

## Rancang Bangun SPK Kualitas Air Sungai Metode Fuzzy Tsukamoto (Studi Kasus: 4 Kecamatan Karawang)

Fery Anuar Ramadhan Putra<sup>1\*</sup>, Ade Andri Hendriadi<sup>2</sup>, Taufik Ridwan<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Singaperbangsa Karawang  
Jl. HS.Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat 41361, Indonesia

e-mail: [feryanuar24@gmail.com](mailto:feryanuar24@gmail.com), [hendriadi@cs.unsika.ac.id](mailto:hendriadi@cs.unsika.ac.id) [taufik.ridwan@staff.unsika.ac.id](mailto:taufik.ridwan@staff.unsika.ac.id)

(\* Corresponding Author

Artikel Info : Diterima : 19-04-2024 | Direvisi : 03-07-2024 | Disetujui : 04-07-2024

**Abstrak** - Penelitian mengungkapkan bahwa Sungai Citarum di Jawa Barat mengalami pencemaran serius, menyebabkan masalah bagi manusia dan lingkungan, sehingga pemantauan kualitas air sungai sangat diperlukan. Penelitian ini mengusulkan pengembangan Sistem Pendukung Keputusan berbasis web dengan model SDLC Waterfall, menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto berdasarkan tujuh parameter air (EC, TDS, Salinitas, pH, ORP, SG, Suhu) untuk menyederhanakan penetapan kualitas air. Penelitian ini menggunakan metodologi *Research and Development* dengan pendekatan pengembangan perangkat lunak model SDLC Waterfall, yang mencakup tahapan analisis kebutuhan data dan sistem logika fuzzy, desain arsitektur sistem dan fitur, implementasi teknologi dan proses hasil, pengujian manual fungsional dan akurasi model, serta pemeliharaan berupa dokumentasi dan penyimpanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa SPK yang dikembangkan dapat mengklasifikasikan kualitas air berdasarkan 7 parameter dengan skala nilai yang terbagi menjadi lima kategori yaitu Baik, Kurang Baik, Sedang, Baik, dan Sangat Baik. Pengujian dilakukan menggunakan data dari 8 titik sungai di 4 Kecamatan di Kabupaten Karawang pada 1 April 2024. Akurasi model SPK mencapai 80%. Pengembangan SPK ini diharapkan dapat memberikan gambaran awal tentang kualitas air di suatu lokasi tanpa memerlukan pemahaman teknis yang mendalam terhadap parameter-parameter air yang digunakan. Data ini juga dapat menjadi indikator awal untuk menentukan apakah diperlukan tindakan lanjutan atau investigasi lebih lanjut. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah mengintegrasikan sistem dengan IoT untuk meningkatkan kinerja dan manfaatnya.

Kata Kunci : Fuzzy, Sungai, SPK, Waterfall

**Abstracts** - Research reveals that the Citarum River in West Java is seriously polluted, causing problems for humans and the environment, so monitoring of river water quality is necessary. This research proposes the development of a web-based Decision Support System with the SDLC Waterfall model, using the Fuzzy Tsukamoto method based on seven water parameters (EC, TDS, Salinity, pH, ORP, SG, Temperature) to simplify the determination of water quality. This research uses the Research and Development methodology with the SDLC Waterfall model software development approach, which includes the stages of analyzing data requirements and fuzzy logic systems, designing system architecture and features, implementing technology and process results, functional manual testing and model accuracy, and maintenance in the form of documentation and storage. The results showed that the developed DSS can classify water quality based on 7 parameters with a value scale divided into five categories, namely Good, Poor, Medium, Good, and Very Good. Testing was conducted using data from 8 river points in 4 sub-districts in Karawang Regency on April 1, 2024. The accuracy of the DSS model reached 80%. The development of this DSS is expected to provide an initial overview of water quality in a location without requiring an in-depth technical understanding of the water parameters used. This data can also be an initial indicator to determine whether further action or further investigation is required. Suggestions for future research are to integrate the system with IoT to improve its performance and benefits.

Keywords : DSS, Fuzzy, River, Waterfall

### PENDAHULUAN

Dalam laporan terbaru dari Blacksmith Institute, dua wilayah di Indonesia tercatat sebagai daerah baru yang paling parah terkena polusi akibat limbah industri dan rumah tangga. Salah satunya adalah Sungai Citarum di Jawa Barat, yang menjadi sumber kehidupan bagi sekitar 9 juta orang dan 2000 pabrik. Penelitian tersebut menunjukkan



bahwa Sungai Citarum tercemar limbah aluminium dan mangan, dengan kadar polusi 1000 kali di atas standar bahaya Amerika Serikat. Kurangnya kesadaran masyarakat dan pembuangan limbah B3 oleh pabrik memperparah pencemaran air, mengakibatkan gangguan kesehatan seperti penyakit kulit, bau, banjir, dan masalah lingkungan lainnya. Selain itu, pembangunan rumah di bantaran sungai meningkatkan risiko tanah longsor (Lobo, 2022). Oleh karena itu, pemantauan kualitas air sungai sangat penting untuk menjamin keamanan dan keberlanjutan sumber daya air, melindungi kesehatan manusia, dan menjaga lingkungan yang sehat (Depetris, 2021).

Penetapan kualitas air sungai dipengaruhi oleh kerumitan berbagai variabel yang berhubungan dengan kondisi fisik, kimia, dan biologi air sungai, termasuk faktor-faktor seperti aktivitas manusia, tutupan lahan, dan kondisi lingkungan sekitar sungai (Ade Sami et al., 2022; Zamroni et al., 2022). Pemantauan kualitas air sungai melibatkan analisis parameter seperti *Electrical Conductivity* (EC), *Total Dissolved Solids* (TDS), Salinitas, pH, *Oxidation-Reduction Potential* (ORP), *Specific Gravity* (SG), dan Suhu (Kami et al., 2022; Pandiangan et al., 2023). Namun, proses ini sering kali rumit dan memerlukan metode pengambilan keputusan yang efektif untuk mengelola data yang kompleks dan beragam. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah ini adalah dengan mengembangkan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) berbasis web yang menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto (Mazenda et al., 2014).

Metode Fuzzy Tsukamoto memungkinkan penanganan ketidakpastian dan variabilitas data, yang sangat penting dalam menilai kualitas air yang dipengaruhi oleh banyak faktor dinamis (Mazenda et al., 2014). Selain itu, penggunaan teknologi web untuk mengembangkan SPK menawarkan keuntungan dalam hal aksesibilitas dan kemudahan penggunaan (Putra et al., 2022). Sistem berbasis web dapat diakses oleh berbagai pemangku kepentingan dari berbagai lokasi, sehingga memfasilitasi koordinasi dan kolaborasi yang lebih baik (Yusran et al., 2021).

Pengembangan SPK ini akan menggunakan metodologi *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan *System Development Life Cycle* (SDLC) Waterfall, yang menyediakan proses pengembangan sistem yang terstruktur dan terdokumentasi dengan baik. Pendekatan ini melibatkan tahapan analisis, desain, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan, yang masing-masing bertujuan untuk memastikan sistem yang dibangun memenuhi kebutuhan pengguna dan berfungsi secara optimal (Suryadi et al., 2022).

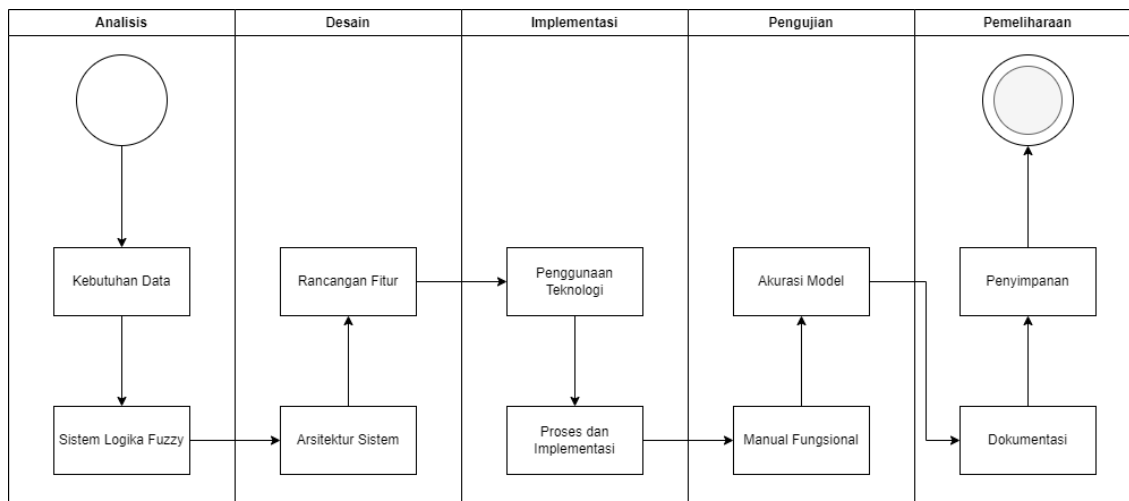
Dengan berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan SPK berbasis web dengan menerapkan metodologi penelitian R&D dan pendekatan SDLC Waterfall. Sistem ini akan digunakan untuk mengetahui nilai kualitas air sungai menggunakan data dari 8 titik pengambilan sampel di 4 Kecamatan di Kabupaten Karawang, berdasarkan 7 parameter air yang telah dijelaskan sebelumnya. Melalui penggunaan metode Fuzzy Tsukamoto dalam SPK ini, diharapkan sistem dapat memberikan nilai kualitas air yang akurat. Hal ini diharapkan dapat membantu pemerintah dan masyarakat dalam mendapatkan gambaran awal tentang kondisi kualitas air di lokasi tertentu tanpa harus memahami detail teknis dari parameter-parameter air yang digunakan. Selain itu, data kualitas air ini juga dapat digunakan sebagai indikator awal untuk menentukan apakah diperlukan tindakan lanjutan atau investigasi lebih lanjut terkait kualitas air sungai.

## METODE PENELITIAN

Objek penelitian dalam skripsi ini adalah Sistem Pendukung Keputusan (SPK) berbasis web yang dikembangkan menggunakan pendekatan *Software Development Life Cycle* (SDLC) Waterfall. Sistem ini menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto untuk menilai kualitas air sungai berdasarkan tujuh parameter: *Electrical Conductivity* (EC), *Total Dissolved Solids* (TDS), Salinitas, pH, *Oxidation-Reduction Potential* (ORP), *Specific Gravity* (SG), dan Suhu. Data untuk penelitian ini diambil dari 8 titik sungai di 4 Kecamatan di Kabupaten Karawang (Telukjambe Barat, Telukjambe Timur, Karawang Barat, dan Karawang Timur) pada siang hari tanggal 1 April 2024 sebagai studi kasus untuk menguji metode Fuzzy Tsukamoto yang diterapkan dalam sistem.

SPK ini dirancang untuk membantu pemerintah dan masyarakat mendapatkan gambaran awal tentang kondisi kualitas air di lokasi tertentu tanpa harus memahami detail teknis dari parameter-parameter air yang digunakan. Selain itu, data kualitas air ini dapat berfungsi sebagai indikator awal untuk menentukan apakah diperlukan tindakan lanjutan atau investigasi lebih lanjut terkait kualitas air sungai.

Berikut terdapat gambar dari diagram rancangan pelaksanaan penelitian yang akan dijabarkan secara detail mengenai langkah-langkah dimulai dari analisis, desain, implementasi, pengujian, hingga pemeliharaan sistem yang akan dilakukan dalam penelitian ini.



Sumber : Penelitian (2024)  
 Gambar 1. Rancangan Penelitian

1. Analisis

Pada tahap ini, dilakukan evaluasi sistem terkait dengan keperluan data yang akan dijadikan input. Data tersebut mencakup 7 parameter yang relevan dengan kondisi air sungai, seperti *Electrical Conductivity* (EC), *Total Dissolved Solids* (TDS), Salinitas, pH, *Oxidation-Reduction Potential* (ORP), *Specific Gravity* (SG), dan Suhu. Proses analisis ini melibatkan pengumpulan data untuk uji perhitungan sistem dari 8 titik sungai di 4 wilayah di Kabupaten Karawang, yaitu Karawang Barat, Karawang Timur, Telukjambe Timur, dan Telukjambe Barat, pada siang hari 1 April 2024. Selain itu, data tersebut kemudian dibandingkan dengan nilai standar normal berdasarkan literatur ilmiah untuk menarik kesimpulan dari perbandingan tersebut.

Setelah fase analisis kebutuhan data selesai, langkah selanjutnya adalah menyesuaikan sistem logika fuzzy dengan variabel fuzzy, himpunan fuzzy, dan fungsi keanggotaan fuzzy, yang didasarkan pada hasil analisis kebutuhan sebelumnya.

2. Desain

Pada tahap ini, dilakukan pendesainan arsitektur sistem yang akan dikembangkan nantinya. Proses ini mencakup perancangan *database*, model Sistem Pendukung Keputusan (SPK), antarmuka pengguna, dan integrasi antar komponen untuk memastikan kohesi dan keterhubungan yang optimal.

Selanjutnya, dilakukan perancangan fitur atau bagian-bagian yang akan dikembangkan. Fitur-fitur ini dipilih dengan teliti untuk memastikan bahwa mereka relevan dan memberikan manfaat yang nyata bagi pengguna. Proses ini mempertimbangkan kebutuhan dan preferensi pengguna serta tujuan utama sistem yang dikembangkan.

3. Implementasi

Setelah menyelesaikan fase sebelumnya, langkah berikutnya adalah tahap implementasi dari konsep desain yang telah disusun sebelumnya. Proses ini melibatkan pemilihan teknologi yang akan digunakan untuk membangun sistem, seperti bahasa pemrograman, *framework*, dan *library* pendukung.

Selanjutnya, terdapat tahap proses di mana langkah-langkah dalam membangun sistem dipaparkan secara rinci. Langkah-langkah ini mencakup penjelasan tentang bagaimana fitur-fitur yang telah direncanakan sebelumnya dapat diimplementasikan, serta evaluasi terhadap kinerja sistem untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai yang diharapkan.

4. Pengujian

Pada fase ini, dilakukan evaluasi sistem yang sebelumnya telah diimplementasikan melalui pengujian manual fungsional. Dengan melakukan pengujian ini, semua fitur yang ada dapat dipastikan beroperasi dengan baik tanpa adanya masalah atau bug yang mengganggu.

Setelah semua fungsi telah diuji coba dan berjalan dengan lancar, langkah selanjutnya adalah mengevaluasi akurasi model Fuzzy Tsukamoto menggunakan *Confusion Matrix* berdasarkan data output yang dihasilkan oleh sistem. *Confusion Matrix* yang dihasilkan dari penerapan metode Fuzzy Tsukamoto pada data parameter air sungai membantu dalam memahami sejauh mana kemampuan model untuk memprediksi kualitas air sungai berdasarkan parameter yang ada. Tujuannya adalah untuk menilai kinerja model dan mengukur seberapa baik model mampu mengklasifikasikan kualitas air sungai ke dalam kategori yang telah ditentukan.

5. Pemeliharaan

Pada fase ini, dilakukan penyusunan dokumentasi sistem yang telah dikembangkan untuk menghasilkan deskripsi sistem yang terperinci, panduan pengguna yang komprehensif, dan referensi teknis yang terdefinisi dengan jelas. Hal ini bertujuan agar dokumentasi tersebut mudah diakses dan dapat digunakan sebagai acuan yang solid untuk penelitian lebih lanjut serta pemeliharaan sistem.

Selanjutnya, dilakukan penyimpanan sumber kode (*source code*) dan basis data (*database*) untuk memastikan aksesibilitas yang mudah dan mencegah kehilangan data. Langkah ini penting untuk memastikan integritas dan keberlanjutan sistem yang telah dikembangkan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

1. Analisis

Pengukuran parameter air di 4 Kecamatan Karawang pada 1 April 2024 menghasilkan beragam nilai yang disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 1. Data Sampel

Lokasi	Tautan	EC	TDS	Salt	pH	ORP	SG	Suhu
Karawang Barat	<a href="https://maps.app.goo.gl/T2XF7rThLkyfqzLK6">https://maps.app.goo.gl/T2XF7rThLkyfqzLK6</a>	289	143	0,01	7,77	179	1000	30,9
Karawang Barat	<a href="https://maps.app.goo.gl/FbHojdiTgm3xRNof8">https://maps.app.goo.gl/FbHojdiTgm3xRNof8</a>	333	164	0,01	7,48	190	1000	30,8
Karawang Timur	<a href="https://maps.app.goo.gl/H97ow4JQniUCWBKv8">https://maps.app.goo.gl/H97ow4JQniUCWBKv8</a>	268	134	0,01	7,64	182	1000	30,9
Karawang Timur	<a href="https://maps.app.goo.gl/hj1Pqde54t5JJ8Ne6">https://maps.app.goo.gl/hj1Pqde54t5JJ8Ne6</a>	259	129	0,01	7,56	188	1000	30,9
Telukjam-be Timur	<a href="https://maps.app.goo.gl/riGMnGJbhZpwerbbA">https://maps.app.goo.gl/riGMnGJbhZpwerbbA</a>	260	128	0,01	7,56	188	1000	30,9
Telukjam-be Timur	<a href="https://maps.app.goo.gl/jPswWppHijwWiEf48">https://maps.app.goo.gl/jPswWppHijwWiEf48</a>	261	129	0,01	7,55	189	1000	31
Telukjam-be Barat	<a href="https://maps.app.goo.gl/jPswWppHijwWiEf48">https://maps.app.goo.gl/jPswWppHijwWiEf48</a>	262	129	0,01	7,54	191	1000	30,9
Telukjam-be Barat	<a href="https://maps.app.goo.gl/ks5dX3mJs45mXr9U7">https://maps.app.goo.gl/ks5dX3mJs45mXr9U7</a>	264	130	0,01	7,53	192	1000	30,9

Sumber : Penelitian (2024)

Tujuh parameter air (Suhu, SG, EC, TDS, Salinitas, pH, dan ORP) dikelompokkan menjadi aspek fisik (Suhu dan SG) dan aspek kimia (EC, TDS, Salinitas, pH, dan ORP) untuk memudahkan penentuan aturan fuzzy (Anisa et al., 2022; Aryo et al., 2022; Hadiansyah, 2019).

- a. Jika EC Baik, TDS Baik, Salinitas Baik, pH Baik, ORP Baik, SG Baik, dan Suhu Baik; Maka Kualitas Air Baik.
- b. Jika EC Sedang, TDS Sedang, Salinitas Sedang, pH Sedang, ORP Sedang, SG Baik, dan Suhu Baik; Maka Kualitas Air Sedang.
- c. Jika EC Buruk, TDS Buruk, Salinitas Buruk, pH Buruk, ORP Buruk, SG Buruk, dan Suhu Buruk; Maka Kualitas Air Buruk.
- d. Jika EC Baik, TDS Baik, Salinitas Baik, pH Baik, ORP Baik, SG Sedang, dan Suhu Sedang; Maka Kualitas Air Baik.
- e. Jika EC Sedang, TDS Sedang, Salinitas Sedang, pH Sedang, ORP Sedang, SG Sedang, dan Suhu Sedang; Maka Kualitas Air Baik.
- f. Jika EC Buruk, TDS Buruk, Salinitas Buruk, pH Buruk, ORP Buruk, SG Sedang, dan Suhu Sedang; Maka Kualitas Air Buruk.
- g. Jika EC Sedang, TDS Sedang, Salinitas Sedang, pH Sedang, ORP Sedang, SG Buruk, dan Suhu Buruk; Maka Kualitas Air Buruk.

Berdasarkan studi literatur terkait parameter air, nilai fungsi keanggotaan fuzzy untuk setiap parameter disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 2. Fungsi Keanggotaan Fuzzy

Parameter	Baik	Sedang	Buruk	Sumber
EC	0-200 $\mu\text{S/cm}$	600 $\mu\text{S/cm}$	1000-1200 $\mu\text{S/cm}$	(Khairunnas & Gusman, 2018)
TDS	0-300 ppm	750 ppm	1200-1500 ppm	WHO
Salinitas	0-0,5 ppt	0,75 ppt	1-1,5 ppt	Wikipedia
pH	7,5	6,5 & 8,5	0-6 & 9-14	(Danella, 2023)
ORP	150-275 mV	25 mV	-125-(-100) mV	(Zulfikar, 2023)
SG	1000-1005 $\text{g/cm}^3$	1010 $\text{g/cm}^3$	1015-1020 $\text{g/cm}^3$	(Parker King, 1857)
Suhu	0-30°C	32°C	34-100°C	(Naillah et al., 2021)

Sumber : Penelitian (2024)

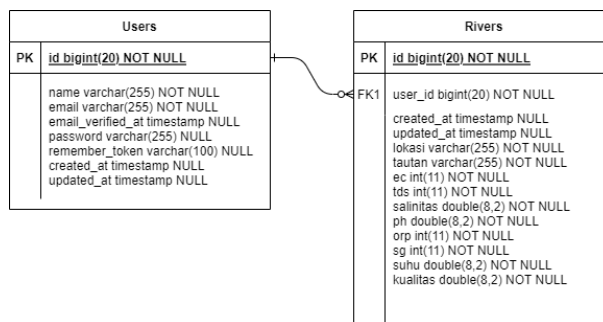
2. Desain

Sistem ini terstruktur dalam arsitektur client-server tiga tingkatan, dengan presentasi di aplikasi web untuk interaksi pengguna, aplikasi untuk logika bisnis dan pengelolaan data, dan penyimpanan dan pengelolaan data yang aman dan terintegrasi di database.

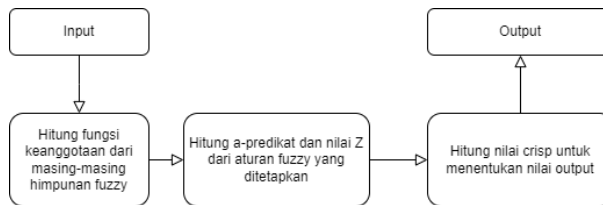


Sumber : Penelitian (2024)  
Gambar 2. Arsitektur Sistem

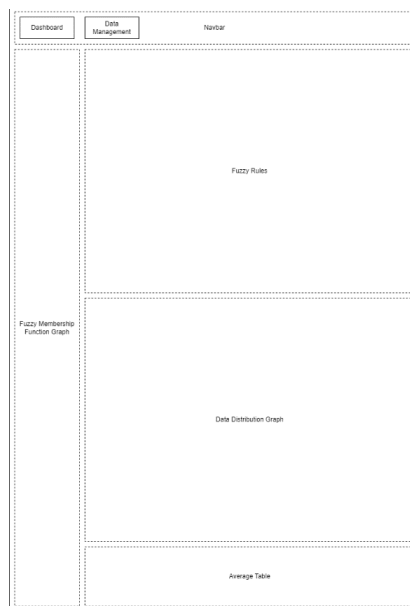
Setelah itu, arsitektur sistem tersebut diterapkan ke dalam komponen SPK, yaitu basis data, model pengambilan keputusan, dan antarmuka pengguna, dengan bantuan *Entity Relationship Diagram (ERD)*, *flowchart*, dan wideframe.



Sumber : Penelitian (2024)  
Gambar 3. ERD (Komponen Basis Data)



Sumber : Penelitian (2024)  
Gambar 4. Flowchart (Komponen Model Pengambilan Keputusan)



Sumber : Penelitian (2024)  
Gambar 5. Wideframe (Komponen Antarmuka Pengguna)

Palet warna pada antarmuka pengguna dibedakan antara halaman utama dan halaman admin. Halaman utama menggunakan kombinasi warna biru muda dan abu muda, sedangkan halaman admin menggunakan kombinasi warna abu tua dan abu muda untuk memperjelas penampilannya.

Tabel 3. Elemen Warna

Elemen	Halaman Utama	Halaman Admin
Teks Primer	#1f2937	#1f2937
Teks Sekunder	#6b7280	#6b7280
Latar Belakang Primer	#bfdbfe	#f3f4f6
Latar Belakang Sekunder	#06b6d4	#fafafa

Sumber : Penelitian (2024)

Kemudian terdapat tabel yang menunjukkan daftar fitur yang akan dikembangkan untuk Sistem Pendukung Keputusan (SPK) penentuan kualitas air sungai agar dapat membantu dalam pengambilan keputusan terkait kualitas air sungai.

Tabel 4. Rancangan Fitur

Fitur	Deskripsi	Prioritas	Perkiraan Rilis
Autentikasi Admin	Tersedia fitur registrasi dan log in untuk mengelola data berdasarkan hak akses pengguna.	Tinggi	Maret 2024
Video Tutorial	Tersedia video yang menjelaskan cara menggunakan fitur-fitur utama aplikasi.	Rendah	Maret 2024
Kotak Developer	Tersedia bagian kontak dengan tombol untuk berkomunikasi lewat WhatsApp dan informasi kontak lainnya di <i>footer section</i> .	Sedang	Maret 2024
Informasi Sistem Logika Fuzzy	Tersedia informasi mengenai variabel fuzzy, fungsi keanggotaan fuzzy, serta aturan fuzzy dalam sistem.	Tinggi	Maret 2024
Representasi Data	Tersedia grafik plot dan tabel nilai rata-rata dari setiap variabel untuk menampilkan hubungan antara data input dan output.	Tinggi	Maret 2024
Manajemen Data	Tersedia halaman terpisah untuk melakukan pengelolaan data variabel dengan prinsip CRUD.	Tinggi	Maret 2024
Pemberian Keputusan	Tersedia perhitungan nilai parameter air atau variabel input dan penentuan kualitas air menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto.	Tinggi	Maret 2024

Sumber : Penelitian (2024)

### 3. Implementasi

Sistem SPK ini menggunakan teknologi web JavaScript (React JS + Inertia), PHP (Laravel), dan RDBMS (MySQL) dengan XAMPP untuk pengembangan lokal, demi UI yang responsif, logika bisnis terstruktur, pengelolaan data terintegrasi, dan kemudahan pengembangan.

Pembangunan sistem SPK dimulai dengan menyiapkan alat (VSCode, Node.js, NPM, Composer, XAMPP) dan menginstal proyek Laravel, Laravel Breeze, serta menjalankan aplikasi secara lokal. Tahap selanjutnya adalah membuat *Model, Migration, dan Controller* untuk pengembangan fitur pengelolaan data (CRUD) dengan *Migration* untuk menginisiasi basis data tanpa akses manual ke MySQL.

```
public function up(): void
{
    Schema::table('rivers', function (Blueprint $table) {
        $table->dropColumn('message');
        $table->string('lokasi');
        $table->string('tautan');
        $table->integer('ec');
        $table->integer('tds');
        $table->float('salinitas');
        $table->float('ph');
        $table->integer('orp');
        $table->integer('sg');
        $table->float('suhu');
        $table->string('kualitas');
    });
}
```

Sumber : Penelitian (2024)

Gambar 6. File Migration

Berikut adalah daftar rute yang diaktifkan setelah pembuatan URL untuk Controller.



Tabel 5. Daftar Rute

Verb	URL	Aksi	Nama Rute
GET	/rivers	index	rivers.index
GET	/rivers/create	create	rivers.create
POST	/rivers	store	rivers.store
GET	/rivers/edit/{id}	edit	rivers.edit
PUT/PATCH	/rivers/{river}	update	rivers.update
DELETE	/rivers/{river}	destroy	rivers.destroy

Sumber : Penelitian (2024)

Setelah *Model, Migration, dan Route* selesai, dibuat *Controller* untuk menghubungkan *Model* dan *View* (SPA React JS + Tailwind CSS). *View* menerapkan logika Fuzzy Tsukamoto dengan React Hook untuk menentukan tindakan berdasarkan input pengguna dan data dependensi.

```

if (data.ec <= 200) {
  setDerajatKeanggotaanECBaik(1);
  setDerajatKeanggotaanECSedang(0);
  setDerajatKeanggotaanECBuruk(0);
} else if (data.ec > 200 && data.ec < 600) {
  setDerajatKeanggotaanECBaik((600 - data.ec) / (600 - 200));
  setDerajatKeanggotaanECSedang((data.ec - 200) / (600 - 200));
  setDerajatKeanggotaanECBuruk(0);
} else if (data.ec == 600) {
  setDerajatKeanggotaanECBaik(0);
  setDerajatKeanggotaanECSedang(1);
  setDerajatKeanggotaanECBuruk(0);
} else if (data.ec > 600 && data.ec < 1000) {
  setDerajatKeanggotaanECBaik(0);
  setDerajatKeanggotaanECSedang((1000 - data.ec) / (1000 - 600));
  setDerajatKeanggotaanECBuruk((data.ec - 600) / (1000 - 600));
} else if (data.ec >= 1000) {
  setDerajatKeanggotaanECBaik(0);
  setDerajatKeanggotaanECSedang(0);
  setDerajatKeanggotaanECBuruk(1);
}

```

Sumber : Penelitian (2024)

Gambar 7. Algoritma Fuzzifikasi

Selanjutnya mencari a-predikat yakni nilai terendah dari himpunan fuzzy parameter 'Baik' (menggunakan `math.min` JavaScript). Dan mencari nilai Z yakni Rumus perhitungan fuzzy berdasarkan grafik fungsi keanggotaan fuzzy.

```

setAPredikat1(
  Math.min(
    derajatKeanggotaanECBaik,
    derajatKeanggotaanTDSBaik,
    derajatKeanggotaanSalinitasBaik,
    derajatKeanggotaanPHBaik,
    derajatKeanggotaanORPBaik,
    derajatKeanggotaanSGBaik,
    derajatKeanggotaanSuhuBaik
  )
);
if (aPredikat1 == 0) {
  setZ1(55);
} else {
  setZ1(aPredikat1 * (80 - 55) + 55);
}

```

Sumber : Penelitian (2024)

Gambar 8. Algoritma Inferensi Fuzzy

Selanjutnya melakukan defuzzifikasi yakni mengubah nilai fuzzy menjadi nilai tunggal (rata-rata a-predikat & nilai Z). Contoh: Kualitas air (buruk, kurang baik, sedang, baik, sangat baik).

```

setZakhir(
    (aPredikat1 * z1 +
     aPredikat2 * z2A +
     aPredikat2 * z2B +
     aPredikat3 * z3 +
     aPredikat4 * z4 +
     aPredikat5 * z5 +
     aPredikat6 * z6 +
     aPredikat7 * z7) /
    (aPredikat1 +
     aPredikat2 +
     aPredikat2 +
     aPredikat3 +
     aPredikat4 +
     aPredikat5 +
     aPredikat6 +
     aPredikat7)
);
    
```

Sumber : Penelitian (2024)

Gambar 9. Algoritma Defuzzifikasi

Berikut adalah salah satu tampilan hasil pengembangan sistem, yaitu halaman manajemen data.

Manajemen Data Sungai (Parameter dan Kualitas Air)										
Lokasi	Tautan	EC	TDS	Salinitas	pH	ORP	SG	Suhu	Kualitas	Aksi
Jl. Citarum No.39a...	<a href="https://maos.ap01.goo.gl/BjeYD4utsGn9RTF56">https://maos.ap01.goo.gl/BjeYD4utsGn9RTF56</a>	333	164	0.01	7.48	190	1000	30.8	70	
Mulyajaya, Kec...	<a href="https://maos.ap01.goo.gl/HUJZTUs5Ako9g6u5">https://maos.ap01.goo.gl/HUJZTUs5Ako9g6u5</a>	264	130	0.01	7.53	192	1000	30.9	68.75	
Jl. Raya Badami 86-...	<a href="https://maos.ap01.goo.gl/U34rW04XBkPUJPa8">https://maos.ap01.goo.gl/U34rW04XBkPUJPa8</a>	262	129	0.01	7.54	191	1000	30.9	68.75	
Kondangjaya, Kec...	<a href="https://maos.ap01.goo.gl/NOZywHC8cca8GuM7">https://maos.ap01.goo.gl/NOZywHC8cca8GuM7</a>	259	129	0.01	7.56	188	1000	30.9	68.75	
Irigasi Cemara...	<a href="https://maos.ap01.goo.gl/88FxsMfvwfyPjFGA">https://maos.ap01.goo.gl/88FxsMfvwfyPjFGA</a>	268	134	0.01	7.64	182	1000	30.9	68.75	
Tunggakjati, Kec...	<a href="https://maos.ap01.goo.gl/kZUCLUDtgUZIWBk8">https://maos.ap01.goo.gl/kZUCLUDtgUZIWBk8</a>	289	143	0.01	7.77	179	1000	30.9	68.75	
Jl. Raya Badami...	<a href="https://maos.ap01.goo.gl/9ZyZk14AGUYPawTW6">https://maos.ap01.goo.gl/9ZyZk14AGUYPawTW6</a>	261	129	0.01	7.55	189	1000	31	67.5	
Jl. Raya Peruri...	<a href="https://maos.ap01.goo.gl/oPrRWZYFuw6X1RyJ6">https://maos.ap01.goo.gl/oPrRWZYFuw6X1RyJ6</a>	260	128	0.01	7.59	188	1000	31	67.5	

Sumber : Penelitian (2024)

Gambar 10. Halaman Manajemen Data

#### 4. Pengujian

Pengujian manual dilakukan seperti memeriksa fitur secara manual untuk memastikan fungsionalitas dan bebas bug. Dilakukan di Windows 11 Home, browser Edge, dan Asus X441MA (1318px). Berikut tabel hasil uji.

Tabel 6. Daftar Pengujian

Kasus Uji	Hasil Pengujian
Dapat berpindah bagian pada halaman utama ketika menggunakan <i>navbar</i>	Perpindahan berjalan baik
Tombol <i>login/register</i> pada halaman utama berubah menjadi tombol Dashboard ketika admin sudah log in	Tombol berubah sesuai kondisi
Video tutorial penggunaan fitur utama sistem telah disematkan dari YouTube	Video dapat diputar
Tombol hubungi saya dapat membuka tab baru dan berpindah ke obrolan WhatsApp dengan developer	Tombol hubungi kami berjalan baik
Dapat mengelola data berdasarkan akun yang digunakan	Fitur relasi basis data dan autentikasi berjalan baik
Menampilkan informasi sistem logika fuzzy yang diterapkan ke dalam sistem dengan baik	Grafik maupun teks tampil jelas
Menampilkan grafik maupun nilai rata-rata untuk analisis data	Grafik dan tabel tampil jelas
Dapat mengelola data dengan prinsip CRUD	Manajemen data berjalan baik
Dapat melakukan perhitungan menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto dengan benar	Metode berjalan baik

Sumber : Penelitian (2024)



Selain itu, akurasi model pengambilan keputusan diuji menggunakan *Confusion Matrix*.

```
# Hitung Confusion Matrix
conf_matrix = confusion_matrix(y_test, y_pred)
print("Confusion Matrix:")
print(conf_matrix)

Confusion Matrix:
[[1 0 0 1 0]
 [0 2 0 0 0]
 [0 0 1 0 1]
 [0 0 2 0 0]
 [0 0 0 2]]

# Menghitung jumlah prediksi yang benar
true_predictions = np.trace(conf_matrix)

# Menghitung jumlah total prediksi
total_predictions = np.sum(conf_matrix)

# Menghitung akurasi
accuracy = true_predictions / total_predictions

print("Akurasi:", accuracy)

Akurasi: 0.8
```

Sumber : Penelitian (2024)  
Gambar 11. Akurasi Model

Pengujian perhitungan metode Fuzzy Tsukamoto untuk penentuan kualitas air di 4 kecamatan di Karawang (Telukjambe Barat, Telukjambe Timur, Karawang Barat, dan Karawang Timur) pada 1 April 2024 berhasil diterapkan dan hasilnya disajikan dalam tabel.

Tabel 7. Kualitas Air Sungai

Lokasi	EC	TDS	Salinitas	pH	ORP	SG	Suhu	Kualitas Air
Karawang Barat	289	143	0,01	7,77	179	1000	30,9	68,75 (Baik)
Karawang Barat	333	164	0,01	7,48	190	1000	30,8	70 (Baik)
Karawang Timur	268	134	0,01	7,64	182	1000	30,9	68,75 (Baik)
Karawang Timur	259	129	0,01	7,56	188	1000	30,9	68,75 (Baik)
Telukjambe Timur	260	128	0,01	7,56	188	1000	30,9	67,5 (Baik)
Telukjambe Timur	261	129	0,01	7,55	189	1000	31	67,5 (Baik)
Telukjambe Barat	262	129	0,01	7,54	191	1000	30,9	68,75 (Baik)
Telukjambe Barat	264	130	0,01	7,53	192	1000	30,9	68,75 (Baik)

Sumber : Penelitian (2024)

### 5. Pemeliharaan

Pemeliharaan sistem dilakukan dengan cara mendokumentasikan langkah-langkah instalasi, menyimpan *source code* di repositori GitHub, dan menyimpan *database* di Google Drive. Dokumentasi ini membantu pengguna untuk menginstal dan menjalankan sistem dengan mudah. Penyimpanan *source code* dan *database* di *cloud* memungkinkan akses yang mudah dan aman bagi tim pengembang. Berikut tautan sumber code di GitHub (<https://github.com/feryanuar24/dss-water-quality>), *database* di Google Drive ([https://drive.google.com/drive/folders/1ciy61dh9FRMuSLwpRYq6uXxmKPe8qWWf?usp=drive link](https://drive.google.com/drive/folders/1ciy61dh9FRMuSLwpRYq6uXxmKPe8qWWf?usp=drive_link)).

### KESIMPULAN

SPK berbasis SDLC Waterfall dibangun untuk menilai kualitas air sungai (7 parameter) menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto. Pengujian pada 8 titik air sungai di 4 Kecamatan Karawang menghasilkan rata-rata nilai 68,59 ("Baik"). Sistem membantu menjaga kualitas air dan meningkatkan kesadaran lingkungan.

Akurasi model Fuzzy Tsukamoto 80% dalam mengklasifikasi kualitas air sungai (7 parameter). Pengujian menggunakan *Confusion Matrix* dengan Python Jupyter Notebook.

Penelitian SPK ini dapat diperluas dengan fitur IoT untuk pengukuran parameter air langsung dan investigasi lebih lanjut terkait nilai dan kualitas air sungai untuk membantu kelestarian lingkungan dan ekosistem.

**REFERENSI**

- Ade Sami, R. P., Qomar, N., & Darmadi, D. (2022). Kaitan Perubahan Tutupan Lahan Dan Aktivitas Masyarakat Dengan Kualitas Air Sungai Subayang, Kabupaten Kampar, Tahun 2017- 2020. *Biogenesis*, 18(1), 1. <https://doi.org/10.31258/biogenesis.18.1.1-20>
- Anisa, A., Nurhakim, N., & Novianti, Y. S. (2022). Hidrologi dan limnologi danau bekas tambang aluvial Kota Banjarbaru Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Himasapta*, 7(3), 143. <https://doi.org/10.20527/jhs.v7i3.7501>
- Aryo, A. D., Haluti, S., & Staddal, I. (2022). Analisis Kualitas Air Sawah di Kota Gorontalo Secara Spasial Menggunakan ArcGIS. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, 7(1), 1–6. <https://doi.org/10.30869/jtpg.v7i1.873>
- Danella. (2023). *Tabel pH Air: Pengenalan Singkat Mengenai Tingkat Keasaman dan Kekasaman dalam Keberagaman Air yang Ada*. Perpustakaan Teknik. <https://perpustakaan.com/tabel-ph-air/>
- Depetris, P. J. (2021). The Importance of Monitoring River Water Discharge. *Frontiers in Water*, 3. <https://doi.org/10.3389/frwa.2021.745912>
- Hadiansyah, M. F. (2019). *Respon Tanaman Sawi Pakcoy (Brassica Rapa L.) Dengan Media Air Laut Pada Sistem Hidroponik Rakit Apung*.
- Kami, T. W., Liufeto, F. C., & Lukas, A. Y. H. (2022). Studi Parameter Kualitas Air Sungai Oehala Kabupaten Timor Tengah Selatan Pada Musim Kemarau. *Jurnal Aquatik*, 5(2), 174–181. <https://doi.org/10.35508/aquatik.v5i2.8472>
- Khairunnas, & Gusman, M. (2018). Analisis Pengaruh Parameter Konduktivitas, Resistivitas dan TDS Terhadap Salinitas Air Tanah Dangkal pada Kondisi Air. *Jurnal Bina Tambang*, 3(4).
- Lobo, A. C. (2022). Tinjauan Yuridis Terhadap Dampak Pencemaran Air Terhadap Kesehatan Masyarakat di Desa Poponcol Kabupaten Karawang. *JUSTITIA: Jurnal Ilmu Hukum Dan Humaniora*, 9(3). <https://doi.org/10.31604/justitia.v9i3>
- Mazenda, G., Andy Soebroto, A., & Dewi, C. (2014). Implementasi Fuzzy Inference System (FIS) Metode Tsukamoto Pada Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai. *Journal of Enviromental Engineering and Sustainable Technology*, 1(2), 92–103. <https://doi.org/10.21776/ub.jeest.2014.001.02.4>
- Naillah, A., Yulia Budiarti, L., & Heriyani, F. (2021). Literature Review: Analisis Kualitas Air Sungai Dengan Tinjauan Parameter pH, Suhu, BOD, COD, DO Terhadap Coliform. *Homeostasis*, 4(2).
- Pandiangan, Y. S., Zulaikha, S., Wanto, W., & Yudo, S. (2023). Status Kualitas Air Sungai Ciliwung Berbasis Pemantauan Online di Wilayah DKI Jakarta Ditinjau dari Parameter Suhu, pH, TDS, DO, DHL, dan Kekeruhan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 24(2), 176–182. <https://doi.org/10.55981/jtl.2023.1003>
- Parker King, P. (1857). Observations made to ascertain the Specific Gravity of Sea-water in the Northern and Southern Hemispheres. *Proceedings of the Royal Society of London*, 8, 291–292. <https://doi.org/10.1098/rspl.1856.0070>
- Putra, A., Achmadi, S., & Mahmudi, A. (2022). Sistem Pendukung Keputusan Dengan Metode Simple Additive Weighting (SAW) Dalam Memilih Saham Badan Usaha Milik Negara (BUMN) Berbasis Web. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(1), 301–308. <https://doi.org/10.36040/jati.v6i1.4609>
- Suryadi, A., Darmawan, D., Rahadian, D., Wahyudin, D., & Riyana, C. (2022). Pengembangan Aplikasi Sistem Database Virtual Community Digital Learning Nusantara (VCDLN) Menggunakan Model Waterfall Dan Pemrograman Terstruktur. *JURNAL PETIK*, 8(1), 48–56. <https://doi.org/10.31980/jpetik.v8i1.1424>
- Yusran, Y., Lesmana, L. S., Putra, F., & Yandani, E. (2021). Rancang Bangun Sistem Informasi Lowongan Kerja Berbasis WEB. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, 14(2), 119. <https://doi.org/10.32815/jitika.v14i2.454>
- Zamroni, A. P., Wulandari, K. C., Melati, W. S., & Salsabiila, S. S. (2022). Kajian Partisipasi Masyarakat Terhadap Peningkatan Kualitas Air Sungai Desa Gumpang Kecamatan Kartasura. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*, 2(2), 601–608. <https://doi.org/10.54082/jamsi.288>
- Zulfikar, W. G. (2023, October 26). *ORP: Satu Parameter Menjelaskan Berbagai Kondisi*. JALA.