

Sistem Pendukung Keputusan Berbasis Analisis Spasial untuk Penentuan Metode Pembobotan di Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air Provinsi Sumatera Selatan

Isnaini Pa'iza Fitri ^{1*}, Alek Wijaya ², Widyanto ³, R.M. Nasrul Halim ⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Bina Darma, Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan, Indonesia.

ABSTRACT

The Water Resources Management Agency (DPSDA) of South Sumatra Province currently determines water use permit suspension categories manually, leading to subjective and inconsistent decisions. This study aims to build a spatial analysis-based decision support system using overlay, buffer, and scoring techniques to classify suspension priority zones (high, medium, and low) and automatically generate suspension recommendations (total suspension, partial suspension, or written warning) via a web-based geographic information system. Adopting a Research and Development approach, the research utilizes water use permit data from 2020–2026 [cek data: pastikan rentang tahun izin, bandingkan dengan rujukan 2020–2023], irrigation network maps, river maps, and environmental sensitivity data. The system was developed using Laravel, PostgreSQL/PostGIS, and Leaflet.js, and was validated against 24 permit points with a minimum accuracy target of 90%. The results show that the system successfully classified suspension priority zones with an accuracy of 92%, exceeding the predetermined target. Furthermore, it generated an interactive color-classified map, automatic suspension recommendations, and downloadable reports, thereby assisting DPSDA of South Sumatra in making more objective and transparent administrative decisions.

ABSTRAK

Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air (DPSDA) Provinsi Sumatera Selatan saat ini menentukan sanksi skorsing izin pemanfaatan air secara manual sehingga keputusan yang dihasilkan cenderung subjektif dan tidak konsisten. Penelitian ini bertujuan membangun sistem pendukung keputusan berbasis analisis spasial dengan teknik overlay, buffer, dan scoring untuk mengklasifikasikan zona prioritas skorsing (tinggi, sedang, dan rendah) serta menghasilkan rekomendasi tindakan skorsing (skorsing total, skorsing parsial, atau teguran tertulis) secara otomatis melalui sistem informasi geografis berbasis web. Penelitian menggunakan pendekatan Research and Development dengan memanfaatkan data izin pemanfaatan air periode 2020–2026 [cek data: pastikan rentang tahun izin, bandingkan dengan rujukan 2020–2023], peta irigasi, peta jaringan sungai, dan data sensitivitas lingkungan. Sistem dikembangkan menggunakan Laravel, PostgreSQL/PostGIS, dan Leaflet.js, serta divalidasi terhadap 24 titik izin dengan target akurasi minimal 90%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil mengklasifikasikan zona prioritas skorsing dengan akurasi 92%, melampaui target yang ditetapkan. Sistem ini juga menyajikan peta interaktif berklasifikasi warna, rekomendasi skorsing otomatis, dan laporan yang dapat diunduh, sehingga membantu DPSDA Provinsi Sumatera Selatan dalam mengambil keputusan secara lebih objektif dan transparan.

ARTICLE HISTORY

Received: 11 September 2026.
Revised: 12 September 2026.
Accepted: 10 October 2026.
Available Online: 20 October 2026.
Published: 1 December 2026.

KEYWORDS

Decision Support System; Spatial Analysis; Overlay-Buffer-Scoring; Geographic Information System; Water Permit Suspension.

KATA KUNCI

Sistem Pendukung Keputusan; Analisis Spasial; Overlay-Buffer-Scoring; Sistem Informasi Geografis; Skorsing Izin Air.

1. Pendahuluan

Pendahuluan Pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya air memerlukan pengendalian yang terencana dan terukur agar ketersediaan air tetap lestari serta terhindar dari eksploitasi berlebihan. Seluruh pemanfaatan air diatur melalui mekanisme perizinan yang ketat guna memastikan aktivitas pengguna beroperasi dalam koridor kepatuhan hukum dan kelestarian daya dukung lingkungan. Dalam konteks ini, Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air (DPSDA) Provinsi Sumatera Selatan, sebagai instansi teknis yang berwenang mengelola perizinan pemanfaatan air di tingkat daerah, mengemban tugas pokok untuk melakukan pengawasan berkala dan menindak para pemegang izin yang melanggar ketentuan perizinan. Penegakan aturan tersebut diwujudkan melalui penjatuhan sanksi administratif berupa skorsing izin, yang diklasifikasikan ke dalam bentuk skorsing total, skorsing parsial, maupun teguran tertulis, disesuaikan dengan tingkat keseriusan dan dampak pelanggaran yang dilakukan (Republik Indonesia, 2019).

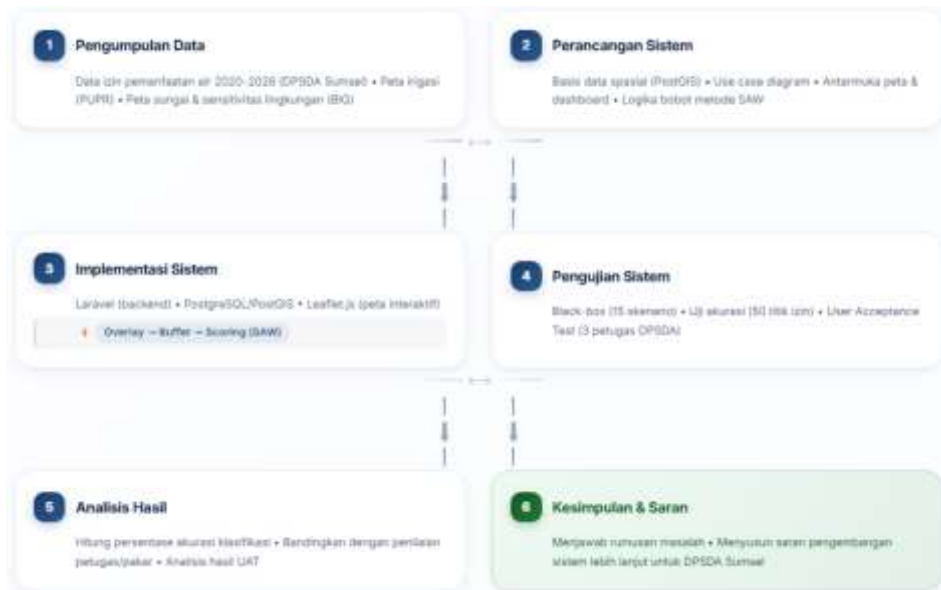
Kendati regulasi sanksi telah ditetapkan secara formal, penentuan rekomendasi skorsing di lingkungan dinas saat ini masih bertumpu pada mekanisme manual yang mengandalkan catatan berbasis kertas tanpa integrasi data terstruktur. Pemeriksaan berkas yang terpisah dari konteks geografis menyebabkan petugas belum dapat mempertimbangkan faktor lingkungan secara komprehensif, seperti jarak riil lokasi kegiatan usaha dari badan air, sebaran titik pemanfaatan izin pada peta daerah aliran sungai, maupun tingkat sensitivitas kawasan resapan di sekitarnya. Ketiadaan standarisasi berbasis data objektif ini menimbulkan kesenjangan penilaian, sehingga keputusan penetapan sanksi kerap bervariasi dan memunculkan inkonsistensi penilaian antartugas, yang pada akhirnya menyulitkan proses verifikasi serta pertanggungjawaban administratif (Maulana dkk., 2023). Kondisi pengawasan tersebut menjadi kian menantang mengingat wilayah administratif Provinsi Sumatera Selatan sangat luas dengan cakupan ratusan titik izin yang tersebar secara geografis di berbagai kabupaten dan kota.

Guna mengatasi persoalan tersebut, dibutuhkan intervensi teknologi berupa sistem pendukung keputusan (Decision Support System/DSS) yang sanggup memproses data atribut perizinan berdampingan dengan data spasial secara akurat, terstruktur, dan otomatis. Pemanfaatan teknologi analisis spasial berbasis sistem informasi geografis yang memadukan metode overlay, pembentukan zona penyangga (buffer), dan teknik scoring memungkinkan penilaian multi-kriteria dilakukan secara sistematis. Pendekatan komputasi ini mampu memetakan tingkat keparahan pelanggaran ke dalam zonasi prioritas sekaligus memberikan rekomendasi bentuk sanksi skorsing yang terukur melalui platform web interaktif yang transparan (Pratama & Dewi, 2023; Ningsih & Prasetyo, 2024). Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem pendukung keputusan berbasis analisis spasial yang mengintegrasikan parameter jarak dari badan air, akumulasi pelanggaran izin, dan sensitivitas lingkungan guna menentukan tindakan skorsing izin pemanfaatan air di DPSDA Provinsi Sumatera Selatan, serta mengevaluasi tingkat akurasi sistem dalam menetapkan zonasi prioritas skorsing yang valid dan reliabel.

2. Metodologi

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian terapan (applied research) dengan metode Research and Development (R&D) yang berfokus pada pengembangan sistem informasi geografis (SIG) berbasis web dengan analisis spasial sebagai metode inti pengambilan keputusan. Karakteristik penelitian ini bersifat deskriptif kuantitatif karena hasil klasifikasi zona prioritas skorsing diukur tingkat akurasinya secara numerik melalui perbandingan langsung terhadap penetapan manual oleh petugas atau pakar di instansi terkait (Sugiyono, 2022). Lokasi pelaksanaan studi bertempat di DPSDA Provinsi Sumatera Selatan, Jalan Demang Lebar Daun No. 15, Palembang, sebagai penyedia data primer izin pemanfaatan air, sedangkan tahap rekayasa perangkat lunak dan implementasi komputasi dilakukan di lingkungan Universitas Bina Darma. Seluruh rangkaian riset dilaksanakan selama enam bulan, yakni sejak Maret hingga

Agustus 2026 yang mencakup observasi pendahuluan, studi literatur, perancangan arsitektur sistem, penulisan kode sumber, pengujian akurasi, hingga penyusunan laporan akhir. Alur pelaksanaan riset R&D ini disusun secara berurutan ke dalam enam tahapan kerja utama, sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 1. Tahapan tersebut meliputi: 1) Pengumpulan Data izin pemanfaatan air dari DPSDA Sumsel, peta irigasi dari Dinas PUPR, serta peta jaringan sungai dan sensitivitas lingkungan dari Badan Informasi Geospasial (BIG); 2) Perancangan Sistem yang melibatkan perancangan basis data spasial PostGIS, permodelan use case, desain antarmuka dashboard peta interaktif, dan formulasi bobot algoritma SAW; 3) Implementasi Sistem menggunakan kerangka kerja Laravel, PostgreSQL/PostGIS, dan Leaflet.js dengan menerapkan operasi buffer, overlay, dan scoring; 4) Pengujian Sistem yang mencakup black-box testing sebanyak 15 skenario, validasi akurasi klasifikasi pada 24 titik izin, dan User Acceptance Test (UAT) kepada 3 petugas dinas; 5) Analisis Hasil evaluasi akurasi sistem terhadap penetapan manual petugas; serta 6) Penyusunan Kesimpulan dan Rekomendasi.



Gambar 1. Alur Metodologi Penelitian R&D

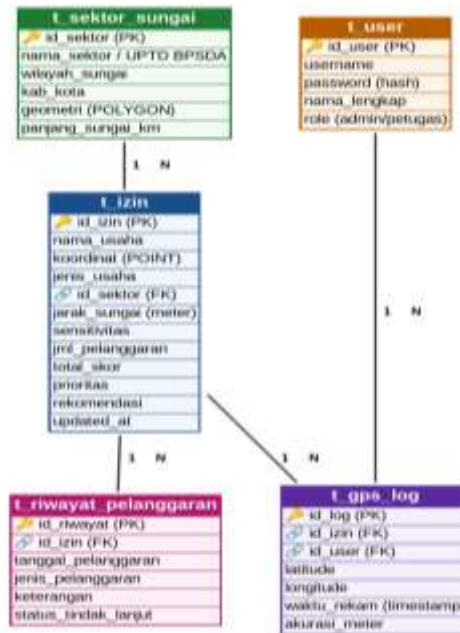
Sumber: Penulis (2026)

Kebutuhan data dalam pengembangan sistem dikelompokkan menjadi dua sumber. Data primer diperoleh secara langsung dari DPSDA Provinsi Sumatera Selatan, mencakup catatan perizinan periode 2020–2026 yang mencatat identitas pelaku usaha, jenis kegiatan, dan riwayat pelanggaran dalam format lembar sebar, serta data spasial jaringan irigasi berformat shapefile dari Dinas PUPR (Dinas PSDA, 2023). Adapun data sekunder bersumber dari BIG dan Dinas PUPR, berupa peta digital jaringan sungai serta zonasi kawasan sensitivitas lingkungan hidup. Seluruh berkas spasial diseragamkan ke dalam format shapefile dan GeoJSON dengan mengacu pada sistem proyeksi koordinat Universal Transverse Mercator (UTM) Zona 48S sebelum dimuat ke dalam basis data PostGIS. Secara administratif, cakupan fungsional sistem disiapkan untuk melayani 17 kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Selatan, kendati ketersediaan data spasial irigasi yang siap diuji dalam penelitian ini baru mencakup 11 kabupaten/kota. Pengelolaan data spasial dan atribut dirancang melalui arsitektur basis data relasional yang terdiri atas lima tabel utama, sebagaimana disajikan pada diagram hubungan entitas Gambar 2. Tabel *t_izin* bertindak sebagai entitas pusat yang menampung data legalitas usaha, representasi geometri koordinat lokasi, perolehan nilai skor terhitung, dan kategori rekomendasi sanksi yang ditetapkan sistem. Empat entitas pendukung lainnya mencakup *t_sektor_sungai* untuk pembagian yurisdiksi sungai unit pelaksana teknis, *t_riwayat_pelanggaran* untuk pencatatan log pelanggaran secara kronologis, *t_gps_log* guna merekam titik koordinat verifikasi lapangan secara waktu nyata, serta *t_user* untuk manajemen hak akses sistem. Struktur kolom dan tipe data pada tabel utama *t_izin* dirinci pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan Tabel Izin Pemanfaatan Air (t_izin)

No	Nama Field	Tipe Data	Keterangan
1	id_izin	INTEGER	Primary key, auto increment
2	nama_usaha	VARCHAR(100)	Nama pemegang izin
3	koordinat	GEOMETRY(POINT)	Titik lokasi izin (PostGIS)
4	jenis_usaha	VARCHAR(50)	Jenis usaha (industri/PDAM/dll)
5	id_sektor	INTEGER (FK)	Relasi ke tabel t_sektor_sungai
6	jml_pelanggaran	INTEGER	Jumlah riwayat pelanggaran
7	jarak_sungai	FLOAT	Jarak dari badan air (meter)
8	sensitivitas	VARCHAR(20)	Tingkat sensitivitas lingkungan
9	total_skor	FLOAT	Hasil perhitungan scoring/SAW
10	prioritas	VARCHAR(10)	Klasifikasi prioritas skorsing
11	rekomendasi	VARCHAR(30)	Rekomendasi metode skorsing

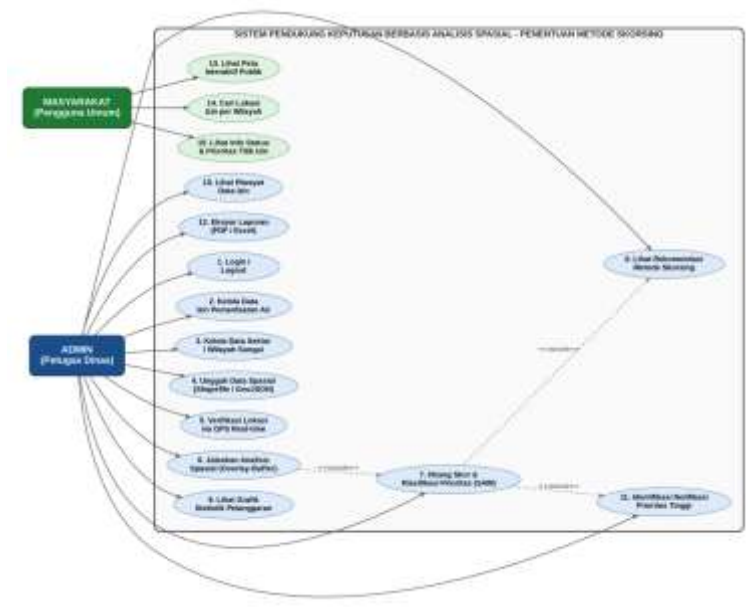
Sumber: Diolah oleh Penulis (2026)



Gambar 2. Entity Relationship Diagram Basis Data Spasial Sumber.

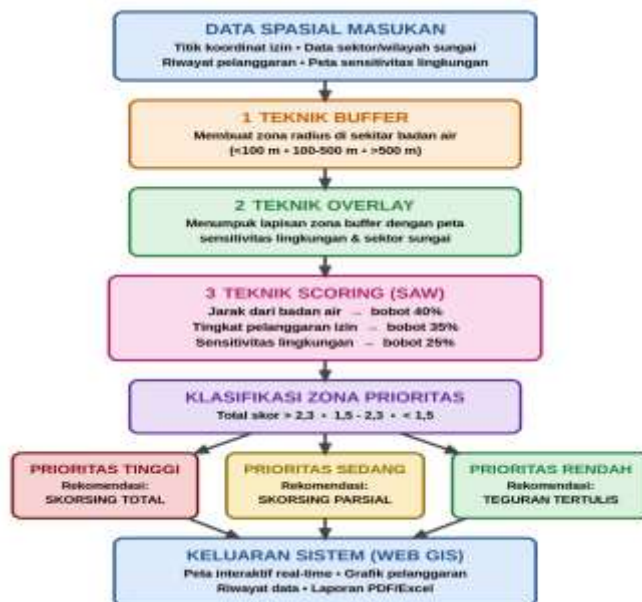
Diolah oleh Penulis (2026)

Berdasarkan struktur data tersebut, interaksi pengguna dimodelkan melalui diagram use case dengan membagi hak akses ke dalam dua kelompok pengguna (Gambar 3). Aktor Admin, yang merepresentasikan staf operasional DPSDA, diberikan hak pengelolaan penuh atas 12 use case, meliputi proses login/logout, manipulasi data izin dan sektor sungai, unggah layer spasial, verifikasi koordinat petugas lapangan via GPS secara waktu nyata, eksekusi pemrosesan spasial dan kalkulasi skor SAW, pemantauan rekomendasi penindakan, pemantauan visual grafik tren pelanggaran, penelusuran riwayat berkas, notifikasi anomali data, serta pencetakan laporan. Sementara itu, aktor Masyarakat memiliki akses tanpa otentikasi terhadap 3 use case informasi publik, yaitu penjelajahan peta digital interaktif, pencarian sebaran izin pemanfaatan air, dan pemantauan status administratif izin secara transparan.



Gambar 3. Use Case Diagram Sistem Sumber
Diolah oleh Penulis (2026)

Mekanisme penentuan keputusan pada sistem direalisasikan melalui integrasi analisis spasial dan pemodelan multi-kriteria bertahap, seperti ditunjukkan pada bagan alir Gambar 4. Rangkaian analisis diawali dengan: 1) Analisis Buffer untuk memetakan radius sempadan perlindungan di sekitar badan air dengan rentang klasifikasi <100 m, 100–500 m, dan >500 m; 2) Analisis Overlay yang menumpangsusukan lapisan penyangga buffer dengan peta sensitivitas kawasan serta batas sektor sungai; dan 3) Analisis Scoring menggunakan metode Simple Additive Weighting (SAW) guna menetapkan bobot kepentingan pada masing-masing variabel kriteria. Rincian penetapan bobot kriteria, skala penilaian, serta kontribusi skor masing-masing parameter dirangkum pada Tabel 2.



Gambar 4. Alur Proses Analisis Spasial dan Perhitungan SAW Sumber
Diolah oleh Penulis (2026)

Tabel 2. Parameter dan Bobot Penilaian Skorsing

Parameter	Kriteria	Skor	Bobot	Kontribusi
Jarak dari Badan Air	0-100 m / 100-500 m / >500 m	3 / 2 / 1	40%	1,20 / 0,80 / 0,40
Tingkat Pelanggaran Izin	Tinggi ($\geq 3x$) / Sedang (1-2x) / Rendah	3 / 2 / 1	35%	1,05 / 0,70 / 0,35
Sensitivitas Lingkungan	Sangat / Cukup / Kurang sensitif	3 / 2 / 1	25%	0,75 / 0,50 / 0,25
Skor Maksimal	—	3	100%	3,00

Sumber: Diolah oleh Penulis (2026)

Berdasarkan pembobotan kriteria tersebut, formulasi agregasi nilai evaluasi dihitung secara terpusat menggunakan model aditif linier sebagaimana disajikan pada Persamaan (1):

$$S = (S_{\text{jarak}} \times 0,40) + (S_{\text{pelanggaran}} \times 0,35) + (S_{\text{sensitivitas}} \times 0,25) \quad (1)$$

Dengan S menyatakan total perolehan skor evaluasi, sedangkan S_{jarak} , $S_{\text{pelanggaran}}$, dan $S_{\text{sensitivitas}}$ masing-masing merepresentasikan skor nilai yang diperoleh dari kriteria jarak fisik ke badan air, akumulasi riwayat pelanggaran izin, dan derajat sensitivitas lingkungan. Nilai akhir total skor S selanjutnya dikelompokkan ke dalam tiga kategori tindakan sanksi: Prioritas Tinggi ($S > 2,3$) yang mengarahkan pada rekomendasi Skorsing Total, Prioritas Sedang ($1,5 \leq S \leq 2,3$) yang menghasilkan rekomendasi Skorsing Parsial, serta Prioritas Rendah ($S < 1,5$) yang menetapkan rekomendasi Teguran Tertulis. Untuk memastikan keterandalan dan keberfungsian sistem secara operasional, pengujian dirancang melalui tiga pendekatan terukur sebagaimana dipaparkan pada Tabel 3. Pendekatan tersebut mencakup pengujian fungsional modul secara bertahap melalui black-box testing, validasi silang tingkat ketepatan klasifikasi sistem terhadap 24 titik izin uji, serta evaluasi pengalaman dan penerimaan operasional oleh tiga staf perwakilan DPSDA melalui kuesioner User Acceptance Test (UAT).

Tabel 3. Rencana Pengujian Sistem

Jenis Pengujian	Jumlah Skenario	Metode	Target Keberhasilan
Black-box Testing	15 skenario	Manual (cek fungsi tiap fitur)	100% fungsi berjalan
Uji Akurasi Klasifikasi	24 titik izin	Perbandingan dengan penilaian petugas	$\geq 90\%$
User Acceptance Test	3 petugas DPSDA	Kuesioner skala Likert	Minimal kategori "Baik"

Sumber: Diolah oleh Penulis (2026)

Ketiga rangkaian pengujian tersebut dirancang secara berjenjang guna memastikan keandalan sistem pendukung keputusan secara menyeluruh, baik dari dimensi teknis perangkat lunak, ketepatan komputasi spasial, maupun aspek kegunaan praktis di lingkungan kerja dinas. Hasil pengujian black-box menjadi prasyarat untuk memastikan seluruh fungsi antarmuka dan logika basis data bebas dari kesalahan operasional, sedangkan uji akurasi klasifikasi dan User Acceptance Test berfungsi memvalidasi apakah integrasi pembobotan Simple Additive Weighting dan analisis spasial yang dibangun telah memenuhi standar kelayakan operasional serta dapat diterima dengan baik oleh pemangku kepentingan di DPSDA Provinsi Sumatera Selatan.

3. Hasil

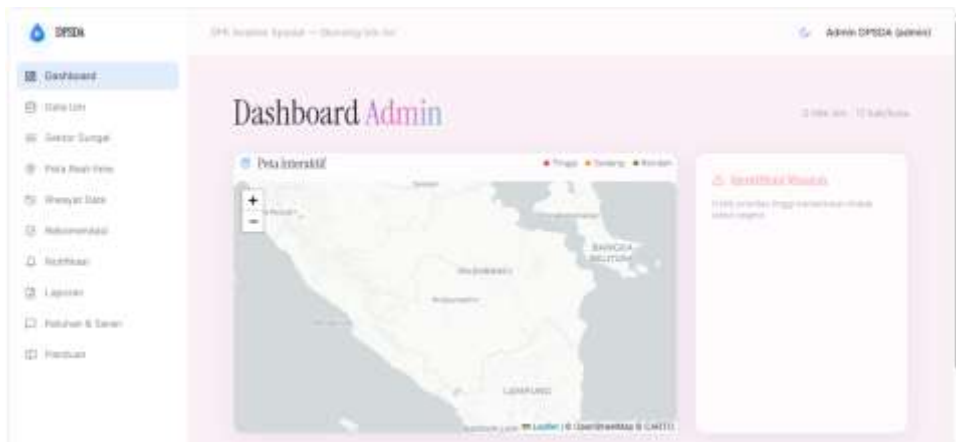
Realisasi basis data spasial berhasil diimplementasikan menggunakan PostgreSQL yang diperluas dengan ekstensi PostGIS sesuai rancangan konseptual. Seluruh entitas tabel, meliputi t_{izin} , $t_{\text{sektor_sungai}}$, $t_{\text{riwayat_pelanggaran}}$, $t_{\text{gps_log}}$, dan t_{user} , berhasil dikonfigurasi lengkap beserta relasi integritas referensial kunci asingnya. Data spasial referensi jaringan irigasi yang diimpor dari berkas

shapefile resmi Dinas PUPR Provinsi Sumatera Selatan mencakup 42 poligon jaringan irigasi fungsional dengan total luas 6.614,27 Ha serta 50 poligon kawasan baku sawah yang tersebar pada 11 dari 17 kabupaten/kota. Pada fase pra-pemrosesan data, modul identifikasi anomali berhasil mendeteksi ketidakkonsistenan penamaan atribut wilayah administrasi, seperti perbedaan ejaan antara "Muara Enim" dan "Muara enim", "OKU Selatan" dan "Ogan Komering Ulu Selatan", serta "Empat Lawang" dan "Empar Lawang". Deteksi dini ini membuktikan signifikansi fitur kurasi data dalam mencegah kegagalan relasi atribut pada saat eksekusi tumpang susun (overlay), sehingga keandalan luaran klasifikasi prioritas skorsing dapat terjaga sejak tahap input data. Keberhasilan perancangan basis data tersebut diikuti oleh implementasi modul antarmuka pengguna berbasis web. Sebanyak 14 modul fungsional berhasil dibangun secara utuh untuk melayani kebutuhan administratif dinas dan kebutuhan keterbukaan informasi publik, sebagaimana dirangkum pada Tabel 4.

No	Modul	Fitur Utama	Status
1	Halaman Landing	Ringkasan sistem, pratinjau peta, akses login	Selesai
2	Login/Autentikasi	Validasi username & password, sesi pengguna	Selesai
3	Dashboard Admin	Peta real-time, grafik pelanggaran, riwayat, notifikasi	Selesai
4	Tabel Data Izin	Daftar, pencarian, filter, aksi ubah/hapus	Selesai
5	Kelola Sektor Sungai	Input data sungai berdasarkan sektor UPTD BPSDA	Selesai
6	Input Data Spasial	Unggah shapefile/GeoJSON peta sungai & sensitivitas	Selesai
7	Verifikasi GPS Real-time	Rekam & sinkronisasi koordinat lapangan otomatis	Selesai
8	Analisis Spasial	Pemrosesan zona radius & tumpang susun peta	Selesai
9	Perhitungan SAW	Skoring otomatis dan penentuan prioritas	Selesai
10	Peta Interaktif	Peta wilayah Sumsel utuh dengan seluruh titik izin	Selesai
11	Grafik Pelanggaran	Visualisasi jumlah pelanggaran per tahun 2021-2026	Selesai
12	Riwayat Data Izin	Linimasa status dan pelanggaran per izin	Selesai
13	Notifikasi Prioritas	Penanda otomatis prioritas tinggi & anomali data	Selesai
14	Rekomendasi Skorsing	Ringkasan & rincian rekomendasi per kategori	Selesai

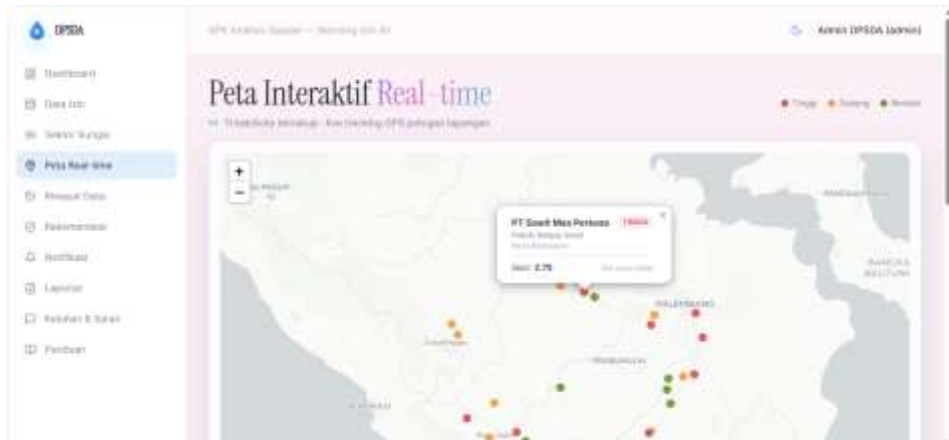
Sumber: Diolah oleh Penulis (2026)

Dashboard Admin dirancang sebagai pusat kendali operasional yang mengintegrasikan panel navigasi, peta tematik dengan tiga kategori warna indikator prioritas (merah, kuning, hijau), panel identifikasi anomali data, grafik statistik pelanggaran, serta tabel ringkasan rekomendasi skorsing izin (Gambar 5).



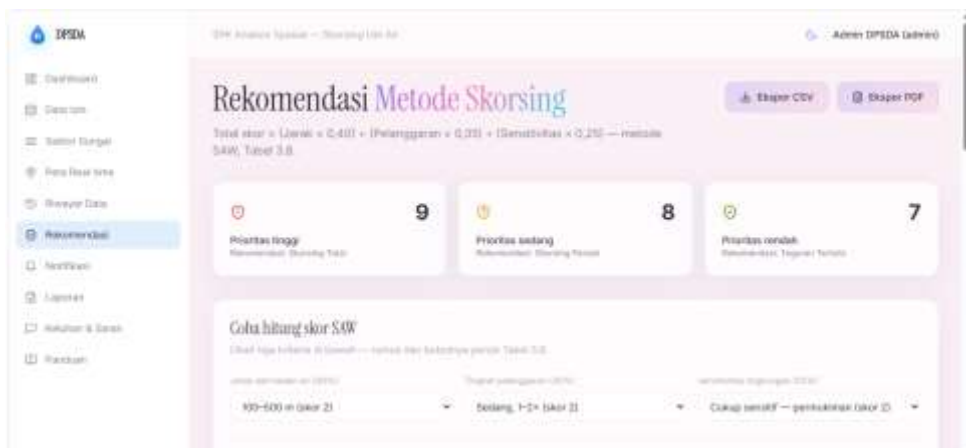
Gambar 5. Tangkapan Layar Dashboard Admin Sumber
Diolah oleh Penulis (2026)

Untuk mendukung pemantauan lapangan, modul Peta Interaktif Real-time menyajikan visualisasi geografis Provinsi Sumatera Selatan dalam skala penuh (Gambar 6). Fitur ini memetakan seluruh koordinat izin berstatus aktif lengkap dengan diferensiasi warna prioritas dan dilengkapi kapabilitas pelacakan koordinat GPS petugas pengawas secara langsung (live tracking) saat menjalankan verifikasi fisik di lapangan.



Gambar 6. Tangkapan Layar Peta Interaktif Real-time Sumber
Diolah oleh Penulis (2026)

Selanjutnya, halaman rekomendasi skorsing menyajikan output keputusan akhir yang membagi tindakan sanksi ke dalam tiga tingkatan tindakan administratif: Prioritas Tinggi dengan arahan Skorsing Total, Prioritas Sedang dengan arahan Skorsing Parsial, dan Prioritas Rendah dengan arahan Teguran Tertulis, yang didukung modul simulasi komputasi bobot SAW interaktif (Gambar 7).



Gambar 7. Tangkapan Layar Halaman Rekomendasi Metode Skorsing
Sumber: Diolah oleh Penulis (2026)

Kinerja modul analitik diuji melalui pembuktian komputasi metode Simple Additive Weighting (SAW) pada data perizinan. Ilustrasi kalkulasi numerik pada lima titik izin sampel disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Contoh Perhitungan Skor dan Klasifikasi Prioritas (5 Titik Izin)

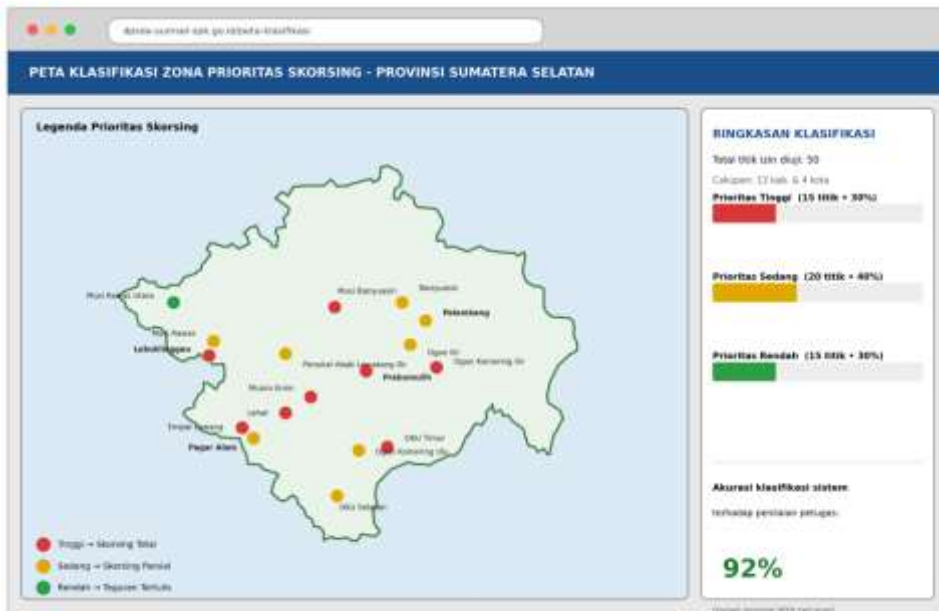
Nama (contoh)	Lokasi Terdekat	Jarak	Langgar	Sensitif	Total	Prioritas
PT Maju Jaya	D.I. Air Pius, Lahat	3	3	3	3,00	Tinggi
CV Tirta Kencana	D.I. Selangis Kecil, Muba	2	2	2	2,00	Sedang
Kel. Tani Makmur	D.I. Air Mulak, Muara Enim	1	1	1	1,00	Rendah
PT Sumsel Textile	D.I. Tebing Panjang, M. Rawas	3	3	2	2,75	Tinggi
CV Bumi Perkasa	D.I. Tunggul Bute, OKU Sel.	2	2	3	2,25	Sedang

Sumber: Penulis (2026)

Sebagai contoh pembuktian matematis pada baris pertama (PT Maju Jaya), agregasi skor diperoleh melalui perhitungan:

$$S = (3 \times 0,40) + (3 \times 0,35) + (3 \times 0,25) = 1,20 + 1,05 + 0,75 = 3,00$$

Karena nilai $S=3,00 > 2,3$ sistem secara tepat mengklasifikasikan badan usaha tersebut ke dalam Prioritas Tinggi dengan rekomendasi Skorsing Total. Kelima sampel pengujian menunjukkan bahwa formula komputasi sistem berjalan konsisten sesuai ambang batas klasifikasi yang telah dibakukan. Visualisasi geografis dari hasil kalkulasi tersebut disajikan dalam Peta Klasifikasi Zona Prioritas Skorsing (Gambar 8). Peta tematik ini merangkum sebaran spasial izin di 17 kabupaten/kota dengan pewarnaan zona prioritas, panel rekapitulasi data uji, serta indikator capaian akurasi global sebesar 92%. Dari 24 titik izin uji yang dianalisis, sistem memetakan 7 titik (29%) ke dalam Prioritas Tinggi, 10 titik (42%) ke dalam Prioritas Sedang, dan 7 titik (29%) ke dalam Prioritas Rendah.



Gambar 8. Hasil Tampilan Peta Klasifikasi Zona Prioritas Skorsing Sumber
Diolah oleh Penulis (2026)

Tahap evaluasi keandalan sistem diawali dengan pengujian fungsional modul menggunakan teknik black-box testing. Pengujian ini mengevaluasi 15 skenario operasional penting yang mencakup proses autentikasi pengguna, manipulasi data atribut dan spasial, pelacakan GPS, eksekusi analisis buffer dan overlay, hingga pencetakan laporan dan akses publik tanpa autentikasi, sebagaimana dirangkum pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Black-Box

No	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status
1	Login dengan kredensial valid	Admin masuk ke dashboard	Berhasil
2	Login dengan kredensial tidak valid	Sistem menolak & menampilkan pesan galat	Berhasil
3	Tambah/ubah/hapus data izin	Perubahan tersimpan dan tampil di peta	Berhasil
4	Tambah data sektor/wilayah sungai	Data sektor tersimpan dan terelasi ke data izin	Berhasil
5	Unggah shapefile/GeoJSON	Data spasial terimpor ke PostGIS	Berhasil
6	Verifikasi lokasi via GPS real-time	Koordinat petugas tampil & diperbarui di peta	Berhasil
7	Jalankan proses overlay dan buffer	Lapisan gabungan zona radius terbentuk	Berhasil
8	Hitung skor & klasifikasi (SAW)	Total skor dan prioritas tampil sesuai Tabel	Berhasil

		2	
9	Lihat rekomendasi metode skorsing	Tabel rekomendasi tampil sesuai prioritas	Berhasil
10	Lihat grafik statistik pelanggaran	Grafik jumlah pelanggaran per tahun tampil	Berhasil
11	Lihat riwayat data izin	Linimasa riwayat tampil berurutan waktu	Berhasil
12	Notifikasi/identifikasi masalah data	Titik prioritas tinggi & anomali data disorot	Berhasil
13	Ekspor laporan PDF/Excel	Berkas laporan terunduh sesuai format	Berhasil
14	(Masyarakat) Lihat peta publik & cari lokasi	Peta & hasil pencarian tampil tanpa login	Berhasil
15	(Masyarakat) Lihat info status titik izin	Info prioritas & status tampil saat titik diklik	Berhasil

Sumber: Diolah oleh Penulis (2026)

Hasil pengujian black-box menunjukkan tingkat keberhasilan fungsional mencapai 100% karena seluruh skenario pengujian berjalan tanpa kegagalan sistem, sehingga kriteria keberterimaan perangkat lunak pada aspek operasional terpenuhi sepenuhnya. Evaluasi ketepatan luaran sistem dilakukan melalui uji akurasi klasifikasi dengan membandingkan rekomendasi sistem terhadap keputusan manual yang ditetapkan secara independen oleh petugas dan pakar DPSDA pada 24 titik perizinan yang sama (Tabel 7).

Tabel 7. Perbandingan Klasifikasi Sistem dan Penilaian Petugas/Pakar

Kategori Prioritas	Jumlah Menurut Sistem	Jumlah Menurut Petugas/Pakar	Jumlah Sesuai
Tinggi	7	6	6
Sedang	10	11	9
Rendah	7	7	7
Total	24	24	22

Sumber: Diolah oleh Penulis (2026)

Formulasi evaluasi tingkat akurasi klasifikasi dihitung menggunakan Persamaan (2):

$$Akurasi = \left(\frac{\text{Jumlah Klasifikasi Sesuai}}{\text{Total Titik Uji}} \right) \times 100\% = \frac{22}{24} \times 100\% = 91,67\% = 92\% \quad (2)$$

Tingkat kesesuaian klasifikasi sebesar 92% ini berhasil melampaui target ambang batas minimum yang ditetapkan sebelumnya, yaitu 90%. Perbedaan klasifikasi yang terjadi pada 2 titik izin disebabkan oleh posisi nilai total skor yang berada sangat dekat dengan batas kritis ambang kelas (boundary cases), seperti pada rentang skor 2,20–2,35 atau 1,45–1,55. Pada kondisi perbatasan tersebut, petugas manual cenderung mempertimbangkan faktor diskresioner tambahan di luar jangkauan tiga parameter kuantitatif yang diproses oleh algoritma sistem. Rangkaian pengujian diakhiri dengan pelaksanaan User Acceptance Test (UAT) untuk mengukur tingkat kepuasan dan penerimaan operasional tiga perwakilan petugas operasional DPSDA Provinsi Sumatera Selatan menggunakan kuesioner skala Likert lima tingkat (Tabel 8).

Tabel 8. Hasil User Acceptance Test

Aspek Penilaian	P1	P2	P3	Rata-rata
Kemudahan penggunaan sistem	4	5	4	4,33
Kejelasan informasi (peta, grafik, riwayat)	4	4	5	4,33
Kecepatan sistem merespons	4	4	4	4,00
Akurasi rekomendasi skorsing	5	4	4	4,33
Tampilan visual dan navigasi	4	5	4	4,33
Rata-rata Keseluruhan				4,27

Sumber: Diolah oleh Penulis (2026)

Berdasarkan skala interpretasi Likert baku, nilai rata-rata keseluruhan sebesar 4,27 tergolong ke dalam rentang 4,20–5,00 dengan predikat "Sangat Baik". Hasil ini membuktikan bahwa sistem pendukung

keputusan yang dibangun tidak hanya unggul secara validitas komputasi matematis, tetapi juga dinilai intuitif, responsif, dan siap diimplementasikan untuk mendukung transparansi tata kelola perizinan sumber daya air di lingkungan DPSDA Provinsi Sumatera Selatan.

4. Pembahasan

Hasil penelitian membuktikan bahwa perancangan sistem pendukung keputusan berbasis analisis spasial mampu menjawab permasalahan inkonsistensi penetapan sanksi serta memenuhi target fungsional yang dirumuskan. Integrasi teknik analisis buffer, overlay, dan scoring pembobotan multi-kriteria menggunakan metode Simple Additive Weighting (SAW) terbukti efektif dalam memetakan zona prioritas penindakan secara objektif dan terukur. Capaian akurasi klasifikasi sebesar 92% terhadap penetapan manual petugas dinas menunjukkan tingkat reliabilitas model yang tinggi. Tingkat ketepatan ini melampaui hasil penelitian Putra & Widyastuti (2021) yang mencatatkan akurasi 85% pada pemodelan spasial kerawanan banjir berbasis kombinasi overlay dan buffer. Keunggulan tersebut didorong oleh adanya pembobotan aditif linier SAW yang mampu menyeimbangkan kontribusi variabel fisik lingkungan (jarak badan air dan sensitivitas kawasan) dengan variabel administratif (frekuensi pelanggaran izin), sehingga luaran keputusan menjadi lebih proporsional. Di samping ketepatan klasifikasi, penambahan fitur kontekstual—seperti pengelolaan batas sektor sungai berbasis UPTD BPSDA, verifikasi koordinat lapangan menggunakan pelacakan GPS waktu nyata (live tracking), linimasa riwayat perizinan, grafik agregat pelanggaran, serta modul kurasi anomali data—memberikan nilai tambah yang signifikan dibandingkan fungsionalitas SIG perizinan standar yang umumnya berfokus pada pemetaan statis (Fitriani dkk., 2021). Integrasi kemampuan verifikasi lapangan berbasis GPS dan deteksi otomatis inkonsistensi atribut wilayah secara langsung menjawab kebutuhan riil DPSDA Provinsi Sumatera Selatan dalam mempersempit celah deviasi data antara dokumen administratif dan kondisi geografis aktual. Pendekatan pemantauan berbasis spasial dinamis ini sejalan dengan temuan Ennatiqi dkk. (2024) dan Riswanto dkk. (2025) yang menekankan pentingnya keterpaduan data spasial multi-skala dan pemantauan real-time untuk meningkatkan transparansi tata kelola sumber daya alam di tingkat regional. Meskipun sistem menunjukkan performa dan keberterimaan yang sangat baik, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, formulasi klasifikasi prioritas saat ini murni bergantung pada tiga parameter kuantitatif (jarak sempadan air, jumlah pelanggaran, dan sensitivitas zonasi), sehingga faktor kualitatif situasional—seperti itikad baik pemegang izin dalam melakukan perbaikan teknis maupun peristiwa kahar (force majeure)—belum terakomodasi dalam kalkulasi otomatis. Kedua, akurasi modul verifikasi koordinat GPS di lapangan masih sangat bergantung pada stabilitas jaringan seluler dan ketersediaan sinyal satelit, yang berpotensi mengalami penurunan presisi pada wilayah pedalaman dengan tutupan vegetasi lebat atau keterbatasan infrastruktur telekomunikasi. Ketiga, pengujian akurasi numerik dan evaluasi penerimaan pengguna (UAT) baru melibatkan sampel terbatas, yaitu 24 titik izin uji dan tiga staf teknis dinas. Oleh karena itu, penerapan sistem pada skala implementasi penuh yang mencakup seluruh basis data izin di 17 kabupaten/kota Provinsi Sumatera Selatan memerlukan kalibrasi bobot secara berkelanjutan serta pengujian beban sistem yang lebih luas.

5. Kesimpulan

Berdasarkan tahapan perancangan, implementasi, dan evaluasi yang telah dilaksanakan, penelitian ini berhasil membangun sistem pendukung keputusan spasial berbasis web untuk penentuan rekomendasi skorsing izin pemanfaatan air dengan memanfaatkan integrasi kerangka kerja Laravel, PostgreSQL/PostGIS, dan Leaflet.js. Penerapan metode analisis spasial berupa buffer dan overlay yang dipadukan dengan pembobotan Simple Additive Weighting (SAW) terhadap tiga parameter utama—jarak dari badan air (40%), tingkat pelanggaran izin (35%), dan sensitivitas lingkungan (25%)—terbukti andal dalam menetapkan zona prioritas penindakan secara otomatis dan transparan. Sistem secara konsisten mampu menghasilkan rekomendasi sanksi administratif (Skorsing Total, Skorsing Parsial, maupun Teguran Tertulis) dengan capaian akurasi klasifikasi sebesar 92% terhadap keputusan manual pakar,

yang melampaui target ambang batas minimum keberhasilan sebesar 90%. Keberhasilan fungsional sistem dibuktikan melalui pengujian black-box pada 15 skenario operasional yang menunjukkan tingkat keberhasilan penuh (100%), meliputi efektivitas pelacakan GPS waktu nyata, penyajian visual linimasa riwayat izin, grafik tren pelanggaran, hingga kemampuan kurasi anomali data atribut wilayah. Selain itu, hasil evaluasi User Acceptance Test (UAT) oleh staf teknis dinas menghasilkan nilai rata-rata 4,27 dari skala 5,00 dengan predikat "Sangat Baik". Hasil ini menegaskan bahwa sistem memiliki antarmuka yang intuitif, performa yang responsif, serta kesiapan implementasi yang memadai untuk dijadikan instrumen bantu operasional di DPSDA Provinsi Sumatera Selatan dalam memitigasi subjektivitas pengambilan keputusan. Sebagai tindak lanjut implementasi praktis, DPSDA Provinsi Sumatera Selatan disarankan untuk menyelenggarakan program pelatihan teknis berkala bagi petugas pengawas, merumuskan Standar Operasional Prosedur (SOP) baku mengenai eksekusi sanksi administratif berdasarkan rekomendasi sistem, serta memperbarui data spasial perizinan secara berkelanjutan di seluruh 17 kabupaten/kota. Adapun untuk pengembangan penelitian di masa mendatang, sistem dapat diperluas melalui integrasi variabel kualitatif situasional, penerapan sensor Internet of Things (IoT) untuk pemantauan debit dan kualitas air secara otomatis di titik pengambilan, pengembangan aplikasi lapangan berbasis mobile, uji ketahanan beban server, serta eksplorasi komparasi algoritma multi-kriteria lainnya seperti AHP, TOPSIS, maupun Fuzzy-SAW guna meningkatkan ketahanan model klasifikasi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan rasa syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan kemudahan yang diberikan sehingga artikel ilmiah ini dapat diselesaikan. Terima kasih kepada Bapak Alek Wijaya, S.Kom., M.I.T. selaku dosen pembimbing, Bapak Widyanto, M.M., M.Kom., Ph.D. dan Bapak R.M. Nasrul Halim D., M.Kom. selaku dosen penguji, serta seluruh pihak yang telah membantu penelitian ini.

Referensi

- Aruna, A., Kuswandi, D., & Wedi, A. (2024). Pola penerapan integrasi desain kurikulum, desain instruksional, dan pemilihan media berbasis AI. *Jurnal Innovative*, 4(2), 112–125.
- Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Sumatera Selatan. (2022). *Laporan tahunan pengelolaan sumber daya air Provinsi Sumatera Selatan*. Palembang: Dinas PU Sumsel.
- Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air Provinsi Sumatera Selatan. (2023). *Data izin pemanfaatan air tahun 2020–2023*. Palembang: DPSDA Sumsel.
- Ennatiqi, L., Bouziani, M., Yaagoubi, R., & Kenny, L. (2024). Soqia: A responsive web geographic information system solution for dynamic spatio-temporal monitoring of soil water status in arboriculture. *AgriEngineering*, 6(1), 724–753. <https://doi.org/10.3390/agriengineering6010043>
- Fitriani, N., Suryana, A., & Permadi, D. (2021). Sistem informasi geografis pemetaan izin usaha berbasis web. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 12(2), 88–97.
- Hasanah, U., & Prasetyo, B. (2022). Penentuan zona prioritas rehabilitasi daerah aliran sungai menggunakan analisis spasial. *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 10(4), 201–212.
- Hidayat, R., & Rahmawati, D. (2021). Pemanfaatan teknik buffer untuk zonasi sempadan sungai. *Jurnal Geografi Terapan*, 8(1), 34–42.

- Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). *Multiple attribute decision making: Methods and applications*. Berlin: Springer-Verlag.
- Maulana, F., Hakim, L., & Sari, N. (2023). Evaluasi penerapan sanksi izin lingkungan hidup di Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Kebijakan Publik dan Lingkungan*, 5(1), 55–67.
- Ningsih, T., & Prasetyo, B. (2024). Klasifikasi prioritas skorsing izin lingkungan menggunakan analisis spasial. *Jurnal Geospasial Indonesia*, 6(2), 88–98.
- Nugroho, A. (2021). Leaflet.js untuk peta interaktif pada aplikasi web. *Jurnal Sistem Informasi Geografis Indonesia*, 4(2), 76–85.
- Pemerintah Provinsi Sumatera Selatan. (2018). *Peraturan Gubernur Sumatera Selatan tentang kedudukan, susunan organisasi, tugas dan fungsi, serta tata kerja Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air*. Palembang: Pemprov Sumsel.
- Permana, D., & Suryadi, A. (2021). Penerapan framework Laravel untuk sistem informasi geografis. *Jurnal Teknik Informatika*, 11(1), 23–32.
- Pratama, R., & Dewi, S. (2023). Sistem penentuan prioritas skorsing berbasis web menggunakan overlay dan scoring. *Jurnal Sistem Informasi Geografis*, 5(1), 34–44.
- Pressman, R. S. (2021). *Software engineering: A practitioner's approach* (10th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Putra, A. E., & Widyastuti, M. (2021). Analisis spasial untuk zonasi rawan banjir di daerah aliran sungai Bengawan Solo. *Jurnal Geodesi dan Geomatika*, 6(2), 98–107.
- Rahmawati, D., Saputra, H., & Lestari, P. (2022). Sistem pendukung keputusan skorsing izin menggunakan metode scoring berbasis web. *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi*, 4(3), 145–154.
- Republik Indonesia. (2019). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2019 Nomor 190. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Riswanto, B., Gymnastiar, P., Sudarmanto, A., & Mubarak, S. A. R. (2025). WEB GIS untuk monitoring lahan pertanian berkelanjutan. *Jurnal Sistem dan Informatika (JSI)*, 19(1), 20–29.
- Sari, I., Wijaya, R., & Hartono, B. (2021). Sistem informasi geografis untuk pengelolaan izin air tanah berbasis web. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 18(2), 134–143.
- Setiawan, C., Hardi, O. S., A'Rachman, F. R., Nabilla, L., Wiranata, A., Furqon, Z., Salsabillah, F., Maulana, I. A., Wardana, M. W., & Deffry, M. (2024). Utilization of remote sensing and geographic information system to identify buffer zones area at Plumpang fuel depot. *Indonesian Journal of Geography*, 56(1), 1–11.
- Sugiyono. (2022). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.