

Sistem Pendukung Keputusan Penanganan Kekeringan Melalui Prioritas Distribusi Air Bersih Menggunakan Metode AHP Berbasis GIS, Studi Kasus : Desa Tangga Bosi, Kecamatan Siabu

Muhammad Musthafa^{1*}, Marah Doly Nst

¹Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Article Info	ABSTRAK
Article history: Received Oktober 10, 2026 Revised Oktober 10, 2026 Accepted Oktober 10, 2026	Penelitian ini membahas pembangunan Sistem Pendukung Keputusan Penanganan Kekeringan melalui Prioritas Distribusi Air Bersih Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process berbasis Geographic Information System di Desa Tangga Bosi, Kecamatan Siabu. Penentuan wilayah prioritas distribusi air bersih masih bergantung pada laporan manual dan pertimbangan umum, sehingga diperlukan proses penilaian yang objektif, terukur, dan berbasis lokasi. Penelitian menggunakan penelitian terapan dengan pendekatan kuantitatif deskriptif. Data yang diolah mencakup lima titik distribusi dan lima kriteria, yaitu tingkat kekeringan, jumlah penduduk terdampak, jarak dari sumber air, akses jalan, dan ketersediaan sumber air bersih. Sistem mengelola data alternatif, skala penilaian, perbandingan berpasangan, bobot kriteria, hasil prioritas, peta digital, dan laporan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa tingkat kekeringan memiliki bobot tertinggi sebesar 0,3782 dengan Consistency Ratio sebesar 0,0116 sehingga matriks dinyatakan konsisten. Hasil perankingan menempatkan Dusun II Desa Tangga Bosi sebagai prioritas pertama dengan nilai 4,7247. Integrasi Leaflet.js dan OpenStreetMap menampilkan hasil prioritas dalam bentuk marker peta, sedangkan pengujian Black Box menunjukkan seluruh fungsi utama berjalan sesuai rancangan. Hasil ini digunakan sebagai dasar penentuan urutan penyaluran air bersih pada wilayah terdampak kekeringan.
Kata Kunci: Sistem Pendukung Keputusan, Kekeringan, Distribusi Air Bersih, AHP, GIS	ABSTRACT <i>This study discusses the development of a Decision Support System for drought management through clean water distribution prioritization using the Analytical Hierarchy Process method based on a Geographic Information System in Tangga Bosi Village, Siabu District. Priority areas for clean water distribution were previously determined using manual reports and general considerations; therefore, an objective, measurable, and location-based assessment was required. This applied research uses a descriptive quantitative approach. The analysis involves five distribution points and five criteria: drought level, affected population, distance from water sources, road access, and clean water availability. The system manages distribution point data, assessment scales, pairwise comparisons, criterion weights, priority results, digital maps, and reports. The highest criterion weight is drought level at 0.3782, with a Consistency Ratio of 0.0116, indicating a consistent comparison matrix. The ranking places Dusun II of Tangga Bosi Village as the first priority, with a final score of 4.7247. Leaflet.js and OpenStreetMap visualize priorities through map markers, while Black Box testing indicates that all main system</i>

functions operate as designed. The outcomes support the selection of distribution order for drought-affected areas.

This is an open access article under the [CC BY](#) license



Corresponding Author:

Muhammad Musthafa
Program Studi Sistem Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Medan, Indonesia
Email: muhammadmusthafa41464@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Kekeringan merupakan kondisi berkurangnya ketersediaan air dalam suatu wilayah akibat rendahnya curah hujan, menurunnya cadangan air permukaan, atau terbatasnya sumber air tanah dalam periode tertentu. Kondisi ini tidak hanya berdampak pada sektor pertanian, tetapi juga langsung memengaruhi kebutuhan dasar masyarakat, terutama akses terhadap air bersih untuk minum, memasak, mandi, sanitasi, dan aktivitas rumah tangga lainnya. Kekeringan juga termasuk bencana yang berkembang secara perlahan, sehingga dampaknya sering baru terlihat ketika masyarakat sudah mengalami kesulitan air dalam skala luas. [1], [2].

Permasalahan utama dalam penanganan kekeringan adalah belum optimalnya proses penentuan wilayah prioritas distribusi air bersih. Pada banyak kasus, penyaluran air masih dilakukan berdasarkan laporan masyarakat, kedekatan lokasi, atau pertimbangan administratif semata, tanpa didukung analisis prioritas yang terukur. Akibatnya, wilayah yang memiliki tingkat kerawanan lebih tinggi, jumlah penduduk terdampak lebih besar, akses sumber air lebih jauh, atau kondisi geografis lebih sulit tidak selalu mendapatkan penanganan lebih dahulu. Kondisi tersebut menimbulkan ketidakefisienan dalam distribusi bantuan air bersih, terutama ketika jumlah armada, volume air, waktu distribusi, dan sumber daya pemerintah daerah sangat terbatas.

Penelitian sebelumnya oleh Putranto, Mustiono, dan Hidayatillah [4] menggunakan penginderaan jauh dan AHP untuk menganalisis potensi air tanah dalam mengatasi kekeringan di Kabupaten Rembang. Penelitian Razi, Zahratunnisa, dan Retongga [5] menunjukkan bahwa integrasi GIS dan AHP dapat digunakan untuk menentukan zona potensi air tanah dalam pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan.

Pendekatan GIS dan AHP juga digunakan untuk menilai kerentanan pertanian terhadap kekeringan di Jawa Timur [6] dan kerentanan kekeringan di daerah aliran sungai Kangsabati [7]. Aprillya dan Chasanah [3] menerapkan Fuzzy AHP untuk mengidentifikasi daerah rawan kekeringan di Kabupaten Lamongan. Penelitian ini berfokus pada prioritas distribusi air bersih di wilayah terdampak, bukan hanya pemetaan potensi sumber air.

Untuk menjawab permasalahan tersebut, dibutuhkan Sistem Pendukung Keputusan yang mampu membantu pihak terkait dalam menentukan prioritas wilayah penanganan kekeringan secara objektif dan sistematis. Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) digunakan karena mampu menyusun permasalahan keputusan ke dalam bentuk hierarki, membandingkan kriteria secara berpasangan, serta menghasilkan bobot prioritas berdasarkan tingkat kepentingan masing-masing kriteria. Dalam konteks penanganan kekeringan, kriteria yang dapat digunakan meliputi tingkat kekeringan, jumlah penduduk terdampak, jarak wilayah dari sumber air, ketersediaan fasilitas umum, kondisi akses jalan, kapasitas distribusi, dan tingkat kebutuhan air bersih. Hasil perhitungan AHP kemudian dipadukan dengan Geographic Information System (GIS) agar data prioritas dapat ditampilkan dalam bentuk peta digital.

GIS sendiri merupakan teknologi yang digunakan untuk membuat, mengelola, menganalisis, dan memetakan data berbasis lokasi, sehingga sangat relevan untuk melihat sebaran wilayah terdampak secara spasial [3].

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan akan sistem yang tidak hanya menghitung prioritas secara numerik, tetapi juga menyajikan informasi wilayah terdampak dalam bentuk peta yang mudah dipahami oleh pengambil keputusan. Penanganan kekeringan membutuhkan kecepatan, ketepatan, dan transparansi, karena keterlambatan distribusi air bersih dapat mengganggu kesehatan masyarakat, aktivitas ekonomi, pendidikan, serta kualitas hidup penduduk terdampak. Dengan adanya sistem berbasis AHP dan GIS, proses penentuan prioritas distribusi air bersih menjadi lebih terarah karena keputusan tidak lagi hanya bergantung pada perkiraan manual, tetapi didukung oleh kriteria yang jelas, bobot yang terukur, dan visualisasi lokasi yang akurat. Penelitian ini penting dilakukan sebagai upaya mendukung tata kelola kebencanaan yang lebih responsif, berbasis data, dan sesuai dengan kebutuhan lapangan.

Kajian sistem pendukung keputusan untuk penanganan bencana juga memanfaatkan kombinasi GIS dan metode pengambilan keputusan multikriteria [8]. Tujuan penelitian adalah merancang Sistem Pendukung Keputusan berbasis web untuk menentukan prioritas distribusi air bersih, menerapkan AHP untuk menghitung bobot dan perangkingan titik distribusi, serta mengintegrasikan hasil prioritas dengan peta digital Leaflet.js dan OpenStreetMap.

2. METODE

2.1 Jenis, Lokasi, dan Pengumpulan Data

Jenis penelitian ini adalah penelitian terapan dengan pendekatan kuantitatif deskriptif. Penelitian terapan digunakan karena penelitian menghasilkan Sistem Pendukung Keputusan berbasis web yang digunakan untuk menentukan prioritas distribusi air bersih pada titik terdampak kekeringan di Desa Tangga Bosi, Kecamatan Siabu. Sistem mengelola data titik distribusi, kriteria penilaian, perbandingan berpasangan, nilai alternatif, hasil perhitungan Analytical Hierarchy Process, dan informasi koordinat yang disajikan melalui peta digital berbasis Geographic Information System.

Pendekatan kuantitatif digunakan karena penentuan prioritas dilakukan melalui pengolahan nilai numerik. Setiap kriteria dibandingkan secara berpasangan untuk memperoleh bobot prioritas. Bobot tersebut diuji menggunakan Consistency Index dan Consistency Ratio agar pertimbangan yang digunakan memiliki tingkat konsistensi yang dapat diterima. Nilai setiap titik distribusi di Desa Tangga Bosi kemudian dikalikan dengan bobot kriteria untuk memperoleh nilai akhir dan urutan prioritas distribusi air bersih.

Sifat deskriptif digunakan untuk menjelaskan kondisi Desa Tangga Bosi, tahapan pengumpulan data, proses pembobotan, pengujian konsistensi, penilaian alternatif, perangkingan, serta visualisasi lokasi pada peta digital. Hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel bobot, hasil konsistensi, peringkat titik distribusi, kategori prioritas, dan marker lokasi pada Leaflet.js dengan OpenStreetMap sebagai peta dasar.

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Tangga Bosi, Kecamatan Siabu, Kabupaten Mandailing Natal, Provinsi Sumatera Utara, dengan fokus pada penentuan prioritas distribusi air bersih pada wilayah desa ketika terjadi kekeringan. Data yang dibutuhkan meliputi identitas titik distribusi, tingkat kekeringan, jumlah penduduk terdampak, jarak dari sumber air, kondisi akses jalan, ketersediaan sumber air bersih, latitude, dan longitude. Tahap pengembangan sistem dilakukan pada lingkungan komputer lokal menggunakan PHP, CodeIgniter 3, MySQL, Leaflet.js, dan OpenStreetMap. Waktu penelitian direncanakan berlangsung selama enam bulan, yaitu Januari 2026 sampai Juni 2026. Kegiatan dimulai dari studi literatur dan pengumpulan data, dilanjutkan dengan analisis kebutuhan, perancangan sistem, perhitungan AHP, implementasi aplikasi dan GIS, pengujian, serta penyusunan laporan. Rincian waktu penelitian disajikan pada Tabel 1.

Pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur, observasi, wawancara dan dokumentasi. Observasi digunakan untuk melihat kondisi sumber air lokal, kesulitan akses kendaraan, jarak pengiriman dan kondisi permukiman. Wawancara digunakan untuk memperoleh pertimbangan tingkat kepentingan kriteria, sedangkan dokumentasi mengumpulkan identitas titik distribusi, jumlah penduduk terdampak dan koordinat lokasi.

2.2 Alternatif dan Kriteria Penilaian

Implementasi metode AHP dilakukan untuk menentukan tingkat kepentingan setiap kriteria dan menghitung prioritas titik distribusi air bersih di Desa Tangga Bosi. Contoh perhitungan pada subbab ini menggunakan lima titik distribusi sebagai alternatif. Nilai pada perhitungan dapat digunakan secara langsung pada data lapangan yang dimasukkan ke dalam sistem.

Tabel 1. Alternatif titik distribusi air bersih

Kode	Nama Alternatif
A1	Titik Distribusi 1 Desa Tangga Bosi
A2	Titik Distribusi 2 Desa Tangga Bosi
A3	Titik Distribusi 3 Desa Tangga Bosi
A4	Titik Distribusi 4 Desa Tangga Bosi
A5	Titik Distribusi 5 Desa Tangga Bosi

Kriteria disusun berdasarkan faktor yang berhubungan langsung dengan tingkat kebutuhan distribusi air bersih. Seluruh kriteria dinilai dalam arah prioritas, sehingga nilai yang lebih besar menunjukkan kondisi yang lebih mendesak.

Tabel 2. Kriteria penilaian AHP

Kode	Kriteria	Sifat	Keterangan
C1	Tingkat kekeringan	Benefit	Tingkat keparahan kekurangan air pada wilayah.
C2	Jumlah penduduk terdampak	Benefit	Jumlah masyarakat yang mengalami keterbatasan air bersih.
C3	Jarak dari sumber air	Benefit	Jarak wilayah menuju sumber atau titik pengisian air.
C4	Akses jalan	Benefit	Tingkat kesulitan akses armada menuju wilayah.
C5	Ketersediaan sumber air bersih	Benefit	Tingkat keterbatasan sumber air yang masih dapat digunakan.

Seluruh kriteria diarahkan sebagai nilai tingkat kebutuhan, sehingga nilai yang lebih besar menunjukkan kondisi lebih mendesak. Skala penilaian alternatif menggunakan rentang satu sampai lima untuk tingkat kekeringan, penduduk terdampak, jarak dari sumber air, akses jalan dan ketersediaan sumber air.

2.3 Tahapan Analisis dan Pengujian

Teknik analisis data dilakukan menggunakan metode Analytical Hierarchy Process untuk menghasilkan bobot kriteria dan menentukan urutan prioritas titik distribusi air bersih di Desa Tangga

Bosi. Setiap tahapan dilakukan secara berurutan agar hasil perhitungan dapat ditelusuri dari data awal sampai rekomendasi akhir. Tahapan analisis data pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tahapan AHP terdiri atas penentuan alternatif dan kriteria, penyusunan matriks perbandingan berpasangan, normalisasi, perhitungan bobot, pengujian konsistensi, penilaian alternatif, serta perhitungan nilai akhir dan perankingan. Perbandingan berpasangan menggunakan skala kepentingan AHP dari satu sampai sembilan [9].

Nilai matriks dibagi dengan jumlah kolom yang bersesuaian, lalu rata-rata setiap baris digunakan sebagai bobot kriteria. Konsistensi dihitung melalui λ_{maks} , Consistency Index (CI), dan Consistency Ratio (CR); matriks diterima ketika nilai CR tidak lebih dari 0,10. Nilai akhir alternatif adalah jumlah perkalian bobot kriteria dengan skor alternatif. Hasil peringkat ditampilkan menggunakan Leaflet.js dan OpenStreetMap.

Aplikasi dirancang berbasis web menggunakan PHP, CodeIgniter 3, dan MySQL, dengan pengelolaan data titik distribusi, kriteria, skala penilaian, perbandingan AHP, peta GIS, dan laporan. Peta menggunakan Leaflet.js serta OpenStreetMap. Pengujian dilakukan dengan pendekatan Black Box untuk melihat kesesuaian keluaran terhadap masukan pada setiap fungsi utama.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Matriks Perbandingan dan Bobot Kriteria

Matriks perbandingan berpasangan disusun berdasarkan tingkat kepentingan antar kriteria. Nilai diagonal bernilai satu karena suatu kriteria dibandingkan dengan dirinya sendiri. Nilai pada posisi kebalikan mengikuti hubungan berikut. Matriks perbandingan yang digunakan pada contoh perhitungan disajikan pada Tabel 3. Tingkat kekeringan ditempatkan sebagai kriteria paling dominan, diikuti jumlah penduduk terdampak dan ketersediaan sumber air bersih.

Tabel 3. Matriks perbandingan berpasangan antar kriteria

Kriteria	C1	C2	C3	C4	C5
C1	1	2	3	5	2
C2	1/2	1	2	4	1
C3	1/3	1/2	1	3	1/2
C4	1/5	1/4	1/3	1	1/4
C5	1/2	1	2	4	1
Jumlah	2,5333	4,7500	8,3333	17,0000	4,7500

Normalisasi dilakukan dengan membagi setiap nilai matriks dengan jumlah kolomnya. Rumus normalisasi dinyatakan pada Persamaan 3. Bobot prioritas diperoleh dari rata rata nilai normalisasi pada setiap baris. Rumus bobot dinyatakan pada Persamaan 4

Tabel 4. Normalisasi matriks dan bobot kriteria

Kriteria	C1	C2	C3	C4	C5	Bobot
C1	0,3947	0,4211	0,3600	0,2941	0,4211	0,3782
C2	0,1974	0,2105	0,2400	0,2353	0,2105	0,2187
C3	0,1316	0,1053	0,1200	0,1765	0,1053	0,1277
C4	0,0789	0,0526	0,0400	0,0588	0,0526	0,0566
C5	0,1974	0,2105	0,2400	0,2353	0,2105	0,2187
Jumlah	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Hasil normalisasi menunjukkan bobot C1 sebesar 0,3782, C2 sebesar 0,2187, C3 sebesar 0,1277, C4 sebesar 0,0566, dan C5 sebesar 0,2187. Jumlah seluruh bobot adalah 1,0000. Dengan demikian,

tingkat kekeringan memiliki pengaruh terbesar dalam penentuan prioritas distribusi air bersih di Desa Tangga Bosi.

3.2 Uji Konsistensi AHP

Pengujian konsistensi dimulai dengan menghitung lambda maksimum. Nilai lambda maksimum diperoleh dari rata rata hasil pembagian vektor hasil perkalian matriks dengan bobot terhadap bobot masing masing kriteria.

Nilai lambda maksimum sebesar 5,0519 digunakan untuk menghitung Consistency Index dan Consistency Ratio. Rumus Consistency Index dan Consistency Ratio dinyatakan pada Persamaan 3.5 dan Persamaan 3.6.

Dengan jumlah kriteria sebanyak lima dan nilai Random Index sebesar 1,12, perhitungan konsistensi adalah sebagai berikut. Nilai Consistency Ratio sebesar 0,0116 atau 1,16 persen. Nilai tersebut lebih kecil dari 0,10, sehingga matriks perbandingan dinyatakan konsisten dan bobot kriteria dapat digunakan dalam perhitungan nilai alternatif.

Hasil λ_{maks} adalah 5,0519 dengan jumlah kriteria lima dan Random Index sebesar 1,12. Consistency Index bernilai 0,0130 dan Consistency Ratio sebesar 0,0116 (1,16%); hasil tersebut lebih kecil dari batas 0,10, sehingga bobot kriteria dapat digunakan untuk penilaian alternatif.

3.3 Penilaian Alternatif dan Perangkingan

Nilai kondisi setiap titik distribusi dikonversi berdasarkan skala pada skala penilaian. Data awal hasil pengamatan di Desa Tangga Bosi dan hasil konversi skor disajikan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Data kondisi alternatif titik distribusi

Kode	Titik Distribusi	Kekeringan	Penduduk	Jarak	Akses	Sumber Air
A1	Titik 1	Berat	520 jiwa	3,6 km	Cukup sulit	Sangat terbatas
A2	Titik 2	Sangat berat	460 jiwa	4,5 km	Sulit	Tidak tersedia
A3	Titik 3	Sedang	360 jiwa	2,7 km	Baik	Terbatas
A4	Titik 4	Berat	430 jiwa	3,4 km	Cukup sulit	Sangat terbatas
A5	Titik 5	Ringan	250 jiwa	1,6 km	Baik	Cukup

Tabel 6. Konversi skor alternatif berdasarkan kriteria

Kode	Titik Distribusi	C1	C2	C3	C4	C5
A1	Titik 1	4	5	4	3	4
A2	Titik 2	5	4	5	4	5
A3	Titik 3	3	3	3	2	3
A4	Titik 4	4	4	4	3	4
A5	Titik 5	2	2	2	2	2

Perhitungan nilai akhir dilakukan dengan mengalikan skor masing-masing alternatif dengan bobot kriteria, lalu menjumlahkan seluruh hasil perkalian. Kategori sangat tinggi diberikan pada nilai minimal 4,00, tinggi untuk nilai 3,00 sampai kurang dari 4,00, sedang untuk nilai 2,00 sampai kurang dari 3,00, dan rendah untuk nilai kurang dari 2,00.

Tabel 7. Urutan prioritas distribusi air bersih

Peringkat	Kode	Titik Distribusi	Nilai Akhir	Kategori
1	A2	Dusun II Desa Tangga Bosi	4,7247	Sangat Tinggi
2	A1	Dusun I Desa Tangga Bosi	4,1621	Sangat Tinggi
3	A4	Area Permukiman Pinggir Sawah	3,9434	Tinggi
4	A3	Dusun III Desa Tangga Bosi	2,9434	Sedang
5	A5	Area Permukiman Dekat Perbukitan	2,0000	Sedang

Hasil perhitungan menempatkan Titik Distribusi 2 Desa Tangga Bosi pada peringkat pertama dengan nilai 4,7247. Titik tersebut memiliki tingkat kekeringan sangat berat, jarak menuju sumber air paling jauh, akses jalan sulit, dan sumber air yang tidak tersedia. Urutan hasil ini menjadi dasar penyusunan jadwal distribusi air bersih di Desa Tangga Bosi serta visualisasi prioritas pada peta digital.

3.4 Implementasi Sistem dan Visualisasi GIS

Sistem menampilkan menu login, dashboard, data titik distribusi, kriteria, skala penilaian, perbandingan AHP, uji konsistensi, penilaian alternatif, hasil prioritas, peta GIS, laporan, pengguna, dan pengaturan. Hasil prioritas dapat diakses melalui tabel perbandingan dan ditampilkan secara spasial menggunakan marker lokasi.

4. Hasil Prioritas

Lihat Peta GIS Cetak PDF

Peringkat	Kode	Titik Distribusi	Nilai Akhir	Kategori	Detail
1	A2	Dusun II Desa Tangga Bosi	4,7255	Sangat Tinggi	📍
2	A1	Dusun I Desa Tangga Bosi	4,1394	Sangat Tinggi	📍
3	A4	Area Permukiman Pinggir Sawah	3,9325	Tinggi	📍
4	A3	Dusun III Desa Tangga Bosi	2,9325	Sedang	📍
5	A5	Area Permukiman Dekat Perbukitan	2,0000	Sedang	📍

First 1 Last

Gambar 1. Tampilan hasil prioritas distribusi air bersih

Halaman Peta GIS menampilkan lokasi titik distribusi pada peta digital menggunakan Leaflet.js dan OpenStreetMap. Setiap titik ditampilkan melalui simbol sumur dengan warna kategori prioritas. Popup pada marker memuat nama titik, nilai akhir, peringkat, kategori, dan alamat lokasi. Tampilan ini membantu pengguna membaca hubungan antara hasil prioritas dan posisi geografis.



Gambar 2. Tampilan peta GIS prioritas distribusi air bersih

Berdasarkan Gambar 2, peta GIS menyajikan titik distribusi air bersih dalam bentuk marker. Warna marker membedakan kategori prioritas, sedangkan posisi marker memperlihatkan sebaran wilayah yang membutuhkan penanganan. Dengan tampilan ini, hasil numerik AHP dapat dibaca bersama konteks lokasi.

3.5 Pengujian Black Box

Pengujian sistem dilakukan menggunakan Black Box Testing. Pengujian ini berfokus pada kesesuaian fungsi sistem berdasarkan input dan output yang dihasilkan. Setiap skenario diuji pada menu utama aplikasi, mulai dari autentikasi, pengelolaan data, proses AHP, visualisasi peta, laporan, pengguna, sampai pengaturan logo. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil pengujian fungsional sistem

No	Menu/Fungsi	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status
1	Login	Pengguna memasukkan username dan password valid	Sistem menampilkan dashboard	Berhasil
2	Login	Pengguna memasukkan data akun tidak valid	Sistem menolak akses dan menampilkan peringatan	Berhasil
3	Data Titik Distribusi	Pengguna menambah, mengubah, menghapus, dan membuka detail data titik	Data tersimpan, berubah, terhapus, dan detail tampil pada drilldown	Berhasil
4	Data Kriteria	Pengguna mengelola kriteria AHP	Data kriteria tersimpan dan tampil pada tabel	Berhasil
5	Skala Penilaian	Pengguna mengelola konversi skor satu sampai lima	Skala tersimpan dan dipakai pada penilaian alternatif	Berhasil
6	Proses AHP	Pengguna mengisi perbandingan kriteria	Matriks tersimpan dan nilai kebalikan dihitung oleh sistem	Berhasil
7	Proses AHP	Pengguna menjalankan perhitungan bobot dan konsistensi	Sistem menampilkan normalisasi, bobot, lambda, CI, CR, dan status konsistensi	Berhasil
8	Penilaian Alternatif	Pengguna mengisi skor setiap titik distribusi	Sistem menyimpan skor dan menghitung nilai akhir	Berhasil
9	Hasil Prioritas	Pengguna membuka hasil perbandingan	Sistem menampilkan urutan prioritas dari nilai tertinggi	Berhasil
10	Peta GIS	Pengguna membuka peta prioritas	Sistem menampilkan marker sumur sesuai kategori prioritas	Berhasil
11	Laporan	Pengguna memilih jenis laporan dan menekan cetak atau download	Sistem membuka halaman laporan sesuai pilihan	Berhasil
12	User	Pengguna mengelola akun sistem	Data pengguna tersimpan dan password tidak ditampilkan	Berhasil
13	Pengaturan	Pengguna mengubah identitas aplikasi dan logo	Identitas aplikasi berubah dan logo aktif tampil pada sidebar, login, favicon, serta laporan	Berhasil

Hasil pengujian pada Tabel 8 menunjukkan bahwa setiap fungsi utama telah berjalan sesuai rancangan. Fitur SweetAlert memberikan umpan balik pada proses masuk, keluar, simpan, hapus, dan proses perhitungan. Pagination, pencarian, tombol detail, dan scroll tabel di dalam kartu juga berjalan pada menu yang memuat data tabel.

3.6 Pembahasan Hasil Implementasi

Alur kerja sistem dimulai dari pencatatan data titik distribusi dan penyusunan kriteria penilaian. Setelah data dasar tersedia, pengguna mengisi perbandingan kriteria berdasarkan tingkat kepentingan

menggunakan skala AHP. Sistem kemudian melakukan normalisasi matriks, menghitung bobot, menguji konsistensi, menyimpan skor alternatif, dan menghasilkan urutan prioritas distribusi air bersih. Hasil perhitungan tidak hanya ditampilkan dalam tabel, tetapi juga diteruskan ke peta GIS agar keputusan dapat dibaca berdasarkan lokasi.

Penerapan metode AHP pada sistem memberikan dasar analitis dalam menentukan prioritas distribusi air bersih. Bobot kriteria membantu membedakan pengaruh setiap faktor, sehingga wilayah dengan tingkat kekeringan lebih berat dan ketersediaan sumber air lebih rendah memperoleh perhatian lebih besar. Pengujian konsistensi menjadi bagian penting karena sistem tidak hanya menerima nilai perbandingan, tetapi juga memberikan indikator kelayakan penilaian melalui nilai CR.

Integrasi GIS memberikan dukungan visual terhadap hasil perhitungan. Titik distribusi ditampilkan melalui marker sumur dengan kategori warna, sehingga pengguna dapat melihat wilayah prioritas secara spasial. Penyajian tersebut mendukung kebutuhan pada Bab I, yaitu adanya sistem yang tidak hanya menghasilkan angka peringkat, tetapi juga menampilkan sebaran wilayah terdampak pada peta digital yang mudah dipahami oleh pengambil keputusan.

Hasil akhir menempatkan Dusun II Desa Tangga Bosi sebagai prioritas pertama distribusi air bersih. Keputusan ini didukung oleh nilai kriteria yang menunjukkan kondisi kebutuhan paling mendesak dibandingkan titik lain. Walaupun sistem menghasilkan rekomendasi berbasis data, hasil tersebut tetap perlu disandingkan dengan pemeriksaan lapangan, ketersediaan armada, volume air, kondisi cuaca, dan keputusan pemerintah desa sebelum distribusi dilaksanakan.

Penelitian terdahulu menekankan pemetaan potensi air tanah, kerentanan kekeringan atau kebutuhan air melalui integrasi GIS dan AHP [4]–[7], [11], [12]. Penelitian ini menggunakan bobot dan konsistensi AHP untuk menghasilkan urutan distribusi air bersih pada lima titik di Desa Tangga Bosi, kemudian menghubungkannya dengan visualisasi spasial. Pemanfaatan Web-GIS sebagai sarana penyajian informasi bencana juga dijelaskan dalam kajian Daud, Ugliotti, dan Osello [10].

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil membangun sistem pendukung keputusan berbasis web untuk membantu proses penentuan prioritas distribusi air bersih pada wilayah terdampak kekeringan di Desa Tangga Bosi, Kecamatan Siabu. Sistem mengintegrasikan menu dashboard, data titik distribusi, data kriteria, skala penilaian, proses prioritas AHP, peta GIS, laporan, user, dan pengaturan dalam satu aplikasi. Hasil pengujian Black Box menunjukkan bahwa fungsi autentikasi, pengelolaan data, proses perhitungan, drilldown tabel, pencetakan laporan, pengaturan logo, dan pengamanan sesi berjalan sesuai dengan skenario yang ditetapkan.

Metode Analytical Hierarchy Process berhasil diterapkan untuk menghitung bobot lima kriteria, yaitu tingkat kekeringan, jumlah penduduk terdampak, jarak dari sumber air, akses jalan, dan ketersediaan sumber air bersih. Hasil perhitungan akhir menghasilkan bobot C1 sebesar 0,3782, C2 sebesar 0,2187, C3 sebesar 0,1277, C4 sebesar 0,0566, dan C5 sebesar 0,2187. Pengujian konsistensi menghasilkan nilai CR sebesar 0,0116, sehingga matriks perbandingan dinyatakan konsisten. Hasil perangkingan menempatkan Dusun II Desa Tangga Bosi sebagai prioritas pertama dengan nilai 4,7247, diikuti Dusun I Desa Tangga Bosi dengan nilai 4,1621 dan Area Permukiman Pinggir Sawah dengan nilai 3,9434.

Integrasi Geographic Information System menggunakan Leaflet.js dan OpenStreetMap berhasil menampilkan titik distribusi air bersih pada peta digital. Setiap titik ditampilkan melalui marker sumur berdasarkan kategori prioritas serta dilengkapi informasi nama titik, nilai akhir, peringkat, kategori, dan alamat. Penyajian ini membantu pihak pengambil keputusan memahami hasil prioritas secara numerik dan spasial, sehingga rekomendasi distribusi air bersih dapat digunakan sebagai dasar penanganan yang lebih terarah.

Pengembangan selanjutnya perlu memperbarui data lapangan secara berkala, melibatkan perangkat desa dan petugas distribusi dalam penilaian berpasangan, serta mempertahankan kesesuaian rekomendasi dengan kondisi operasional dan kapasitas distribusi.

REFERENSI

- [1] A. B. Ahady, E.-M. Klopries, H. Schüttrumpf, and S. Wolf, “Drought Analysis Methods: A Multidisciplinary Review with Insights on Key Decision-Making Factors in Method Selection,” *Water*, vol. 17, no. 15, Art. no. 2248, 2025, doi: 10.3390/w17152248.
- [2] G. Rahman, M.-K. Jung, T.-W. Kim, and H.-H. Kwon, “Drought Impact, Vulnerability, Risk Assessment, Management and Mitigation under Climate Change: A Comprehensive Review,” *KSCE J. Civ. Eng.*, vol. 29, no. 1, Art. no. 100120, 2025, doi: 10.1016/j.kscej.2024.100120.
- [3] M. R. Aprillya and U. Chasanah, “Sistem Pendukung Keputusan Identifikasi Daerah Rawan Kekeringan dengan Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Studi Kasus: Kabupaten Lamongan),” *J. CoSciTech*, vol. 3, no. 2, pp. 159–167, 2022, doi: 10.37859/coscitech.v3i2.3983.
- [4] T. T. Putranto, A. R. W. Mustiono, and A. S. Hidayatillah, “Groundwater Potency Analysis Using Remote Sensing and Analytical Hierarchy Process To Overcome Drought In Rembang Regency, Indonesia,” *Indones. J. Geogr.*, vol. 56, no. 1, pp. 11–23, 2024, doi: 10.22146/ijg.77889.
- [5] M. H. Razi, Zahratunnisa, and N. Retonga, “Delineation of groundwater potential zone using remote sensing and GIS-based AHP for sustainable groundwater management in Aceh Besar Regency, Aceh Province, Indonesia,” *J. Degrad. Min. Lands Manag.*, vol. 11, no. 2, pp. 5237–5249, 2024, doi: 10.15243/jdmlm.2024.112.5237.
- [6] H. Mulyanti, I. Istadi, and R. Gernowo, “Assessing Vulnerability of Agriculture to Drought in East Java, Indonesia: Application of GIS and AHP,” *Geoplanning: J. Geomatics Plan.*, vol. 10, no. 1, pp. 55–72, 2023, doi: 10.14710/geoplanning.10.1.55-72.
- [7] R. S. Alharbi et al., “Assessment of drought vulnerability through an integrated approach using AHP and geoinformatics in the Kangsabati River Basin,” *J. King Saud Univ. Sci.*, vol. 34, no. 8, Art. no. 102332, 2022, doi: 10.1016/j.jksus.2022.102332.
- [8] N. M. AbdelAziz, K. A. Eldrandaly, S. Al-Saeed, A. Gamal, and M. Abdel-Basset, “Application of GIS and IoT Technology based MCDM for Disaster Risk Management: Methods and Case Study,” *Decis. Mak.: Appl. Manag. Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–36, 2024, doi: 10.31181/dmame712024929.
- [9] A. Adham, M. Riksen, R. Abed, S. Shadeed, and C. Ritsema, “Assessing Suitable Techniques for Rainwater Harvesting Using Analytical Hierarchy Process (AHP) Methods and GIS Techniques,” *Water*, vol. 14, no. 13, Art. no. 2110, 2022, doi: 10.3390/w14132110.
- [10] M. Daud, F. M. Ugliotti, and A. Osello, “Comprehensive Analysis of the Use of Web-GIS for Natural Hazard Management: A Systematic Review,” *Sustainability*, vol. 16, no. 10, Art. no. 4238, 2024, doi: 10.3390/su16104238.
- [11] S. Mahato et al., “Comprehensive Drought Vulnerability Assessment in Northwestern Odisha: A Fuzzy Logic and Analytical Hierarchy Process Integration Approach,” *Water*, vol. 15, no. 18, Art. no. 3210, 2023, doi: 10.3390/w15183210.
- [12] M. Singharaj, P. Jeefoo, N. Chaikaew, N. Iamchuen, W. Paengwangthong, and B. Sukpromsun, “Efficient Integration of Water Demand using Fuzzy Analytical Hierarchical Process Model with Geographic Information System in Vientiane Capital, Lao PDR,” *Int. J. Geoinformatics*, vol. 22, no. 4, pp. 75–90, 2026, doi: 10.52939/ijg.v22i4.4940.