yang dapat memberikan efek pada informasi [21].



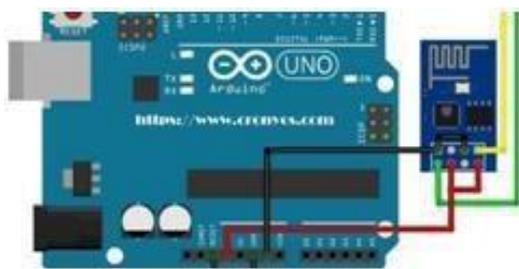
Gambar 6 Mikrokontroler

Penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno yang merupakan sebuah papan mikrokontroler berbasis ATmega328. Arduino ini memiliki 14 pin *input/output* yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, 6 analog *input*, ceramic resonator 16 MHz, jack USB, jack power, dan tombol reset sesuai pada Gambar 6. Arduino sebagai mikrokontroler dapat dihubungkan dengan komputer secara mudah melalui kabel USB dan Modul DAC MCP4725 sebagai penyedia potensial yang akan digunakan oleh rangkaian potentiostat [22].

Power supply adalah alat bantu konverter tegangan listrik sehingga semua *hardware* yang membutuhkan tegangan listrik dapat diterima secara langsung [23], [24]. Peran power supply dapat menguatkan tegangan dari data sinyal yang akan ditransfer oleh biosensor menuju mikrokontroler. Data akan sampai dua kali lebih cepat karena adanya tegangan tambahan yang diberikan oleh *power supply* tersebut.

Penelitian ini tidak memerlukan kabel USB tetapi menggunakan modul ESP8266 untuk menghubungkan melalui WiFi. Hasilnya akan diolah terlebih dahulu menggunakan konsep kecerdasan buatan pendekatan

metode KNN, kemudian hasilnya bisa ditampilkan langsung pada aplikasi *frontend* berbasis *web*. Sistem monitoring ini diperbarui secara periodik.



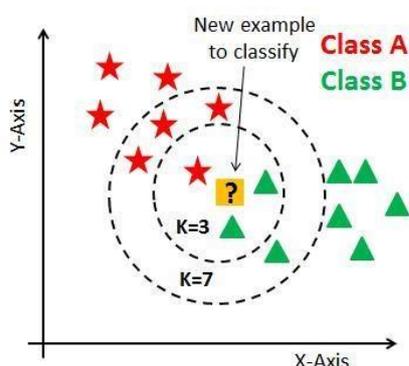
Gambar 7 Modul ESP8266;

Modul *wireless* ESP8266 seperti pada Gambar 7 merupakan modul *low-cost* Wi-Fi dengan dukungan penuh untuk penggunaan TCP/IP [25], [26]. Perangkat lunak mikrokontroler arduino uno dan modul ESP8266 sebagai pengirim data yang akan diterima oleh system kecerdasan buatan. Hasilnya akan disimpan pada *cloud* sebagai dan ditampilkan melalui aplikasi berbasis *web*.

Algoritma KNN

Algoritma *k-nearest neighbor* (KNN) adalah sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Data pembelajaran diproyeksikan ke ruang berdimensi banyak, dimana masing-masing dimensi merepresentasikan fitur dari data. Penelitian yang diusulkan menggunakan kecerdasan buatan yaitu dengan algoritma KNN.

Data masukan pada proses klasifikasi menggunakan KNN berasal dari modul ESP8266. Data tersebut diproses menggunakan KNN dengan $K = 3$, $K = 5$, $K = 7$. Data yang dipakai terdiri dari data *training* dan data *testing*. Ilustrasi algoritma KNN sesuai pada Gambar 8 [27].



Gambar 8 Ilustrasi algoritma KNN

Firestore

Firestore memiliki produk utama, yaitu menyediakan *database realtime* dan *backend* sebagai layanan (*Backend as a Service*). Layanan ini menyediakan pengembangan

website yang memungkinkan *web* akan disinkronisasi ke pengguna dan disimpan pada *Firestore*. *Firestore* menyediakan *library* untuk berbagai *client platform* yang memungkinkan integrasi dengan Android, iOS, *JavaScript*, *Java*, *Objective-C*, dan *Node* dengan konsep *realtime*. *Firestore* digunakan untuk mempermudah dalam penambahan fitur-fitur yang akan dibangun oleh *developer*. *Database Realtime* merupakan basis data dalam *firebase* yang berbasis *cloud* dan tidak memerlukan *query* berbasis *Structured Query Language* (SQL) untuk menyimpan dan mengambil data. Basis data ini terkenal sangat handal dan super cepat dalam proses *update* data dan sinkronisasi sehingga data tetap dipertahankan bahkan ketika *user* tidak terhubung dengan internet sekalipun data tetap dipertahankan [28].

Antarmuka

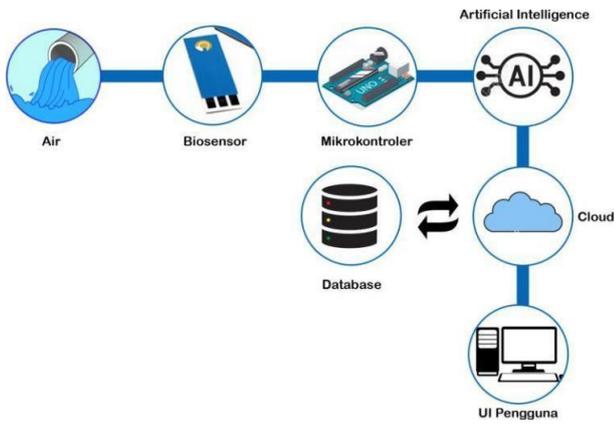
Saat ini situs yang berbasis teks sangat membosankan bagi pengunjung *web*. Adanya gambar, suara, dan animasi bisa menjadi daya tarik konsumen. Situs web yang efektif menonjolkan tujuh unsur [29]. Berikut ini ketujuh unsur tersebut :

- a. *Context*
- b. *Content*
- c. *Community*
- d. *Customization*
- e. *Communication*
- f. *Connection*
- g. *Commerce*

Usulan penelitian ini adalah segala informasi akan disajikan ke dalam bentuk *website* dan dapat diakses oleh semua pengguna. Hasil dari sistem monitoring air yang terkontaminasi dan tidak terkontaminasi dimana data sudah tersimpan di dalam *firebase* kemudian akan dikeluarkan ke dalam bentuk tampilan *website* yang dilakukan dengan membuat desain web sendiri sehingga dapat digunakan dengan mudah baik oleh pihak terkait maupun pengguna yang mengakses situs monitoringnya [30].

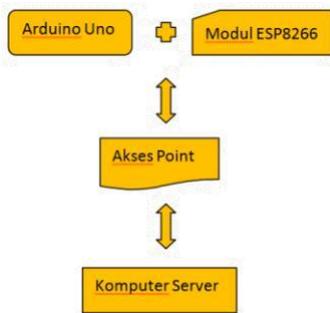
3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini memiliki desain sistem secara keseluruhan seperti pada Gambar 9. Limbah dari rumah sakit, klinik kesehatan, rumah tangga, dan industri menuju pada sumber air permukaan seperti sungai. Sampling air sungai diambil secara periodik dan dideteksi keberadaan virus COVID-19 menggunakan biosensor. Data yang berasal dari biosensor kemudian masuk ke mikrokontroler. Nilai keluaran dari mikrokontroler menjadi nilai masukan pada proses klasifikasi menggunakan KNN. Proses klasifikasi merupakan salah satu kecerdasan buatan dalam melakukan klasifikasi obyek ke dalam beberapa kelas. Hasilnya disimpan pada *database server* yang berada pada *cloud*. Tampilan yang disajikan pada web meliputi hasil kondisi kualitas air saat ini apakah terkontaminasi COVID-19 atau tidak. Tampilan lain yang disajikan berupa grafik komposisi kualitas air serta informasi-informasi lainnya yang terkait.



Gambar 9 Desain rancangan sistem mmonitoring

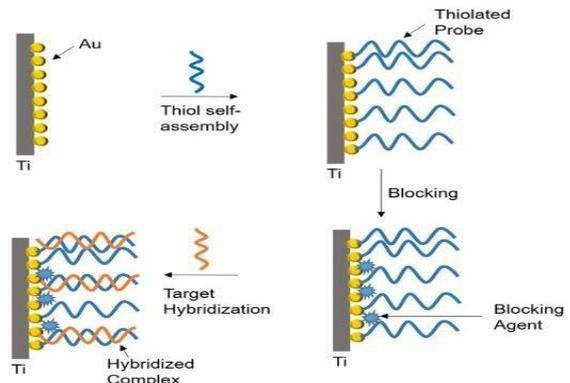
Blok diagram perancangan perangkat keras yang dibuat pada penelitian ini sesuai pada Gambar 10. Perangkat keras yang dibutuhkan adalah Arduino Uno dan modul ESP8266. Pengiriman data dari modul ESP8266 menggunakan Wifi [25], [31].



Gambar 10 Blok diagram perancangan perangkat keras

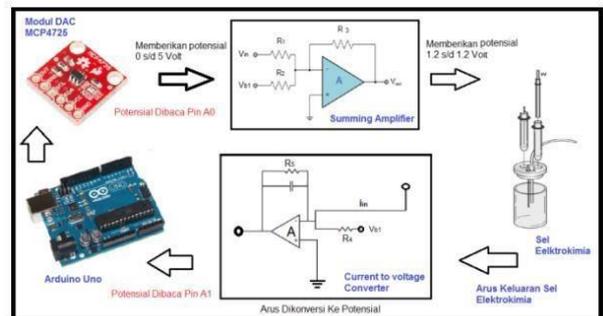
Biosensor elektrokimia yang diusulkan menggunakan nanopartikel emas sebagai elemen transduksi elektro deposit ke permukaan platinum (Ti). Biosensor bekerja dengan mengikat molekul target seperti DNA/RNA dari COVID-19. Nukleotida target adalah RNA/DNA spesifik viral COVID-19. Imobilisasi Probe untai tunggal komplementer dirancang dengan urutan target, dengan cara memodifikasi tiol di salah satu ujungnya. Probe yang telah termodifikasi dipasang ke elektroda emas melalui perakitan mandiri emas-tiol.

Pada Gambar 11, permukaan penginderaan siap untuk diagnosis dengan memblokir situs pengikatan non-spesifik menggunakan agen pemblokiran standar. Ketika nukleotida target dimasukkan ke sensor melalui ruang reaksi yang ditentukan, setelah itu berhibridisasi dengan probe komplementer dalam kondisi fisiologis yang menguntungkan [32]. Hibridisasi ini dapat direkam dengan menggunakan teknik elektrokimia yang mengubah peristiwa pengikatan biofisik ini menjadi sinyal listrik proporsional atau menggunakan teknik *Cyclic Voltammetry*.



Gambar 11 Representasi skema protokol imobilisasi DNA probe ke elektroda penginderaanemas, dan hibridisasi nukleotida target

Sinyal listrik / tegangan yang diterima dicatat, yang menggambarkan perubahan kinetika reaksi pada antar muka penginderaan, yang secara langsung berkorelasi sama dengan konsentrasi DNA/RNA target spesifik COVID-19. DNA/RNA target berikatan dengan probe penangkapan dan terjadi hibridisasi. Muatan permukaan keseluruhan pada biosensor berubah secara signifikan sebanding dengan konsentrasi target yang terikat untuk kepadatan probe tertentu. Perubahan muatan permukaan ini mengubah kinetika reaksi, yang kemudian direspons sistem. Hasil sinyal yang terekam diperkuat oleh *amplifier* dan diteruskan ke mikrokontroler.



Gambar 12 Rangkaian potentiostat.

Penggunaan pin analog A0 digunakan untuk besar potensial *output* modul DAC MCP4725. Potensial *output* Modul DAC MCP4725 selanjutnya dikonversikan menjadi nilai potensial positif dan negatif oleh rangkaian *summing amplifier* [20]. Potensial keluaran dari rangkaian *summing amplifier* didapatkan setelah proses konversi selesai dimana potensial tersebut yang nantinya dapat digunakan untuk pengujian elektrokimia sesuai pada Gambar 12.

Hasil perekaman sinyal dikirim oleh modul ESP8266 dan diterima oleh PC yang kemudian diolah oleh AI. Data sinyal menjadi nilai masukan ke dalam proses klasifikasi. Hasil klasifikasi menunjukkan terdapat COVID-19 pada air atau tidak.

AI yang bekerja menggunakan metode pendekatan *K-Nearest Neighbor*. Algoritma *Nearest Neighbor* melakukan klasifikasi berdasarkan kemiripan suatu data dengan data lain [33].

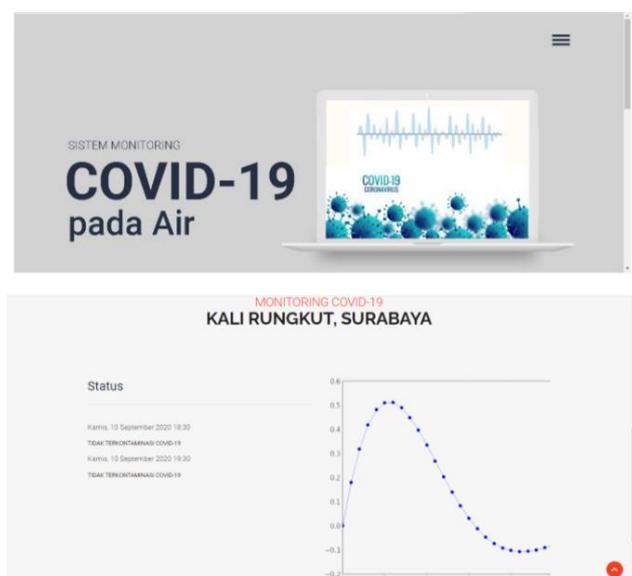
Penggunaan metode KNN dalam mengklasifikasikan data hasil deteksi COVID-19 di air terukur menjadi dua kelas yaitu terkontaminasi dan tidak terkontaminasi. Kelas tersebut diukur berdasarkan variabel tegangan. Ketika sinyal analog telah dikonversi menjadi sinyal digital oleh ADC, maka sinyal digital tersebut diterima oleh mikrokontroler. Kemudian sinyal digital akan diproses oleh AI pada PC. Apabila data yang dihasilkan menimbulkan tegangan maka dipastikan air tersebut terkontaminasi COVID-19.

Nilai K yang digunakan pada penelitian ini yaitu K=3, K=7 dan K=5. Hasilnya akan dianalisis dan dibandingkan performanya dalam proses klasifikasi apakah lebih baik dengan K=3, K=7 atau K=5.

Algoritma KNN menggunakan pendekatan perhitungan jarak. Usulan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan jarak *Euclidean Distance*. Pendekatan jarak ini biasa digunakan dalam kasus-kasus klasifikasi untuk mencari kemiripan antara satu obyek dengan obyek lainnya. Semakin kecil nilai $d(x, y)$, maka semakin mirip kedua vektor yang dicocokkan/dibandingkan. Sebaliknya semakin besar nilai $d(x, y)$ maka semakin berbeda kedua vektor yang dicocokkan.

$$d(x, y) = (\sum_i (x_i - y_i)^2)^{\frac{1}{2}}$$

Hasil klasifikasi disimpan secara periodik pada *firebase realtime database*. *Website* akan menampilkan data yang disimpan dalam database berupa tabel dan grafik. Aplikasi antarmuka juga memiliki *alert* sistem dimana terdapat sampling yang dideteksi terdapat COVID-19 maka akan menampilkan warna merah pada hasil klasifikasinya. Desain antarmuka sesuai pada Gambar 13.



Gambar 13. Antarmuka *website*

Pada antarmuka *website* terdapat status untuk menampilkan riwayat pendeteksian COVID-19 yang ditampilkan berdasarkan *database*, grafik yang berasal dari arus listrik yang diterima dari biosensor untuk mengetahui kondisi kandungan air dan lokasi wilayah air yang tercemar oleh virus.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh dapat disimpulkan beberapa hal yaitu perlu adanya pendeteksian terhadap air permukaan seperti sungai yang terduga terkontaminasi oleh COVID-19 dengan menggunakan uji biosensor yang membawa informasi menuju mikrokontroler untuk dilakukan analisa terkait sinyal yang telah diterima. Perancangan *hardware* dan perancangan *software* sebagai langkah memonitoring dan mengidentifikasi dengan *Artificial Intelligence* (AI). Hasil klasifikasi berupa informasi keadaan air seperti keberadaan COVID-19 pada air permukaan melalui *website*. Usulan penelitian yang membantu masyarakat dalam proses penanganan penyebaran COVID-19 melalui media air. Mengurangi dampak tertularnya virus yang berasal dari limbah pembuangan pasien terkontaminasi untuk peringatan sejak dini.

Referensi

- [1] Kemkes, “Tanya Jawab Corona Virus Disease” : <https://covid19.kemkes.go.id/situasi-infeksi-emerging/info-corona-virus/tanya-jawab-coronavirus-disease-covid-19-qna-update-6-maret-2020/#.X1L-NNz7TIU> , diakses 10 Agustus 2020
- [2] Perhimpunan Dokter Paru Indonesia, “Panduan Praktik Klinis: Pneumonia 2019-nCoV”, PDPI: Jakarta, 2020.
- [3] Adelodun, B, Ajibade, FO, Ibrahim, RG, Bakare, HO & Choi, KS., "Snowballing transmission of COVID-19 (SARS-CoV-2) through wastewater: Any sustainable preventive measures to curtail the scourge in low-income countries? *Science of The Total Environment*", 742,140680, 2020.
- [4] Debataraja, A & Aziz, A., “Rancang Bangun Pengkondisi Sinyal Kondisioning Instrumen Biosensor Berbasis Mikrokontroler”, Universitas Indonesia, Depok, 2013.
- [5] Habibah, N., “Pemeriksaan Klinik Berbasis Biosensor”, *Bagian 2: 4, 11, 2016.*
- [6] Khan, MZH, Hasan, MR, Hossain, SI, Ahommed, MS & Daizy, M., “Ultrasensitive detection of pathogenic viruses with electrochemical biosensor: State of the art. *Biosensors and Bioelectronics*”, 166, 112431, 2020.
- [7] Usmar, U, Arfiansyah, R & Nainu, F., “Sensor Asam Nukleat Sebagai Aktivator Imunitas Intrinsik Terhadap Patogen Intraseluler: Nucleic Acid Sensors as Activators of Intrinsic Immunity Against Intracellular Pathogens”, *JFG 3*, 174–190, 2017.

- [8] Behera, S., Rana, G., Satapathy, S., Mohanty, M., Pradhan, S., Panda, M.K., Ningthoujam, R., Hazarika, B.N., Singh, Y.D., "Biosensors in diagnosing COVID-19 and recent development". *Sensors International* 1, 100054, 2020.
- [9] Optical Biosensor, <https://www.pyroistech.com/optical-biosensors/>, diakses 8 Agustus 2020.
- [10] Taha, B., Arsad, N., Al Mashhadany, Y., "An Analysis Review of Detection Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Based on Biosensor Application", *Sensors*, 20(23), p. 6764. doi: 10.3390/s20236764, 2020.
- [11] Yakoh, A., Pimpitak, U., Rengpipat, S., Hirankarn, N., Chailapakul, O., Chaiyo, S., "Paper-based electrochemical biosensor for diagnosing COVID-19: Detection of SARS-CoV-2 antibodies and antigen". *Biosensors and Bioelectronics* 176, 112912, 2021.
- [12] Imran, S., Ahmadi, S., Kerman, K., "Electrochemical Biosensors for the Detection of SARS-CoV-2 and Other Viruses". *Micromachines* 12, 174, 2021.
- [13] Luong, A.D., Buzid, A., Vashist, S.K., Luong, J.H.T., "Perspectives on electrochemical biosensing of COVID-19". *Current Opinion in Electrochemistry* 30, 100794, 2021.
- [14] Pohanka, M, Skládal, P., "Electrochemical biosensors - principles and applications. *J Appl Biomed*", 6, 57–64, 2008.
- [15] Fazrin, El, Naviardianti, AI, Wyantuti, S, Gaffar, S & Hartati, YW, n.d., "Review : Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Emas (AuNP) serta Konjugasi AuNP dengan DNA dalam Aplikasi Biosensor Elektrokimia", 19, 2020.
- [16] Layqah, LA., "An electrochemical immunosensor for the corona virus associated with the Middle East respiratory syndrome using an array of gold nanoparticle-modified carbon electrodes". *Microchim Acta* 10, 2019.
- [17] Manurung, RV, Kurniawan, ED & Hidayat, J, n.d., "Desain dan Fabrikasi Elektroda Biosensor: Metode Teknologi Film", *Tebal* 3, 6, 2012
- [18] Song, Z., Ma, Y., Chen, M., Ambrosi, A., Ding, C., Luo, X., "Electrochemical Biosensor with Enhanced Antifouling Capability for COVID-19 Nucleic Acid Detection in Complex Biological Media. *Anal. Chem*". 93, 5963–5971, 2021.
- [19] Syafindra, D, Budi, S, & Sugihartono, I., "Rancang Bangun Sistem Potensiostat Menggunakan Arduino Uno", 1-9, 2017.
- [20] Andriani, Nila. "Apa itu Mirokontroler?", 2019. <http://himti.budiluhur.ac.id/apa-itu-microcontroller>, diakses 13 Agustus 2020.
- [21] Arduino Uno, <http://radypurbakawaca.staff.unja.ac.id/2017/08/20/lets-familiar-arduino-uno/>, diakses 5 Agustus 2020.
- [22] Ramadhan, DF, Nugraheni, SK & Abkary, NM., "Arduino Uno, LDR dan Konsep Larutan Elektrolit untuk Alat Pendeteksi Air Tidak Layak Konsumsi", 9, 2018.
- [23] Power Supply <https://www.satistronics.com/shop/product/1941926-mcu-219-ina219-i2c-bi-directional-dc-current-power-supply-sensor-module-79321>, diakses 10 Agustus 2020.
- [24] Signal Conditioner, <https://www.hbm.com/en/7339/what-is-a-signal-conditioner/>, diakses 13 Agustus 2020.
- [25] Yuliansyah, H., "Uji Kinerja Pengiriman Data Secara Wireless Menggunakan Modul ESP8266 Berbasis Rest Architecture", 10, 10, 2016.
- [26] Cara Menggunakan Modul Wifi ESP8266, <https://www.cronyos.com/cara-menggunakan-modul-wifi-esp8266-via-at-command-arduino/>, diakses 8 Agustus 2020.
- [27] Rizka, Yolanda., "Comparison of K-Nearest Neighbors and Naive Bayes Classification Method on Blood Transfusion Service with Python", 3, 2019.
- [28] Payara, GR, Tanone, R., "Penerapan Firebase Realtime Database Pada Prototype Aplikasi Pemesanan Makanan Berbasis Android", 4, 10, 2018.
- [29] Anjarkusuma, D & Soepono, B., "Penggunaan Aplikasi CMS Wordpress untuk Merancang Website sebagai Media Promosi pada Maroon Wedding Malang", BABII Tinjauan Pustaka, 2014.
- [30] Website Monitoring, <https://makeawebsitehub.com/best-website-monitoring-services/>, diakses 13 Agustus 2020.
- [31] Aminah, S, Maulana, G & Wibisono, DA., "Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Tambak Udang Berbasis Internet of Things", 5, 2019.
- [32] Tripathy, S, & Singh, SG., "Label- Free Electrochemical Detection of DNAHybridization: A Method for COVID- 19 Diagnosis", 3-5, 2020.
- [33] Tan, & Pang-Ning, & Steinbach, Michael & Adeyeye Oshin, Michael & Kumar, Vipin & Vipin., "Introduction to Data Mining", 2005.