

# Perancangan dan Pembangunan WebGIS untuk Pengelolaan Daerah Irigasi Cipurut

Desy Nurfitriani\*, Sumarno

Program Studi Teknik Geodesi, Institut Teknologi Nasional Bandung, Bandung, Indonesia

\*Koresponden email: desynurfitriani99@gmail.com

Diterima: 10 Agustus 2026

Disetujui: 15 Agustus 2026

## Abstract

The Cipurut Irrigation Area data were stored separately in spatial layers, 2025 Irrigation System Performance Index (IKSI) and Irrigation Network Condition (Konjar) documents, and photograph files, requiring users to match several sources to retrieve object information. This study aimed to design an integrated geospatial database, build a browser-accessible WebGIS, and evaluate its functionality, task effectiveness, and usability. The waterfall method covered requirements analysis, database and system design, development, testing, and implementation. Spatial data were checked and standardized, linked to IKSI, Konjar, and 170 photographs, and stored in a GeoPackage using EPSG:32749. Objects matching the definitions and geometry of the Indonesian Geographic Feature Catalogue (KUGI) version 5.1 followed the catalogue, whereas unmatched irrigation structures used a project-specific schema. The WebGIS was developed with QGIS, qgis2web, and Leaflet. Black-box testing, Task Completion Rate (TCR), and the System Usability Scale (SUS) involved 20 purposively selected respondents. All 13 tested functions produced expected outputs. Respondents completed 134 of 140 tasks, yielding a TCR of 95.71%, while the mean SUS score was 80.25 (excellent). The integrated system presents locations, management attributes, and photographs in one interface, supporting faster information access, although online editing remains outside its scope.

**Keywords:** *cipurut irrigation area, geospatial database, kugi, qgis, usability, webgis*

## Abstrak

Data Daerah Irigasi Cipurut tersimpan secara terpisah dalam layer spasial, dokumen Indeks Kinerja Sistem Irigasi (IKSI) dan Kondisi Jaringan (Konjar) tahun 2025, serta berkas foto sehingga pengguna harus mencocokkan beberapa sumber untuk memperoleh informasi objek. Penelitian ini bertujuan merancang basis data geospasial terintegrasi, membangun WebGIS yang dapat diakses melalui browser, serta mengevaluasi fungsionalitas, efektivitas tugas, dan usability. Metode waterfall meliputi analisis kebutuhan, perancangan basis data dan sistem, pembangunan, pengujian, dan implementasi. Data spasial diperiksa dan diseragamkan, dihubungkan dengan IKSI, Konjar, dan 170 foto, lalu disimpan dalam GeoPackage menggunakan EPSG:32749. Objek yang sesuai dengan definisi dan geometri Katalog Unsur Geografi Indonesia (KUGI) versi 5.1 mengikuti katalog, sedangkan bangunan irigasi tanpa padanan sesuai menggunakan skema khusus proyek. WebGIS dibangun dengan QGIS, qgis2web, dan Leaflet. Black-box testing, Task Completion Rate (TCR), dan System Usability Scale (SUS) melibatkan 20 responden purposive. Seluruh 13 fungsi menghasilkan keluaran sesuai rancangan. Responden menyelesaikan 134 dari 140 tugas sehingga TCR mencapai 95,71%, sedangkan skor rata-rata SUS sebesar 80,25 termasuk kategori sangat baik. Sistem terintegrasi menyajikan lokasi, atribut pengelolaan, dan foto dalam satu antarmuka sehingga mempermudah akses informasi, tetapi penyuntingan daring belum termasuk dalam ruang lingkupnya.

**Kata Kunci:** *daerah irigasi cipurut, basis data geospasial, kugi, qgis, usability, webgis*

## 1. Pendahuluan

Pengelolaan sistem irigasi diperlukan untuk menjaga keberlanjutan fungsi jaringan dan pelayanan air pertanian. Kegiatan tersebut mencakup operasi, pemeliharaan, rehabilitasi, inventarisasi, dan pemutakhiran aset sehingga membutuhkan informasi lokasi, jenis, kondisi, fungsi, dan karakteristik teknis objek irigasi [1], [2]. Informasi geospasial menghubungkan posisi dan bentuk objek dengan atribut deskriptifnya serta dapat mendukung perumusan kebijakan dan pengambilan keputusan yang berkaitan dengan ruang [3], [4].

Daerah Irigasi Cipurut merupakan daerah irigasi kewenangan Pemerintah Provinsi Jawa Barat yang berada di Kabupaten Kuningan dan Kabupaten Cirebon dengan luas 325 ha [5]. Data tahun 2025 telah tersedia dalam beberapa layer spasial, tetapi atribut kondisi dan karakteristik teknis belum seluruhnya terhubung. Data IKSI, Konjar, dan dokumentasi foto masih berada dalam dokumen terpisah sehingga

pengguna perlu membuka dan mencocokkan beberapa berkas. Data juga belum dapat diakses melalui browser dan penyajiannya masih bergantung pada perangkat lunak SIG desktop.

Keterpisahan tersebut berdampak langsung pada kegiatan pengelolaan. Inventarisasi memerlukan pencocokan manual antara lokasi objek dan data deskriptif; penyusunan prioritas pemeliharaan membutuhkan penelusuran kondisi pada beberapa dokumen; monitoring perubahan kondisi sulit dilakukan secara konsisten karena tidak tersedia satu sumber data terintegrasi; dan akses informasi menjadi lebih lambat karena pengguna harus memiliki berkas serta perangkat lunak yang sesuai. Kondisi ini juga meningkatkan risiko ketidaksesuaian nama, keterlambatan pembaruan, dan penggunaan informasi yang berbeda antarberkas.

Keseragaman struktur diperlukan agar objek dan atribut dapat dipahami secara konsisten. KUGI mengatur kode, tipe, atribut, asosiasi, dan dokumentasi unsur geografis untuk mendukung pertukaran data [6]. Pemetaan objek ke KUGI harus mempertimbangkan definisi dan tipe geometri, bukan sekadar kemiripan nama. Karena itu, objek yang mempunyai padanan dapat mengikuti KUGI versi 5.1, sedangkan objek yang tidak mempunyai padanan sesuai perlu ditampung melalui skema khusus proyek agar informasi teknisnya tidak hilang.

WebGIS memungkinkan peta dan atribut diakses serta diinteraksikan melalui browser [7]. Penelitian sebelumnya telah menggunakan WebGIS untuk menyajikan jaringan irigasi [8], memetakan kinerja sistem irigasi [9], dan menyediakan informasi daerah irigasi berbasis web [10], [11]. Namun, integrasi data spasial dengan IKSI, Konjar, dan dokumentasi foto, penerapan KUGI secara selektif, serta evaluasi gabungan melalui black-box testing, SUS, dan TCR tidak menjadi fokus utama penelitian tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini merancang basis data geospasial Daerah Irigasi Cipurut, membangun WebGIS, serta mengukur kesesuaian fungsi, efektivitas tugas, dan usability secara terukur.

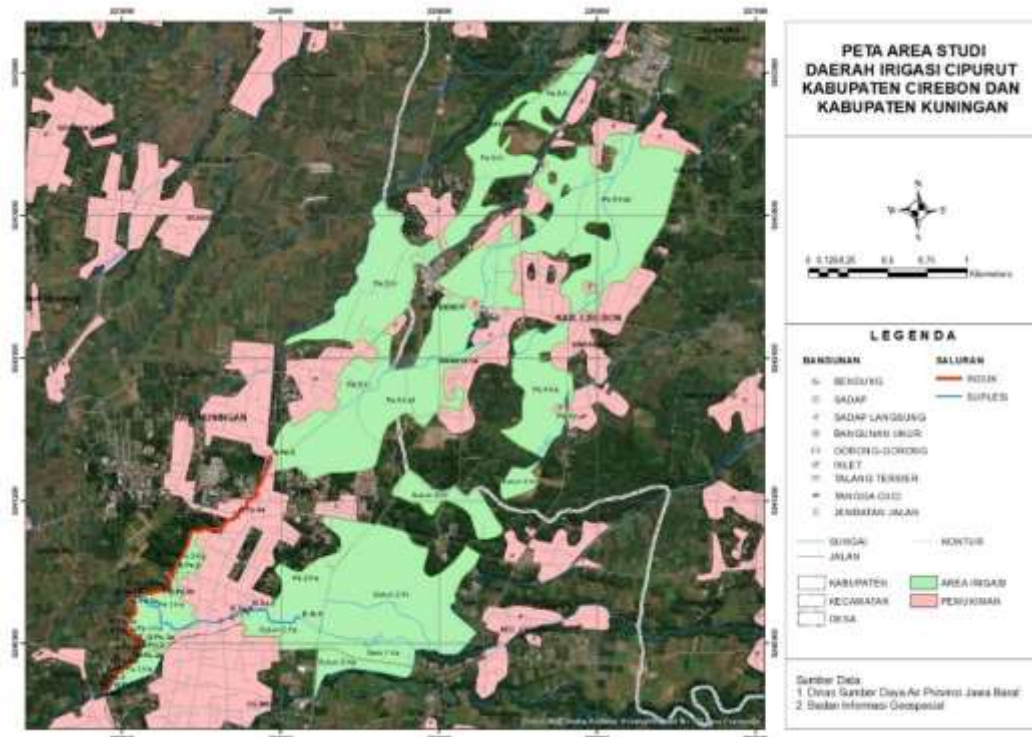
## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Lokasi dan Data Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Daerah Irigasi Cipurut di Kabupaten Kuningan dan Kabupaten Cirebon, Provinsi Jawa Barat. Data utama tahun 2025 berasal dari Dinas Sumber Daya Air Provinsi Jawa Barat, yaitu jaringan irigasi, bangunan irigasi, area layanan, IKSI, Konjar, dan dokumentasi foto. Data pendukung mencakup batas administrasi, sungai, permukiman, jalan, serta kontur. Batas administrasi, sungai, permukiman, dan DEMNAS berasal dari Badan Informasi Geospasial, sedangkan jalan berasal dari OpenStreetMap. Data utama jaringan irigasi, bangunan irigasi, dan area layanan menggunakan skala 1:25.000. Data pendukung memiliki skala dan resolusi yang disesuaikan dengan sumber masing-masing sebagaimana disajikan pada **Tabel 1** dan lokasi penelitian ditunjukkan pada **Gambar 1**.

**Tabel 1.** Data penelitian

| Data                                   | Format awal                    | Tahun | Sumber                     |
|----------------------------------------|--------------------------------|-------|----------------------------|
| Jaringan irigasi                       | Shapefile; garis; 1:25.000     | 2025  | Dinas SDA Jawa Barat       |
| Bangunan irigasi                       | Shapefile; titik; 1:25.000     | 2025  | Dinas SDA Jawa Barat       |
| Area layanan                           | Shapefile; poligon; 1:25.000   | 2025  | Dinas SDA Jawa Barat       |
| IKSI dan Konjar                        | Microsoft Excel                | 2025  | Dinas SDA Jawa Barat       |
| Dokumentasi foto                       | Tertanam dalam Excel           | 2025  | Dinas SDA Jawa Barat       |
| Batas administrasi, sungai, permukiman | Shapefile; 1:50.000            | 2022  | Badan Informasi Geospasial |
| Jalan                                  | Shapefile; 1:50.000            | 2025  | OpenStreetMap contributors |
| Kontur                                 | Shapefile; resolusi sumber 8 m | 2018  | DEMNAS, BIG                |



**Gambar 1.** Lokasi penelitian Daerah Irigasi Cipurut

## 2.2 Tahapan Pengembangan Sistem

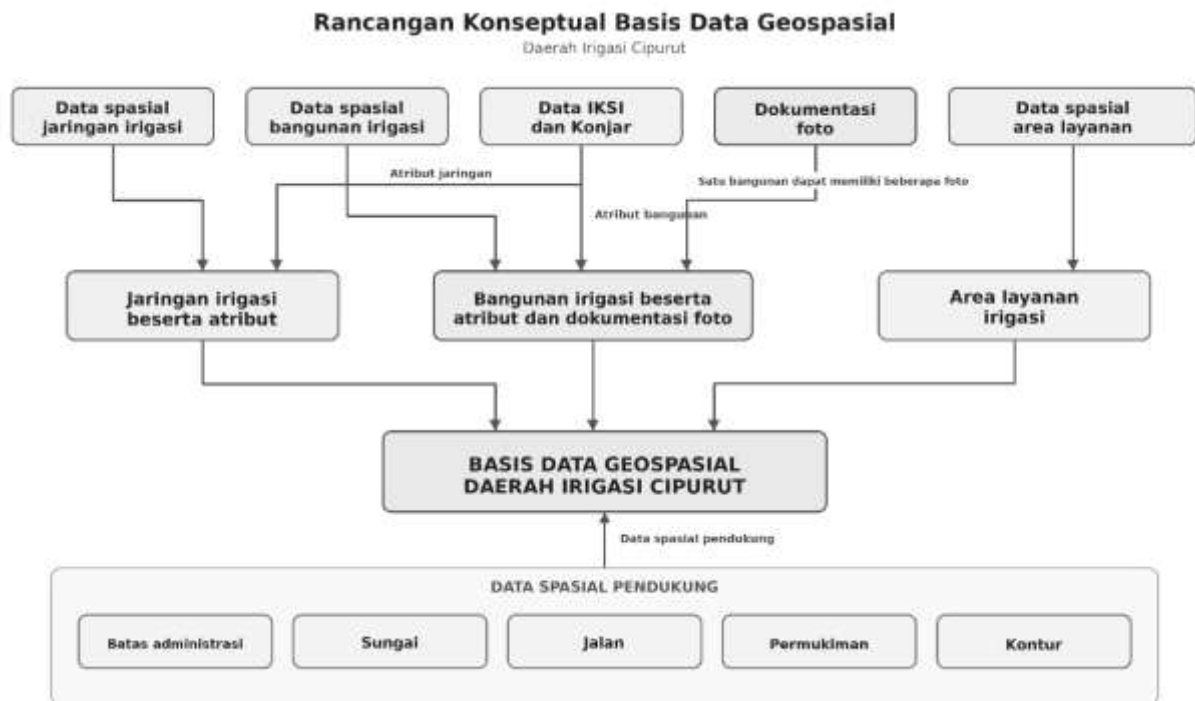
Pengembangan menggunakan model waterfall karena kebutuhan utama, sumber data, keluaran, dan ruang lingkup sistem telah ditentukan pada awal penelitian. Tahapannya meliputi analisis kebutuhan, perancangan basis data dan sistem, pembangunan, pengujian, serta implementasi [12], [13]. Analisis kebutuhan dilakukan melalui observasi awal, pemeriksaan dokumen, dan studi literatur. Pengguna sasaran terdiri atas pegawai atau petugas pengelola irigasi dan anggota Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A).

Prapemrosesan mencakup pemeriksaan struktur dan kelengkapan atribut, penyeragaman nama objek, pemeriksaan geometri dan topologi, penyeragaman sistem koordinat, serta ekstraksi foto dari dokumen sumber. Pengaitan dilakukan berdasarkan nama atau identitas objek yang telah diperiksa dan diseragamkan. Perancangan basis data dilakukan pada tingkat konseptual, logis, dan fisik dengan menetapkan objek, geometri, atribut, hubungan antardata, dan bentuk penyimpanan [14]. Data disimpan dalam GeoPackage, yaitu format terbuka berbasis SQLite yang dapat menyimpan fitur vektor, atribut, dan sistem referensi koordinat dalam satu berkas [15]. Hasil perancangan konseptual basis data disajikan pada Gambar 2.

Integrasi dilakukan dengan menjadikan objek spasial sebagai kerangka utama. Nama dan identitas jaringan serta bangunan diperiksa terhadap IKS dan Konjar, kemudian diseragamkan sebelum proses pengaitan. Atribut kondisi, fungsi, dan karakteristik teknis dari kedua dokumen dipindahkan ke objek yang memiliki identitas sama. Foto diekstraksi dari berkas IKS dan Konjar, diberi struktur folder yang konsisten, lalu lokasi relatif berkasnya dicatat pada atribut bangunan. Dengan mekanisme ini, satu objek pada GeoPackage memuat geometri, atribut pengelolaan, dan penghubung menuju dokumentasi foto yang sesuai.

Pemetaan terhadap KUGI versi 5.1 dilakukan dengan membandingkan nama, definisi, fungsi, dan tipe geometri setiap objek. Objek yang sesuai menggunakan nama layer dan struktur atribut yang mengacu pada KUGI, sedangkan bangunan irigasi yang tidak mempunyai padanan sesuai disimpan dalam layer Bendung\_Tetap dan Bangunan\_Lainnya dengan skema khusus proyek. Atribut teknis dari IKS dan Konjar tetap dipertahankan sesuai kebutuhan penyajian.

WebGIS dibangun dengan menyiapkan layer, simbolisasi, label, atribut, serta hubungan foto pada QGIS 3.44. Proyek diekspor menggunakan qgis2web 4.3.2 menjadi halaman berbasis Leaflet, kemudian HTML, CSS, dan JavaScript disesuaikan untuk menyediakan pencarian objek, pop-up atribut dan foto, legenda, pilihan peta dasar, alat ukur, serta navigasi. Hasilnya dipublikasikan melalui GitHub dan Cloudflare Pages. WebGIS bersifat statis: data tidak dapat ditambah, diubah, atau dihapus melalui browser; pembaruan dilakukan di QGIS lalu diekspor dan dipublikasikan kembali.



Gambar 2. Rancangan konseptual basis data geospasial

## 2.3 Metode Pengujian

Black-box testing digunakan untuk memeriksa kesesuaian masukan, tindakan pengguna, dan keluaran 13 fungsi tanpa menilai struktur kode program. Pengujian dilakukan pada Google Chrome dan Mozilla Firefox. Efektivitas diukur menggunakan TCR terhadap tujuh tugas. Nilai TCR dihitung sebagai perbandingan jumlah tugas yang berhasil diselesaikan terhadap seluruh pelaksanaan tugas, kemudian dikalikan 100%.

Usability dievaluasi menggunakan SUS, yaitu sepuluh pernyataan dengan skala respons 1–5 [16]. Kontribusi butir ganjil dihitung dari skor jawaban dikurangi satu, sedangkan kontribusi butir genap dihitung dari lima dikurangi skor jawaban. Jumlah kontribusi dikalikan 2,5 sehingga menghasilkan skor 0–100. Skor tersebut merupakan ukuran usability dan bukan persentase kepuasan [17], [18]. Pengujian pengguna melibatkan 20 responden yang dipilih secara purposive yaitu 12 pegawai atau petugas pengelola irigasi dan 8 anggota P3A [19].

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Prapemrosesan dan Integrasi Data

Pemeriksaan dilakukan terhadap 33 objek, terdiri atas sembilan jaringan irigasi dan 24 bangunan. Sebanyak 25 nama telah sesuai antar-sumber dan delapan nama jaringan diseragamkan; seluruh objek akhirnya dapat dipadankan. Pemeriksaan geometri tidak menemukan geometri kosong atau tidak valid pada data jaringan, bangunan, area layanan, batas administrasi, sungai, jalan, permukiman, dan kontur. Sistem koordinat data awal yang belum terdefinisi kemudian ditetapkan menjadi EPSG:32749 sesuai wilayah penelitian.

Sebanyak 170 foto diekstraksi dan seluruhnya berhasil dikaitkan dengan 24 bangunan irigasi. Integrasi menghasilkan sembilan objek jaringan, dua bendung tetap, 22 bangunan lainnya, 19 poligon area layanan, beserta atribut dan dokumentasi terkait. Foto disimpan dalam folder terstruktur dan lokasi relatifnya dicatat pada atribut. Susunan ini memungkinkan atribut dan foto ditampilkan pada objek yang sama, tetapi keterhubungannya tetap bergantung pada konsistensi identitas, penamaan berkas, dan struktur folder. Ringkasan hasil integrasi disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Ringkasan hasil integrasi data

| Kelompok data    | Jumlah objek | Terintegrasi | Tidak terintegrasi |
|------------------|--------------|--------------|--------------------|
| Jaringan irigasi | 9            | 9            | 0                  |
| Bendung tetap    | 2            | 2            | 0                  |
| Bangunan lainnya | 22           | 22           | 0                  |
| Dokumentasi foto | 170          | 170          | 0                  |
| Area layanan     | 19           | 19           | 0                  |

### 3.2 Basis Data Geospasial dan Penerapan KUGI

Basis data konseptual menghubungkan jaringan, bangunan, area layanan, atribut IKSI dan Konjar, dokumentasi foto, dan objek spasial pendukung. Rancangan logis menerjemahkannya menjadi tipe geometri, identitas, atribut, dan mekanisme pengaitan. Pada rancangan fisik, seluruh layer disimpan dalam satu GeoPackage bersama informasi sistem koordinat dan konfigurasi gaya. GeoPackage menjadi sumber utama proyek QGIS dan bahan ekspor WebGIS.

Jaringan irigasi, area layanan, batas administrasi, sungai, jalan, permukiman, dan kontur dipetakan ke unsur KUGI yang dinilai sesuai. KUGI mensyaratkan bahwa pemetaan unsur mempertimbangkan definisi, fungsi, dan tipe geometri, bukan hanya kemiripan nama [6]. Bangunan irigasi tertentu tidak dipaksakan ke unsur KUGI karena padanan yang tersedia tidak sepenuhnya mewakili variasi fungsi objek serta kebutuhan atribut IKSI, Konjar, dan dokumentasi foto. Sesuai prinsip perancangan basis data yang menyesuaikan struktur logis dengan kebutuhan informasi pengguna [14], objek tersebut ditempatkan dalam layer Bendung\_Tetap dan Bangunan\_Lainnya menggunakan skema khusus proyek. Skema ini mempertahankan makna dan kelengkapan informasi, tidak diberi kode unsur KUGI, dan tidak dimaksudkan untuk menggantikan katalog resmi. Dengan demikian, basis data mengacu pada KUGI secara selektif, bukan sepenuhnya mengikuti KUGI untuk semua objek. Hasil penyusunan layer dan kode unsur KUGI disajikan pada **Tabel 3**.

**Tabel 3.** Hasil penyusunan layer dan kode unsur KUGI

| Data               | Geometri | Nama layer           | Unsur/kode KUGI                 |
|--------------------|----------|----------------------|---------------------------------|
| Jaringan irigasi   | Garis    | IRIGASI_LN_25K       | Saluran irigasi (DA02060040)    |
| Area layanan       | Poligon  | DAERAHIRIGASI_AR_25K | Daerah irigasi (DA03060460)     |
| Batas administrasi | Poligon  | ADMINISTRASI_AR_25K  | Batas administrasi (BA03060040) |
| Sungai             | Garis    | SUNGAI_LN_25K        | Sungai (DA02060400)             |
| Jalan              | Garis    | JALAN_LN_25K         | Jalan (CA02060160)              |
| Permukiman         | Poligon  | PERMUKIMAN_AR_25K    | Permukiman (GA03060140)         |
| Kontur             | Garis    | KONTUR_LN_25K        | Kontur (EA02060100)             |
| Bendung tetap      | Titik    | Bendung_Tetap        | Skema proyek; tanpa kode KUGI   |
| Bangunan lainnya   | Titik    | Bangunan_Lainnya     | Skema proyek; tanpa kode KUGI   |

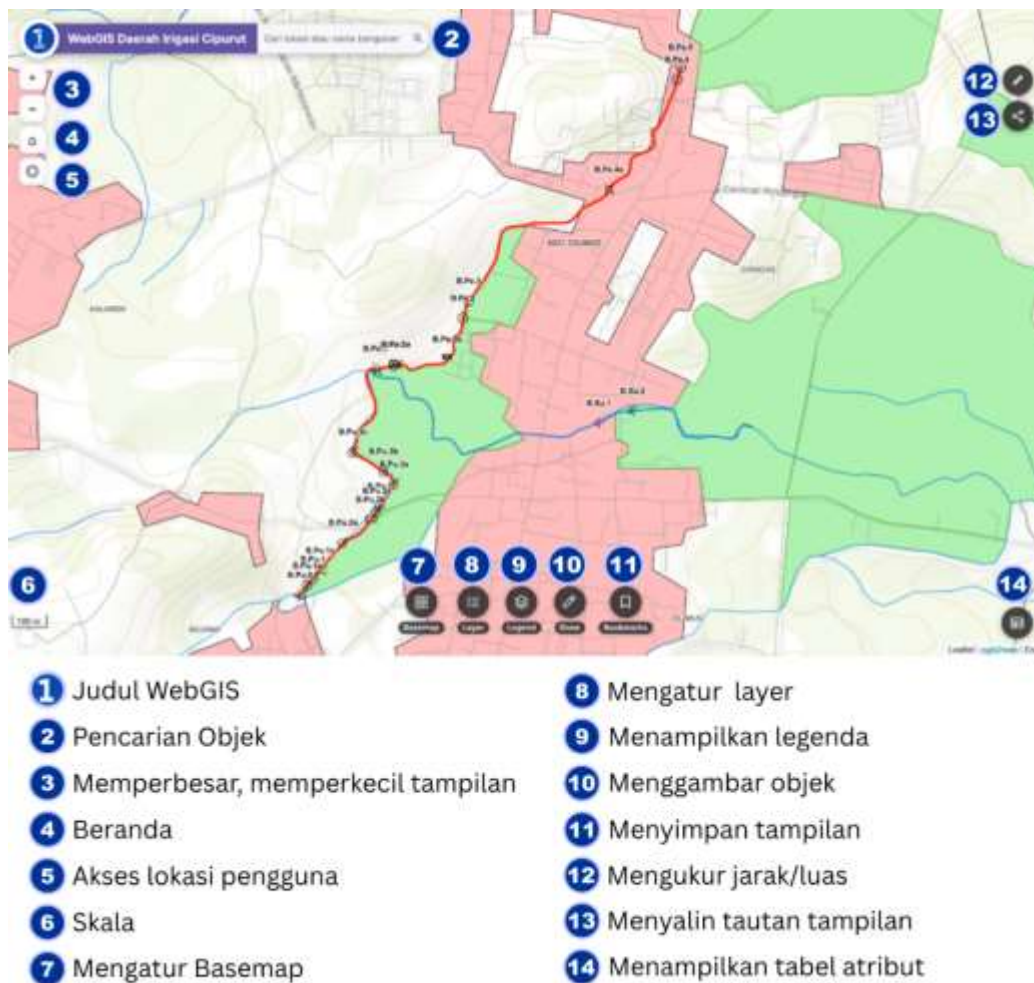
Pengaitan berbasis nama dapat diterapkan pada data penelitian setelah penyeragaman, tetapi lebih rentan terhadap perubahan dibandingkan identitas unik yang tetap. Pemutakhiran berikutnya perlu mempertahankan identitas objek yang sama pada data spasial, IKSI, Konjar, dan foto. Dokumentasi struktur skema khusus juga diperlukan apabila data akan dipertukarkan atau diintegrasikan dengan sistem lain.

### 3.3 Hasil Pembangunan WebGIS

WebGIS menyatukan jaringan irigasi, bangunan, area layanan, atribut IKSI dan Konjar, serta dokumentasi foto dalam satu antarmuka berbasis lokasi. Integrasi ini membuat pengguna tidak lagi harus membuka dan mencocokkan beberapa berkas untuk mengetahui posisi, kondisi, fungsi, karakteristik teknis, dan foto suatu objek. Informasi dapat ditelusuri melalui pencarian dan pemilihan objek pada peta sehingga

mendukung inventarisasi, penelusuran kebutuhan pemeliharaan, monitoring kondisi berdasarkan data tahun 2025, serta akses informasi melalui browser. Panel layer dan legenda membantu pengguna mengatur konteks informasi, sedangkan alat pengukuran mendukung pemeriksaan spasial dasar. Pengolahan dan pembaruan data tetap dilakukan melalui QGIS.

WebGIS Daerah Irigasi Cipurut telah dipublikasikan melalui Cloudflare Pages dan dapat diakses menggunakan browser pada alamat <https://gisdaerahirigasi.pages.dev/>. Tampilan utama WebGIS ditunjukkan pada **Gambar 3**.



**Gambar 3.** Tampilan utama WebGIS Daerah Irigasi Cipurut

Dibandingkan penelitian WebGIS irigasi sebelumnya [8]–[11], kebaruan penelitian ini adalah model integrasi data pengelolaan irigasi yang menghubungkan geometri objek, atribut IKSI dan Konjar, serta 170 foto dalam satu basis data dan antarmuka WebGIS; standarisasi struktur melalui penerapan KUGI versi 5.1 secara selektif disertai skema khusus untuk objek yang tidak memiliki padanan sesuai; serta evaluasi multi-indikator yang menggabungkan black-box testing, TCR, dan SUS. Kombinasi ketiga komponen tersebut membedakan penelitian ini dari WebGIS yang hanya berfokus pada penyajian peta atau satu jenis informasi irigasi. Kontribusinya berupa model penyusunan dan penyajian informasi pengelolaan irigasi yang dapat diterapkan pada data sejenis dengan tetap menyesuaikan katalog unsur dan kebutuhan atribut setiap daerah irigasi.

### 3.4 Hasil Pengujian

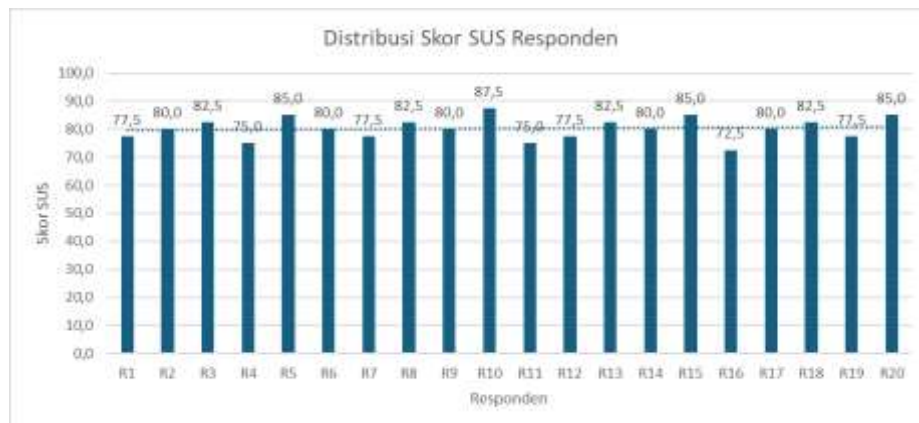
Black-box testing menunjukkan bahwa seluruh 13 fungsi menghasilkan keluaran sesuai rancangan pada Google Chrome dan Mozilla Firefox. Capaian 100% menunjukkan kesesuaian fungsi dalam lingkungan pengujian, tetapi tidak membuktikan bahwa sistem bebas dari seluruh kemungkinan kesalahan atau akan berjalan sama pada semua perangkat dan browser.

Dalam pengujian TCR, responden menyelesaikan 134 dari 140 pelaksanaan tugas sehingga diperoleh nilai 95,71%. Tugas menampilkan dokumentasi foto dan mengukur jarak masing-masing memperoleh 90%,

lebih rendah daripada tugas lainnya. Karena pengujian hanya mencatat status berhasil atau tidak berhasil tanpa waktu penyelesaian dan observasi kesalahan, penyebab kegagalan tidak dapat dipastikan. Ringkasan hasil pengujian disajikan pada **Tabel 4** dan distribusi skor SUS responden ditunjukkan pada **Gambar 4**.

**Tabel 4.** Ringkasan hasil pengujian WebGIS

| Metode                 | Aspek              | Hasil  | Interpretasi                |
|------------------------|--------------------|--------|-----------------------------|
| Black-box testing      | Kesesuaian fungsi  | 100%   | 13 fungsi sesuai rancangan  |
| Task Completion Rate   | Efektivitas tugas  | 95,71% | 134 dari 140 tugas berhasil |
| System Usability Scale | Persepsi usability | 80,25  | Sangat baik (excellent)     |



**Gambar 4.** Distribusi skor SUS responden

Skor SUS rata-rata sebesar 80,25, dengan skor terendah 72,5 dan tertinggi 87,5. Berdasarkan interpretasi adjective rating, nilai tersebut berada pada kategori sangat baik (*excellent*) [17]. Black-box testing, TCR, dan SUS memberi informasi berbeda: kesesuaian keluaran fungsi, keberhasilan menyelesaikan tugas, dan persepsi usability. Gabungan ketiganya menunjukkan capaian teknis dan penggunaan yang baik pada kondisi penelitian, sekaligus mengidentifikasi fungsi foto dan pengukuran jarak sebagai perhatian perbaikan.

Hasil TCR dan SUS hanya menggambarkan 20 responden purposive yang dilibatkan dan tidak digunakan untuk generalisasi statistik terhadap seluruh calon pengguna. Pengujian juga belum mencakup performa lintas perangkat dan ukuran layar secara rinci, keamanan, aksesibilitas, variasi koneksi internet, penggunaan jangka panjang, maupun dampak sistem terhadap kegiatan operasional pengelolaan irigasi.

#### 4. Kesimpulan

Basis data geospasial Daerah Irigasi Cipurut berhasil dirancang dalam format GeoPackage dengan EPSG:32749 melalui tahapan konseptual, logis, dan fisik. Data spasial terintegrasi dengan atribut IKSI, Konjar, dan 170 foto tahun 2025. Penerapan KUGI versi 5.1 dilakukan secara selektif berdasarkan kesesuaian definisi dan geometri, sedangkan bangunan yang tidak memiliki padanan sesuai dikelola dengan skema khusus proyek.

WebGIS berbasis QGIS, qgis2web, dan Leaflet berhasil menyajikan peta, atribut, foto, pencarian, legenda, pilihan peta dasar, pengukuran, dan navigasi melalui browser. Seluruh 13 fungsi yang diuji sesuai rancangan pada dua browser. Pengujian terhadap 20 responden menghasilkan TCR 95,71% dan skor SUS rata-rata 80,25 dalam kategori sangat baik. Hasil tersebut berlaku pada ruang lingkup dan kondisi pengujian penelitian.

Pengembangan selanjutnya disarankan menggunakan identitas unik yang konsisten, memperjelas kontrol foto dan pengukuran, serta mempertimbangkan basis data sisi server dengan autentikasi, hak akses, validasi, pencatatan perubahan, dan pencadangan. Pengujian lanjutan perlu melibatkan responden, perangkat, browser, dan kondisi koneksi yang lebih beragam serta mencatat waktu dan kesalahan tugas.

#### 5. Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Program Studi Teknik Geodesi, Institut Teknologi Nasional Bandung, Dinas Sumber Daya Air Provinsi Jawa Barat, petugas pengelola irigasi, dan anggota P3A yang mendukung penyediaan data dan pelaksanaan pengujian.

## 6. Referensi

- [1] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, “Peraturan Menteri PUPR Nomor 12/PRT/M/2015 tentang Eksploitasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi,” Jakarta, Indonesia, 2015.
- [2] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, “Peraturan Menteri PUPR Nomor 23/PRT/M/2015 tentang Pengelolaan Aset Irigasi,” Jakarta, Indonesia, 2015.
- [3] P. A. Longley, M. F. Goodchild, D. J. Maguire, and D. W. Rhind, *Geographic Information Science and Systems*, 4th ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2015.
- [4] Republik Indonesia, “Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2011 tentang Informasi Geospasial,” Jakarta, Indonesia, 2011.
- [5] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, “Peraturan Menteri PUPR Nomor 14/PRT/M/2015 tentang Kriteria dan Penetapan Status Daerah Irigasi,” Jakarta, Indonesia, 2015.
- [6] Badan Informasi Geospasial, *Buku I Prinsip Dasar Katalog Unsur Geografi Indonesia Versi 5*. Bogor, Indonesia: BIG, 2018.
- [7] P. Fu and J. Sun, *Web GIS: Principles and Applications*. Redlands, CA, USA: Esri Press, 2011.
- [8] M. Benny, R. Molenaar, and S. E. Pakasi, “Sistem informasi berbasis WebGIS jaringan irigasi persawahan Popontolen Kecamatan Tumpaan Kabupaten Minahasa Selatan,” *COCOS*, vol. 11, no. 2, 2019, doi: 10.35791/cocos.v1i1.27294.
- [9] I. Ramli, F. Khairani, F. Fachruddin, and D. S. Jayanti, “Pemetaan kinerja sistem irigasi berbasis WebGIS pada Daerah Irigasi Krueng Jreu Kabupaten Aceh Besar,” *agriTECH*, vol. 42, no. 2, pp. 177–186, 2022, doi: 10.22146/agritech.64953.
- [10] A. E. Wibawanto, F. Sobatnu, and J. Ramadaniaty, “Sistem Informasi Geografis berbasis web Daerah Irigasi Batang Alai Selatan Kabupaten Hulu Sungai Tengah,” *POSITIF*, vol. 6, no. 1, 2020, doi: 10.31961/positif.v6i1.752.
- [11] D. Djafar, R. Takdir, and B. Ahaliki, “Sistem Informasi Geografis daerah irigasi di Provinsi Gorontalo berbasis web,” *Diffusion*, vol. 5, no. 1, pp. 205–212, 2025, doi: 10.37031/diffusion.v5i1.30228.
- [12] I. Sommerville, *Software Engineering*, 10th ed. Boston, MA, USA: Pearson, 2016.
- [13] R. S. Pressman and B. R. Maxim, *Software Engineering: A Practitioner’s Approach*, 9th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill Education, 2020.
- [14] T. Connolly and C. Begg, *Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management*, 6th ed. Harlow, U.K.: Pearson, 2015.
- [15] Open Geospatial Consortium, “OGC GeoPackage Encoding Standard, Version 1.4.0, OGC 12-128r19,” 2024. [Online]. Available: <https://docs.ogc.org/is/12-128r19/12-128r19.html>
- [16] J. Brooke, “SUS: A ‘quick and dirty’ usability scale,” in *Usability Evaluation in Industry*, P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, and I. L. McClelland, Eds. London, U.K.: Taylor & Francis, 1996, pp. 189–194.
- [17] A. Bangor, P. Kortum, and J. Miller, “Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale,” *Journal of Usability Studies*, vol. 4, no. 3, pp. 114–123, 2009.
- [18] J. Sauro and J. R. Lewis, *Quantifying the User Experience: Practical Statistics for User Research*, 2nd ed. Cambridge, MA, USA: Morgan Kaufmann, 2016.
- [19] L. A. Palinkas, S. M. Horwitz, C. A. Green, J. P. Wisdom, N. Duan, and K. Hoagwood, “Purposeful sampling for qualitative data collection and analysis in mixed method implementation research,” *Administration and Policy in Mental Health and Mental Health Services Research*, vol. 42, no. 5, pp. 533–544, 2015, doi: 10.1007/s10488-013-0528-y.