

Sistem Informasi *Monitoring* Pengairan Sawah Subak Berbasis *WebGIS*

WebGIS-Based Subak Rice Field Irrigation Monitoring Information System

I Gusti Agung Anom Semara Putra^{*}, Ni Made Ary Esta Dewi Wirastuti, Komang Oka Saputra

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Jl. Kampus Bukit Jimbaran, Bali, INDONESIA

Email: anomsemaraputra@gmail.com, dewi.wirastuti@unud.ac.id, okasaputra@unud.ac.id

**Penulis korespondensi*

Subak is a traditional organization owned by the Balinese people to manage rice field irrigation. In the process of irrigating the fields, subak administrators and farmers check the condition of the irrigation in the fields by directly coming to the location to check the condition of the water level in the fields, so it is time consuming and less efficient. The creation of a geographic information system is intended so that subak administrators and farmers know the water level of the fields and regulate irrigation without going to the fields. The geographic information system is built using the Laravel framework equipped with a map. The map was created with the Google Maps API with the aim of displaying the location of rice fields. The result of this research is a geographic information system that can monitor the height of rice fields and display data on a map. The information system can also receive sensor data and send configuration data to Antares. In black box testing, the information system has been running according to the functions and scenarios given. Based on the results of the System Usability Scale test, the application obtained a score of 76,125 which indicates the application is classified as good and can be accepted by the user.

Key words: *Subak, Geographic Information System, Google Maps API, Antares.*

I. PENDAHULUAN

Subak merupakan organisasi tradisional yang mampu mengelola air irigasi. Air irigasi diperoleh dari suatu empelan atau bangunan penampung air. Subak memiliki keunggulan dimana subak dapat mengelola irigasi sawah secara swadaya, khususnya dalam mengelola irigasi sawah untuk tanaman padi. Subak memiliki kaitan yang erat dengan produksi pangan, ekosistem sawah, dan ritual keagamaan yang berkaitan dengan budidaya padi [2].

Subak diketuai oleh seorang tokoh adat yang sering disebut sebagai *Pekaseh* atau *Penglima*. Pendistribusian air dilakukan sesuai dengan sawah milik petani. Penyaluran air ini menggunakan pintu air yang terbuat dari beton atau kayu, pemimpin adat harus membagi air secara manual dengan membuka dan menutup pintu air dari pintu masuk utama bendungan ke parit kecil yang terhubung dengan sawah. Air dari parit kemudian disalurkan ke masing-masing sawah milik petani [3].

Sistem ini dapat membantu masyarakat untuk lebih bekerja sama dalam organisasi masyarakatnya, tetapi juga

dapat menyebabkan distribusi air yang tidak merata dan masalah di masyarakat, yang dapat disebabkan oleh distribusi air pada waktu yang berbeda dari yang telah disepakati oleh para pemimpin adat. Daerah tersebut dapat terpecah dikarenakan adanya konflik [3]. Pada proses pengairan sawah, pengurus subak dan petani, terdapat masalah dalam pengecekan kondisi ketinggian air sawah yang masih dilakukan dengan cara langsung datang ke lokasi sehingga memakan waktu dan kurang efisien.

Pada penelitian ini dilakukan komunikasi dengan alat yang berada pada sawah untuk mendapatkan nilai ketinggian air dan status saluran air pada sawah yang di dapat dari *Database AntaresIoT*. Data akan diolah untuk mengetahui kondisi petak sawah pada beberapa lokasi untuk kemudian dapat digunakan oleh pengurus subak sebagai acuan dalam mengatur saluran air. Data pengaturan kemudian dapat dikirimkan ke *Database AntaresIoT*. Data pengaturan tersebut kemudian dapat digunakan oleh alat yang berada di sawah untuk mengatur saluran air. Sehingga pengurus subak dan petani dapat mengatur saluran air tanpa harus pergi ke sawah.

II. TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

A. Tinjauan Pustaka

Penelitian berkaitan dengan *WebGIS* dan irigasi telah pada beberapa penelitian sebelumnya. Penelitian sebelumnya mengenai rancang bangun *website* sistem informasi geografis daerah irigasi Batang Alai Selatan Kabupaten Ulu Tengah yang dibuat menggunakan *Google Maps* dan *ArcGis* untuk mengolah data spasial [4]. Pemanfaatan *WebGIS* juga dilakukan untuk melakukan pemetaan terkait kondisi sosial masyarakat Kota Batam dengan berdasarkan data BPS dan *survey* lokasi. Data tersebut di-digitasi dengan *QuantumGIS* dengan server *ArcGIS Online* [9]. Kemudian pemanfaatan *WebGIS* lainnya dimana *WebGIS* digunakan sebagai sistem monitoring fasilitas PT. PLN di Kabupaten Tuban. Sistem menggunakan *Google Maps API* dan data hasil *survey* [8]. Sementara itu, pada penelitian lainnya dilakukan pemetaan irigasi sawah pada daerah Jawa Barat dengan menggunakan *GPS* dan wawancara dengan petani [5].

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, petani masih belum dapat memantau kondisi

ketinggian air pada sawah secara *real-time* melalui internet, serta memberi perintah atau konfigurasi kepada alat yang ada pada sawah.

B. Dasar Teori

B.1 Subak

Sistem irigasi subak adalah sistem irigasi tradisional masyarakat Bali yang berdasarkan konsep Tri Hita Karana yang bersumber dari agama Hindu. Sistem subak adalah sistem irigasi yang mampu beradaptasi dengan dinamika sistem sosial-teknis masyarakat setempat. Air irigasi dikelola melalui organisasi yang fleksibel untuk kepentingan masyarakat sesuai dengan prinsip keadilan, keterbukaan, kerukunan dan solidaritas. Sementara itu, keberadaan artefak dalam sistem subak dibangun dengan baik sehingga memungkinkan untuk mendukung prinsip-prinsip sistem subak [1].

B.2. Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis atau *Geographic Information System* merupakan suatu sistem yang digunakan untuk memproses data spasial yang berhubungan dengan data dari suatu letak geografis dan data tersebut disimpan dalam suatu *database*. Secara umum SIG bekerja berdasarkan integrasi dari 5 komponen, yaitu:

1) Hardware

Hardware atau perangkat komputer yang dibutuhkan oleh SIG adalah *hardware* spesifikasi tinggi untuk menjalankan *software-software* pendukung dari SIG. Hal ini karena data SIG menggunakan data vektor dan data raster, yang membutuhkan banyak ruang, dan membutuhkan banyak waktu untuk menganalisis dan menggunakan data dalam peta.

2) Software

software SIG haruslah menyediakan fungsi dan *tool* yang memiliki kehandalan dalam menyimpan data, menganalisis dan menampilkan informasi geografis. Sehingga pada *software* diperlukan adanya *tools* yang dapat melakukan *input* dan transformasi data geografis, sistem manajemen *database*, dan *tool* yang dapat melakukan *query* geografis, analisis, dan visualisasi data.

3) Data

Data merupakan salah satu komponen penting untuk membentuk SIG. SIG secara fundamental bekerja dengan dua tipe model data geografis yang terdiri dari model data vektor dan model data raster.

a) Model Data Vektor

Data memiliki bentuk berupa titik, garis, dan poligon. Data disimpan dalam bentuk koordinat x dan y. Sebuah titik digambarkan oleh dua yaitu koordinat x dan y. Data seperti jalan dan sungai diwakili oleh garis yang merupakan kumpulan titik.

b) Model Data Raster

Model data ini mencakup kumpulan sel yang mewakili peta dan gambar yang dipindai. Setiap sel atau *pixel* memiliki nilai khusus yang unik.

4) Manusia

Peran manusia sangat dibutuhkan dalam mengelola, merancang, maupun membangun sistem yang dapat diaplikasikan sesuai dengan permasalahan yang dihadapi. SIG dipakai oleh beberapa tingkatan pengguna mulai dari spesialis teknis yang merancang dan membangun sistem sampai pengguna yang menggunakan SIG untuk kebutuhan sehari-hari.

5) Metode

Rancangan SIG perlu memperhatikan hubungan antara desain dan implementasi di dunia nyata. Dimana metode, model, dan implementasinya akan disesuaikan dengan permasalahan yang dihadapi. SIG dapat digunakan untuk mengolah data spasial koordinat dari sawah yang didapatkan dari *GPS*. Data spasial kemudian digunakan untuk memenuhi kebutuhan data dari SIG [5].

B.3 MySQL

MySQL merupakan sebuah perangkat lunak *Database Management System (DBMS)*. *SQL* adalah konsep operasi *database* yang memungkinkan operasi data dilakukan dengan mudah secara otomatis. Kemampuan suatu sistem *database* dapat dilihat dari cara kerja dalam mengoptimalkan proses perintah-perintah *SQL* yang dibuat oleh pengguna dan program aplikasi. Sebagai *server database*, *MySQL* dikenal dengan kemampuan *query* yang cepat. Hal ini terutama terlihat saat melakukan *query* data oleh *single user*, di mana *MySQL* dapat melakukan *query* data sepuluh kali lebih cepat dibandingkan *PostgreSQL* dan lima kali lebih cepat dari *Interbase* [13].

B.4 PHP

PHP adalah bahasa pemrograman yang dapat digunakan sebagai bahasa *scripting* atau sebagai sistem untuk menginterpretasikan *script*. *PHP* dapat berinteraksi dengan hampir semua teknologi *web* yang ada. Pengembang dapat menulis program *PHP* yang menjalankan program *CGI* di *server web* lain. Fleksibilitas ini sangat bermanfaat bagi pemilik situs web besar dan memiliki *traffic* tinggi, karena pemilik dapat terus menggunakan aplikasi yang sudah dibangun sebelumnya dengan *CGI*, *ISAP*, atau dengan *script* seperti *Perl* atau *Python* jika proses migrasi ke aplikasi yang baru dibangun dengan *PHP* [6].

B.5 Google Maps API

Google Maps API menyediakan *JavaScript* yang dapat digunakan untuk menampilkan *Google Maps* di halaman *web*. *Google Maps* adalah layanan yang sangat interaktif karena pengguna dapat mengontrolnya dengan mengubah tingkat *zoom*, jenis peta, dan tampilan. Pengguna juga dapat mencari lokasi dengan memasukkan kata kunci. Fitur lainnya termasuk menghitung rute perjalanan dari lokasi satu ke lokasi lainnya. *Google Maps* dibuat dengan menggabungkan gambar peta, *database*, dan objek interaktif yang dibuat menggunakan *HTML*, *JavaScript*, dan *AJAX* serta beberapa bahasa lainnya [7].

B.6 Laravel

Laravel adalah *framework* pemrograman *open source* populer yang digunakan oleh banyak pengembang. Popularitas *Laravel* sebagian disebabkan oleh penggunaannya yang luas dan *source code* yang terdokumentasi dengan baik. Pola arsitektur yang digunakan pada *Laravel* adalah *Model-View-Controller* (MVC). MVC memisahkan aplikasi berdasarkan komponen aplikasi seperti pemrosesan data, pengontrol, dan antarmuka pengguna. Dampak positif dari pengembangan sistem dengan *Laravel* adalah pemeliharaan dan penskalaan dapat dilakukan dengan lebih mudah [10].

B.7 Black Box Testing

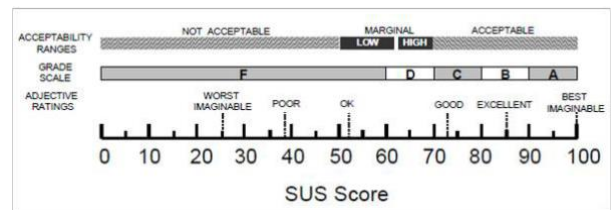
Black Box Testing adalah metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada fungsionalitas yang dimiliki oleh perangkat lunak. Dimana bentuk pengujian yang berfokus pada informasi dalam suatu sistem, daripada struktur kontrol. Pengembangan perangkat lunak dapat membuat serangkaian kondisi atau skenario pengujian yang akan melatih semua persyaratan fungsional suatu program [11].

B.8 System Usability Scale (SUS)

System Usability Scale (SUS) adalah cara cepat dan andal untuk melakukan pengukuran dalam penggunaan sistem. Pengujian menggunakan 10 pernyataan dalam bentuk kuesioner, masing-masing dengan 5 pilihan jawaban. Metode pengujian pengguna ini dapat digunakan untuk melakukan evaluasi terhadap berbagai jenis produk dan layanan, termasuk perangkat keras, perangkat lunak, perangkat seluler, situs *web*, dan aplikasi. *System Usability Scale (SUS)* terdiri dari 10 pernyataan yang dapat dipilih oleh peserta untuk dijawab dalam skala 1 sampai 5, tergantung seberapa setuju mereka dengan setiap pernyataan tentang produk atau sistem yang diuji. Orang yang sangat tidak setuju dengan pernyataan tersebut dapat memilih nilai 1, sedangkan mereka yang sangat setuju dengan pernyataan tersebut memilih nilai 5. Terdapat ketentuan-ketentuan dalam penilaian metode *SUS* antara lain :

1. Jawaban dimulai terdiri dari sangat tidak setuju sampai sangat setuju, dengan skala 0 sampai 5.
2. Untuk pernyataan bersifat positif terdapat pada nomor ganjil. Skor pada pernyataan nomor ganjil adalah nilai responden dikurangi 1.
3. Untuk pernyataan bersifat negatif terdapat pada nomor genap. Skor pada pernyataan nomor ganjil adalah 5 dikurangi nilai responden.
4. Hasil konversi skor kemudian dijumlahkan lalu dikalikan 2,5.
5. Setelah itu dibagi dengan jumlah responden yang mengikuti pengujian sistem.

Skor hasil perhitungan tersebut kemudian disesuaikan dengan penilaian *SUS*. Klasifikasi kesimpulan akhir untuk pengujian *SUS* dapat dilihat pada Gambar 1. Dimana semakin besar skor rata-rata maka skor *SUS* semakin baik [12].

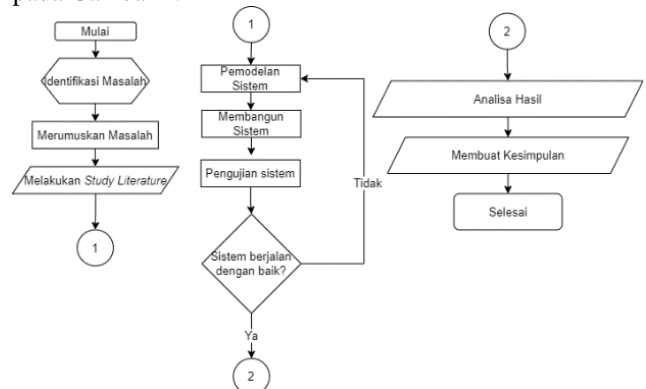


Gambar 1. Klasifikasi Nilai System Usability Scale

III. METODELOGI PENELITIAN

A. Tahapan Penelitian

Tahapan dalam penulisan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

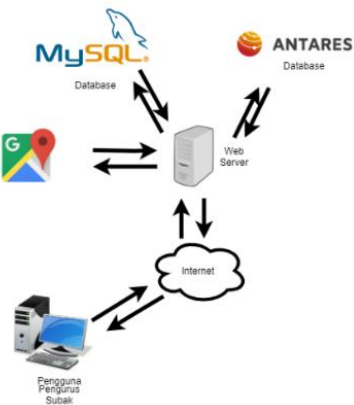
Adapun penjelasan dari tahapan penelitian pada Gambar 2 adalah sebagai berikut

1. **Identifikasi Masalah**
Dalam tahap ini dilakukan identifikasi terhadap permasalahan yang terdapat pada pengairan sawah subak.
2. **Merumuskan Masalah**
Pada tahap ini dilakukan perumusan masalah berdasarkan dari hasil identifikasi masalah pada tahap sebelumnya.
3. **Melakukan Study Literature**
Melakukan study literature dengan mengumpulkan data referensi dan tools untuk membangun sistem.
4. **Pemodelan Sistem**
Melakukan perancangan baik segi antarmuka maupun dari fungsionalitas dari fitur yang akan dibuat pada sistem.
5. **Membangun Sistem**
Membangun sistem berdasarkan rancangan yang telah dibuat pada tahap sebelumnya.
6. **Pengujian Sistem**
Melakukan pengujian sistem informasi geografis monitoring sawah dan analisa apakah sistem sudah berjalan dengan baik.
7. **Analisa Hasil**
Merupakan tahapan untuk melakukan analisa terhadap hasil pengujian sistem.
8. **Membuat Kesimpulan**

Pada tahapan ini akan dilakukan pengambilan kesimpulan yang didasari oleh analisa hasil yang telah dilakukan.

B. Gambaran Umum Sistem

Pada Gambar 3 merupakan gambaran umum dari sistem pada penelitian ini. Sistem informasi geografis yang akan dibangun dapat melakukan monitoring terhadap kondisi sawah subak yang datanya diambil dari *database* hasil pembacaan sensor alat sistem kontrol pada sawah. Peta pada sistem informasi geografis ditampilkan dengan peta yang berasal dari *Google Maps API*. Kemudian pada map ditampilkan layer-layer lokasi sawah serta saat diklik akan menampilkan kondisi sawah tersebut

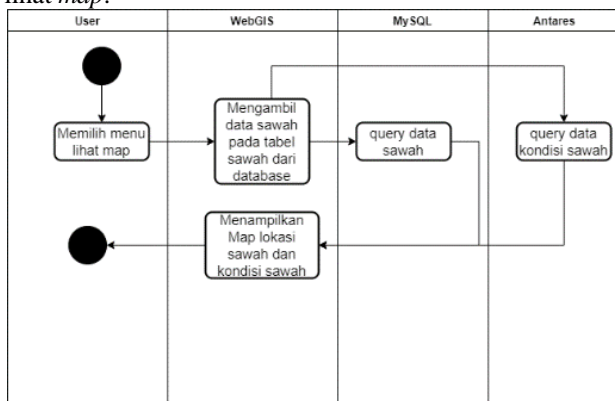


Gambar 3. Gambaran Umum Sistem Informasi Geografis

Sistem informasi geografis *monitoring* sawah dapat memberi konfigurasi kepada alat sistem kontrol untuk menghidupkan atau mematikan pompa dalam durasi waktu yang ditentukan oleh pengurus pengairan subak. Kemudian terdapat juga fitur pendukung sistem informasi untuk mengelola data petani, data sawah, data permintaan air, dan data laporan kerusakan.

C. Activity Diagram

Pada Gambar 4 merupakan activity diagram fitur lihat peta. Skenarionya adalah ketika pengguna ingin melihat lokasi sawah pada *map* maka pengguna dapat memilih fitur lihat *map*.



Gambar 4. Activity Diagram Lihat Peta

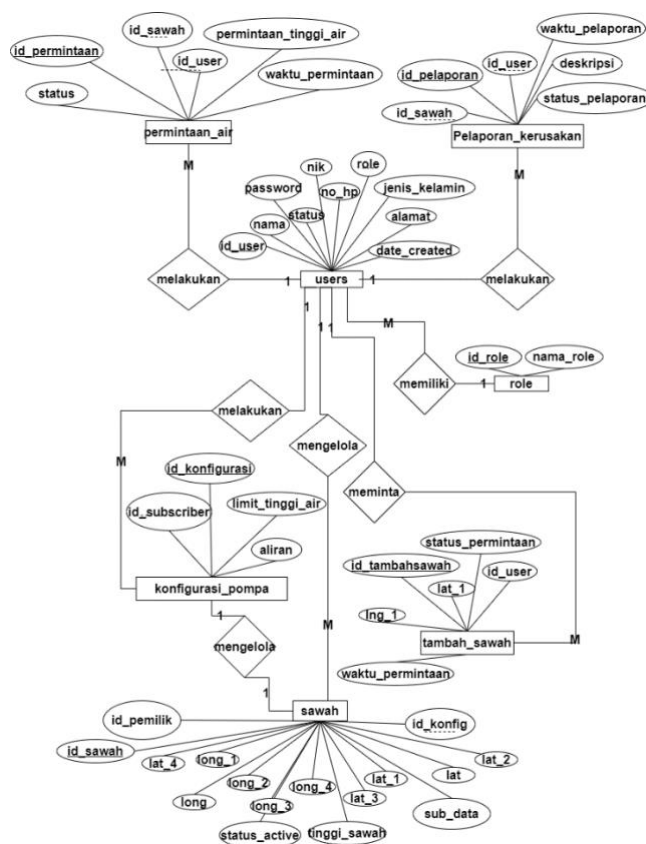
Saat pengguna memilih fitur lihat *map*, sistem informasi akan mengambil data sawah dari *database*

MySQL dan data kondisi sawah dari *Antares*. Setelah data diambil maka data sawah akan ditampilkan sesuai dengan lokasi sawah tersebut pada *map*. Adapun fitur lainnya yang akan diimplementasikan pada sistem adalah autentikasi, kelola sawah, kelola konfigurasi device, kelola pengguna, kelola permintaan air, kelola laporan kerusakan, dan kelola data diri.

D. Perancangan Database

D.1. Database MySQL

Entity Relationship Diagram (ERD) merupakan model yang digunakan untuk menggambarkan keterkaitan antar entitas pada perancangan *database*. Entitas mengacu pada potongan data individual, sedangkan atribut dan relasi mewakili koneksi di antara mereka. Entitas harus memiliki 1 atribut unik. *ERD* untuk sistem pada *database MySQL* pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rancangan Database MySQL

D.2. Database Antares

Perancangan struktur tabel pada *Database Antares* merupakan proses menentukan data-data yang dibutuhkan untuk mendukung sistem informasi. Struktur data sensor pada *Antares* yang akan dibangun dapat dilihat pada Tabel I.

TABEL I. STRUKTUR DATA SENSOR PADA DATABASE ANTARES

```

"data": {
  "tinggi_air": number,
  "status_aliran": boolean,
}
    
```

Kemudian struktur data konfigurasi dapat dilihat pada Tabel II.

TABEL II. STRUKTUR DATA KONFIGURASI PADA DATABASE ANTARES

```
"data": {
  "limit_tinggi_air": number,
  "set_aliran": boolean,
}
```

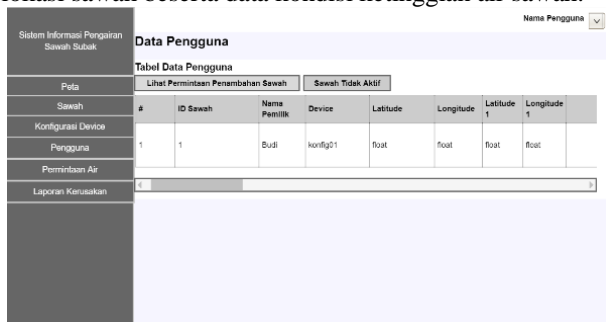
E. Perancangan Antarmuka

Perancangan antarmuka ditujukan untuk mempermudah dalam membangun tampilan *website* yang akan berinteraksi dengan pengguna.



Gambar 6. Rancangan Antarmuka Lihat Peta

Pada Gambar 6 ditampilkan rancangan antarmuka lihat peta. Pada halaman lihat peta pengguna dapat melihat lokasi sawah beserta data kondisi ketinggian air sawah.



Gambar 7. Rancangan Antarmuka Kelola Sawah

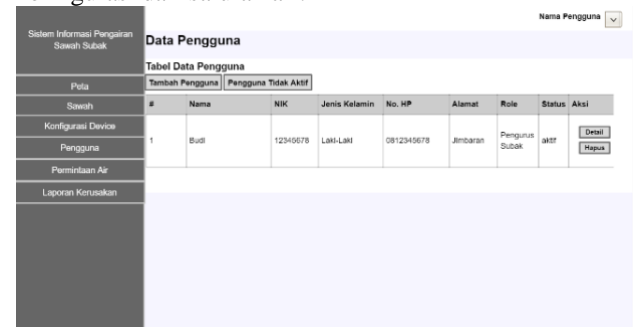
Pada Gambar 7 ditampilkan rancangan antarmuka kelola sawah. Pada halaman ini pengurus subak dapat melakukan pengelolaan terhadap permintaan sawah baru dan sawah yang sudah terdaftar pada sistem.



Gambar 8. Rancangan Antarmuka Konfigurasi Device

Pada Gambar 8 merupakan rancangan tampilan antarmuka konfigurasi *device*. Pada halaman ini nantinya

pengurus subak akan melakukan pengaturan terhadap konfigurasi dari saluran air.



Gambar 9. Rancangan Antarmuka Kelola Pengguna

Pada Gambar 9 ditampilkan rancangan antarmuka kelola pengguna. Pada halaman kelola pengguna, nantinya data pengguna dapat dikelola oleh pengurus subak.



Gambar 10. Rancangan Antarmuka Permintaan Air

Pada Gambar 10 ditampilkan antarmuka permintaan air. Pada halaman ini pengurus subak nantinya dapat melakukan pengelolaan terhadap laporan permintaan air yang dikirimkan oleh petani.



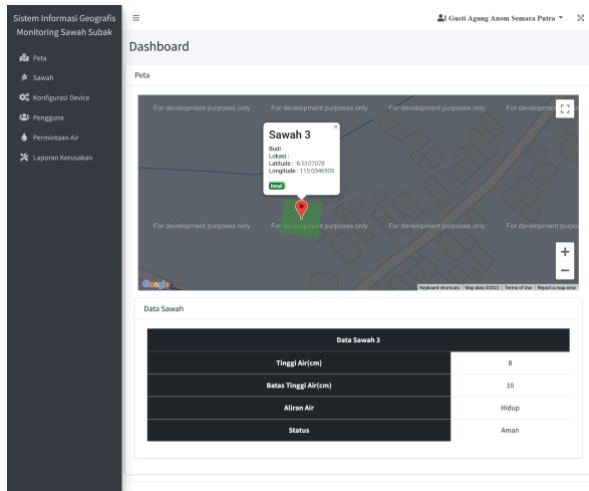
Gambar 11. Rancangan Antarmuka Laporan Kerusakan

Pada Gambar 11 ditampilkan antarmuka detail laporan kerusakan. Pada halaman ini pengurus subak dapat melakukan pengelolaan terhadap laporan kerusakan yang dikirimkan oleh petani.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

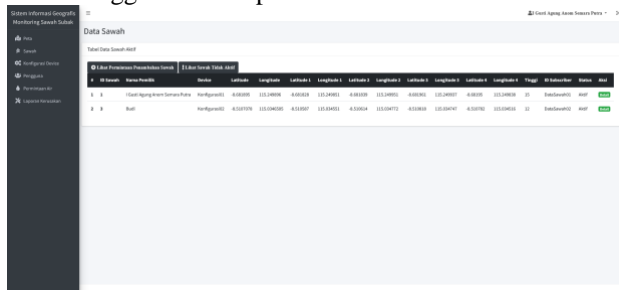
A. Hasil

Setelah melakukan perancangan sistem, maka hasil rancangan tersebut akan direalisasikan. Pada bagian ini akan membahas mengenai hasil realisasi dari rancangan yang telah dibuat sebelumnya.



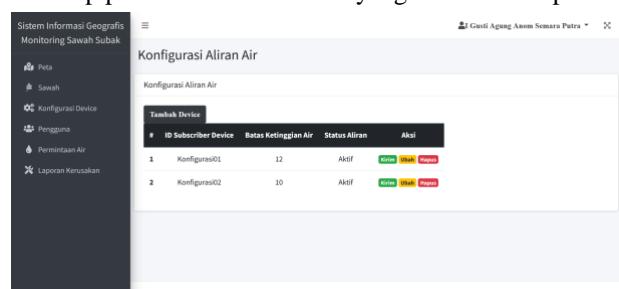
Gambar 12. Halaman Lihat Peta

Pada Gambar 12 merupakan tampilan dari halaman lihat peta. Halaman ini menampilkan peta yang berisikan marker. Saat *marker* di click akan menampilkan data sawah dan data kondisi ketinggian air sawah. Data sawah didapatkan dari *database MySQL*, sedangkan data kondisi data ketinggian air didapatkan dari *Antares*.



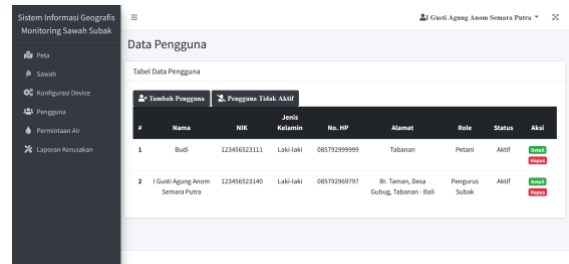
Gambar 13. Halaman Kelola Sawah

Pada Gambar 13 merupakan tampilan dari halaman kelola sawah. Pada halaman ini pengurus subak dapat melakukan pengelolaan terhadap data sawah milik petani subak. Pada halaman ini juga dapat dilakukan pengelolaan terhadap permintaan sawah baru yang diminta oleh petani.



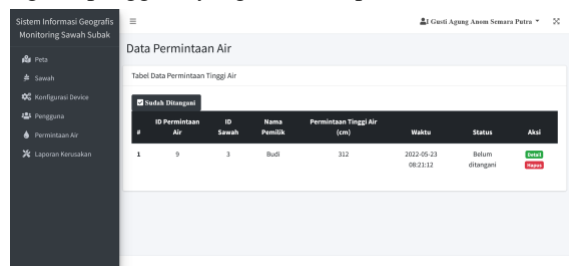
Gambar 14. Halaman Konfigurasi Device

Pada Gambar 14 ditampilkan halaman konfigurasi device. Pada halaman ini pengurus subak dapat melakukan pengelolaan terhadap saluran air di sawah dengan mengirimkan data konfigurasi ke database Antares. Data yang telah dikirimkan kemudian dapat digunakan oleh alat yang ada disawah untuk mengatur saluran air.



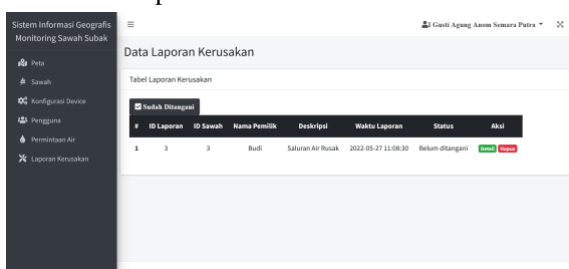
Gambar 15. Halaman Kelola Pengguna

Pada Gambar 15 merupakan tampilan halaman kelola pengguna. Pada halaman ini pengurus subak dapat mengatur pengguna yang telah ada pada sistem informasi.



Gambar 16. Halaman Permintaan Air

Pada Gambar 16 merupakan halaman permintaan air. Pada halaman ini pengurus subak dapat melakukan penanganan terhadap status permintaan air yang telah dikirimkan oleh petani.



Gambar 17. Halaman Laporan Kerusakan

Pada Gambar 17 menampilkan halaman laporan kerusakan. Halaman ini merupakan halaman yang menampilkan laporan kerusakan yang dikirimkan oleh petani. Laporan kerusakan tersebut kemudian dapat ditangani oleh pengurus subak.

B. Pengujian Black Box

Sistem informasi geografis yang telah dibuat kemudian akan melalui proses pengujian metode *black box*. Pengujian dengan sistem ini dilakukan untuk menguji sistem informasi dapat berjalan dengan baik sesuai dengan fungsi yang diinginkan serta dapat memperkecil kesalahan pada fitur yang terdapat pada sistem. Tahapan pengujian ini dilakukan dengan menjalankan sistem informasi *monitoring* pengairan sawah subak berbasis *WebGIS* dan menggunakan semua fitur yang disediakan oleh sistem informasi. Semua fitur dijalankan kemudian dicek apakah berhasil melakukan operasi sesuai dengan yang direncanakan. Hasil dari pengujian *black box* dapat dilihat pada Tabel III.

TABEL III. HASIL PENGUJIAN BLACK BOX

No	Fitur	Hasil yang diharapkan	Hasil
1	Login	Saat Nomor HP dan Password benar, maka pengguna dapat mengakses sistem	Berhasil
2	Register	Data dari pengguna baru akan masuk ke database namun dalam kondisi belum aktif, untuk aktivasi akun akan dilaksanakan oleh pengurus subak	Berhasil
3	Lihat Peta	Sistem informasi menampilkan peta beserta marker. Marker menampilkan data sawah dan kondisi sawah di lapangan saat di klik	Berhasil
4	Daftar Sawah	Sistem informasi menampilkan data sawah aktif yang ada pada sistem	Berhasil
5	Detail Sawah	Sistem informasi menampilkan data dari sawah yang dipilih oleh pengurus subak	Berhasil
6	Edit Sawah	Sistem informasi menampilkan form yang dapat diisi oleh pengurus subak untuk memperbaharui data sawah. Kemudian menyimpan data yang telah diperbaharui pada database	Berhasil
7	Hapus Sawah	Sistem informasi menghapus data sawah yang dipilih dari database	Berhasil
No	Fitur	Hasil yang diharapkan	Hasil
8	Daftar Permintaan Penambahan Sawah	Sistem informasi menampilkan data sawah permintaan penambahan sawah oleh petani	Berhasil
9	Detail Permintaan Penambahan Sawah	Sistem informasi menampilkan detail sawah permintaan penambahan sawah berupa peta dan tabel	Berhasil
10	Proses Permintaan Penambahan Sawah	Sistem informasi menampilkan form penanganan permintaan penanganan sawah yang dapat diisi oleh pengurus subak untuk menambahkan data sawah baru pada database	Berhasil
11	Hapus Permintaan Penambahan Sawah	Sistem informasi menghapus data Permintaan Sawah pada database	Berhasil
12	Lihat Daftar Konfigurasi Device	Sistem informasi menampilkan konfigurasi device sawah	Berhasil
13	Tambah Device	Sistem informasi menampilkan form yang dapat diisi data device baru oleh pengurus subak. Sistem informasi kemudian menambahkan data baru tersebut ke database.	Berhasil
14	Kirim Data Konfigurasi	Sistem informasi mengirimkan konfigurasi device ke Antares	Berhasil
15	Edit Konfigurasi Device	Sistem informasi menampilkan form yang dapat diisi oleh pengurus subak untuk memperbaharui data	Berhasil

		konfigurasi. Kemudian data yang diperbaharui disimpan pada database.	
16	Hapus Device	Sistem informasi menghapus data konfigurasi device pada database.	Berhasil
17	Lihat Daftar User	Sistem informasi menampilkan daftar pengguna dari website	Berhasil
18	Detail User	Sistem informasi menampilkan rincian data diri dari pengguna yang dipilih	Berhasil
19	Edit User	Sistem informasi menampilkan form yang dapat diisi oleh pengurus subak untuk memperbaharui data petani. Kemudian menyimpan data yang telah diperbaharui pada database	Berhasil
20	Tambah User	Sistem informasi menampilkan form yang dapat diisi data pengguna baru oleh pengurus subak. Kemudian sistem informasi menambahkan data pengguna baru tersebut ke database.	Berhasil
21	Validasi Akun User	Sistem informasi mengubah status akun pengguna. Setelah diaktifkan akun pengguna dapat digunakan untuk login ke dalam sistem informasi.	Berhasil
22	Hapus User	Sistem informasi menghapus data pengguna dari database.	Berhasil
23	Lihat Permintaan Air	Saat petani memilih menu Permintaan Air, sistem informasi menampilkan daftar permintaan air.	Berhasil
No	Fitur	Hasil yang diharapkan	Hasil
24	Ubah Status Penanganan Permintaan Air	Sistem informasi mengubah status penanganan permintaan air sesuai dengan pilihan pengurus subak.	Berhasil
25	Hapus Permintaan Air	Sistem informasi menghapus data permintaan air dari database.	Berhasil
25	Lihat Laporan Kerusakan	Sistem informasi menampilkan daftar Laporan Kerusakan	Berhasil
27	Ubah Status Penanganan Laporan Kerusakan	Sistem informasi mengubah status penanganan laporan kerusakan sesuai dengan pilihan pengurus subak	Berhasil
28	Hapus Laporan Kerusakan	Sistem informasi menghapus data laporan kerusakan dari database.	Berhasil
29	Akun Saya	Sistem informasi menampilkan tabel data akun yang digunakan pengurus subak untuk login ke sistem informasi saat ini	Berhasil
30	Ubah Data Diri	Sistem informasi menampilkan form ubah data diri yang dapat diisi oleh pengurus subak untuk memperbaharui data diri, Sistem informasi kemudian menyimpan data yang telah diperbaharui pada database	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel III, dapat disimpulkan bahwa secara fungsionalitas sistem informasi telah berjalan dengan baik.

C. Pengujian System Usability Scale

Pengujian dengan metode *System Usability Scale* (SUS) untuk mengetahui kemudahan dalam penggunaan program, dimana pengujian ini melibatkan 20 responden yang sebelumnya sudah mencoba sistem informasi geografis. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel IV.

TABEL IV. DATA HASIL PENGUJIAN SYSTEM USABILITY SCALE

Respon	Pernyataan									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	5	3	5	3	5	1	5	1	5	3
2	5	4	3	5	3	3	2	3	3	3
3	4	3	4	2	5	3	4	4	4	3
4	4	2	4	2	4	2	4	2	4	3
5	3	2	4	3	4	2	4	2	5	2
6	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2
7	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
8	5	2	4	3	5	1	4	1	4	4
9	4	3	5	4	5	3	5	3	5	4
10	5	2	5	3	5	2	5	2	5	3
11	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
12	5	2	5	2	5	1	4	2	5	1
13	4	1	5	3	4	2	4	1	5	3
14	4	2	4	3	4	2	4	1	4	3
15	5	2	4	2	5	4	2	1	5	1
16	3	3	4	2	4	3	4	3	5	2
17	5	2	5	3	5	3	5	2	5	4
18	4	3	4	4	4	2	3	2	4	3
19	4	3	5	4	5	3	5	2	4	4
20	4	2	5	2	5	5	5	2	3	2

Nilai untuk setiap pernyataan yang diberikan oleh responden, akan dirubah menjadi nilai dengan skala 0-4. Nilai untuk pernyataan 1, 3, 5, 7 dan 9 akan dikurangi 1 sedangkan nilai untuk pernyataan 2, 4, 6, 8 dan 10 akan menjadi 5 dikurangi penilaian responden. Hasil dari koversi nilai ini dapat dilihat pada Tabel V.

Seluruh nilai kemudian dijumlahkan dan diperoleh hasil sebesar 609. Nilai total ini kemudian dikalikan 2,5. Untuk mendapatkan nilai *SUS* dibagi dengan jumlah responden (20 orang). Maka nilai *SUS* yang diperoleh yaitu 76,125. Berdasarkan Gambar 1, hasil pengujian *system usability scale* pada sistem infromasi geografis tergolong pada *margin acceptable*, *grade C* dan *adjective rating* adalah *good*.

TABEL V. HASIL KONVERSI NILAI PENGUJIAN SYSTEM USABILITY SCALE

Respon	Pernyataan									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4	2	4	2	4	4	4	4	4	2
2	4	1	2	0	2	2	1	2	2	2
3	3	2	3	3	4	2	3	1	3	2
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
5	2	3	3	2	3	3	3	3	4	3
6	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3
7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
8	4	3	3	2	4	4	3	4	3	1

Respon	Pernyataan									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	3	2	4	1	4	2	4	2	4	1
10	4	3	4	2	4	3	4	3	4	2
11	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
12	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4
13	3	4	4	2	3	3	3	4	4	2
14	3	3	3	2	3	3	3	4	3	2
15	4	3	3	3	4	1	1	4	4	4
16	2	2	3	3	3	2	3	2	4	3
17	4	3	4	2	4	2	4	3	4	1
18	3	2	3	1	3	3	2	3	3	2
19	3	2	4	1	4	2	4	3	3	1
20	3	3	4	3	4	0	4	3	2	3
Total Nilai										609
Dikalikan 2,5										1522,5
Skor SUS										76,125

V. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan pembahasan yang telah dilakukan maka di dapat diambil kesimpulan bahwa sistem informasi *monitoring* pengairan sawah subak berbasis *WebGIS* telah berhasil dibuat dengan fitur peta yang terintegrasi dengan *Google Maps API*. Sistem informasi telah dapat menerima data sensor dan mengirim data konfigurasi ke *Antares* secara *realtime*. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan metode *black box*, keseluruhan fungsionalitas sistem informasi geografis telah berjalan sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Sistem informasi memperoleh nilai 76,125 pada pengujian *system usability scale (SUS)* yang tergolong baik dan dapat diterima oleh pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Windia, S. Pusposutardjo, N. Sutawan, P. Sudira, and S. S. Arif, "Transformasi Sistem Irigasi Subak yang Berlandaskan Konsep Tri Hita," *SOCA: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, vol. 5, no. 2, pp. 2-15, 2003.
- [2] I. P. S. Aryawan, W. Windia, and P. U. Wijayanti, "Peranan Subak dalam Aktivitas Pertanian Padi Sawah (Kasus di Subak Dalem, Kecamatan Kerambitan, Kabupaten Tabanan)," *E-Jurnal Agribisnis dan Agrowisata*, vol. 2, no. 1, pp 1-11, 2013.
- [3] I. K. A. W. Raharja, F. Zamzami, I. G. F. Fransiska, and I. G. N. Janardana, "Smart Irigasi Berbasis Arduino Sebagai Kontrol Air Subak untuk Mempertahankan Ketahanan Pangan," *E-Journal SPEKTRUM*, vol. 5, no. 2, pp. 94-102, 2018.
- [4] A. E. Wibawanto, F. Sobatnu, and J. Ramadaniaty, "Sistem Informasi Geografis Berbasis Web Daerah Irigasi Batang Alai Selatan Kabupaten Hulu Sungai Tengah," *Positif : Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*, vol. 6, no. 1, 2020.
- [5] Oktavianti, Subari, and E. Yulius, "Pemetaan Jaringan Irigasi Daerah Jawa Barat Berbasis Sistem Informasi Geografis," *Jurnal BENTANG*, vol. 2, no. 1, pp. 53-65, 2014.
- [6] N. C. Apriyanto, "Sistem Informasi Penjualan Arloji Berbasis Web Pada CV.Sinar Terang Semarang," Universitas Pembangunan Nasional "Veteran", 2011.
- [7] M. E. Kusuma and Y. Budisusanto, "Aplikasi Google Maps API Dalam Pembuatan Websig Guna Menunjang Kegiatan

- Pariwisata Berbasis Kerakyatan,” *JURNAL TEKNIK ITS*, vol. 4, no. 1, pp. 1-5, 2015.
- [8] A. Wijayanti and M. I. B. Firdaus, “Sistem Monitoring Perbaikan dan Perawatan Fasilitas PT. PLN Di Kabupaten Tuban Berbasis Web GIS,” *JURNAL INOVTEK POLBENG – SERI INFORMATIKA*, vol. 2, no. 1, pp. 57-63, 2017.
- [9] Ariyanto, D. E. Kurniawan, and A. Fatulloh, “Rancang Bangun Aplikasi WebGIS untuk Pemetaan Kondisi Sosial Ekonomi Kota Batam,” *Journal of Applied Informatics and Computing (JAIC)*, vol. 2, no. 1, pp. 27-30, 2018.
- [10] D. Wijonarko and F. W. S. Budi, “Implementasi Framework Laravel Dalam Sistem Pendaftaran Mahasiswa Baru Politeknik Kota Malang,” *JIRE (Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika)*, vol. 2, no 2, pp. 35-42, 2019.
- [11] T. S. Jaya, “Pengujian Aplikasi dengan Metode Blackbox Testing Boundary Value Analysis (Studi Kasus: Kantor Digital Politeknik Negeri Lampung),” *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT (JPIT)*, vol. 3, no. 2, pp. 45-48, 2018.
- [12] J. Brooke, “SUS: a retrospective,” *Journal of Usability Studies*, vol. 8, no. 2, pp. 29-40, 2013.
- [13] R. E. Standsyah and I. S. Restu, “Implementasi Phpmyadmin Pada Rancangan Sistem Pengadministrasian,” *Jurnal UJMC*, vol. 3, no. 2, pp. 38 – 44, 2017.