

Geographical Information System Design for Bridge Management in Brebes Regency

Perancangan Sistem Informasi Geografis Manajemen Jembatan Kabupaten Brebes

Abdulloh Badruzzaman¹, Yana Hendriana²

¹ Informatika, Universitas Nahdlatul Ulama Yogyakarta, Indonesia

² Teknik Komputer, Universitas Nahdlatul Ulama Yogyakarta, Indonesia

¹abdulloh_bz@unu-jogja.ac.id, ²*yanahendri@unu-jogja.ac.id

Informasi Artikel

Received: June 2021

Revised: August 2021

Accepted: September 2021

Published: October 2021

Keywords: Bridges; Brebes Regency; Management; Geographic Information System

Kata kunci: Jembatan; Kabupaten Brebes; Manajemen; Sistem Informasi Geografis

Abstract

Purpose: geographic information system (GIS) design to monitoring and management of bridges that have geographic references, as well as a tool for planning activity programs (maintenance, rehabilitation, strengthening or replacement) of bridges.

Design/methodology/approach: waterfall

Findings/result: web-based geographic information system (GIS) for bridge management in Brebes Regency

Originality/value/state of the art: this research does not only focus on site search as the main strength of GIS but maximizes bridge inspection activities as an important part of the bridge management system as a tool for planning bridge construction and maintenance activities

Abstrak

Tujuan: merancang sistem informasi geografis (SIG) untuk memudahkan monitoring dan pengelolaan jembatan yang memiliki referensi geografis, sekaligus sebagai alat bantu untuk merencanakan program kegiatan (pemeliharaan, rehabilitasi, penguatan ataupun penggantian) jembatan.

Perancangan/metode/pendekatan: metode waterfall

Hasil: sistem informasi geografis (SIG) manajemen jembatan Kabupaten Brebes berbasis web.

Keaslian/ state of the art: penelitian ini tidak hanya fokus pada pencarian lokasi sebagai kekuatan utama SIG tetapi memaksimalkan kegiatan pemeriksaan jembatan sebagai bagian penting dari sistem manajemen jembatan sebagai alat bantu untuk merencanakan program kegiatan pembangunan dan pemeliharaan jembatan.

1. Pendahuluan

Kabupaten Brebes dikelilingi Kota Tegal dan Kabupaten Tegal di sebelah timur, Kabupaten Banyumas dan Kabupaten Cilacap di bagian selatan, sedangkan di bagian barat berbatasan dengan Provinsi Jawa Barat. Wilayahnya memanjang dari pantai utara Jawa membujur ke selatan yang sebagian besar terletak di dataran tinggi [1]. Kabupaten Brebes memiliki tanah yang subur dan didukung sumber daya air yang melimpah, 2 waduk yaitu Waduk Malahayu dan Waduk Penjalin, 3 Daerah Aliran Sungai (DAS) Kabuyutan, DAS Pemali dan DAS Gangsa, sehingga sangat cocok untuk lahan pertanian produktif dan berkelanjutan [2]. Kekayaan sumber air, DAS dan jaringan irigasi berbanding lurus dengan jumlah jembatan yang dibutuhkan untuk melintasi sungai, saluran irigasi, dan penghalang lainnya. Jembatan merupakan bagian penting dari suatu sistem manajemen jaringan jalan [3], karena kerusakan jembatan akan mengakibatkan gangguan kenyamanan dalam berlalu lintas dan terganggunya kegiatan perekonomian [4]. Berdasarkan data BPS Kabupaten Brebes, terdapat 518 buah jembatan dengan total panjang jembatan 6.367 m di Kabupaten Brebes dengan persebaran jembatan seperti table berikut.

Tabel 1. Sebaran Jembatan di kabupaten Brebes [5]

No	Kecamatan	Jumlah
1.	Salem	36
2.	Bantarkawung	30
3.	Bumiayu	38
4.	Paguyangan	40
5.	Sirampog	9
6.	Tonjong	18
7.	Larangan	42
8.	Ketanggungan	41
9.	Banjarharjo	51
10.	Losari	21
11.	Tanjung	23
12.	Kersana	15
13.	Bulakamba	16
14.	Wanasari	27
15.	Songgom	18
16.	Jatibarang	34
17.	Brebes	59
	Jumlah	518

Jembatan merupakan objek yang menempati ruang sehingga dapat dinotasikan dalam sebuah peta. Peta adalah gambaran muka bumi yang tertuang pada sebuah bidang datar dalam skala tertentu [6]. Peta digital adalah peta yang disajikan pada perangkat digital seperti komputer [7]. Meningkatnya mobilitas masyarakat mengakibatkan tingginya kebutuhan informasi berupa peta untuk: mengetahui lokasi, arah dan jarak untuk mencapai objek serta informasi kondisi lingkungan sekitar suatu objek, dalam hal ini jembatan.

Dari sejumlah fakta tersebut, peneliti tertarik untuk membuat rancangan sistem informasi geografis (SIG) manajemen jembatan Kabupaten Brebes berbasis web, dengan tujuan: membangun basis data jembatan untuk memudahkan monitoring dan pengelolaan jembatan yang memiliki referensi geografis, sekaligus sebagai alat bantu untuk merencanakan program

kegiatan (pemeliharaan, rehabilitasi, perkuatan ataupun penggantian) jembatan di Kabupaten Brebes.

Beberapa penelitian terkait pengembangan SIG yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Maharani [8], membangun SIG pemetaan masjid di Samarinda berbasis web untuk pemetaan masjid dan menampilkan informasi kegiatan masjid di kota Samarinda. Pranoto [9] membuat rancangan aplikasi SIG berbasis website untuk pencarian lokasi pusat kesehatan masyarakat dan menampilkan informasi fasilitas kesehatan di wilayah Kabupaten Malang. Efendi [10] mengembangkan SIG berbasis web untuk memetakan lokasi sekaligus mencari informasi kost dan penginapan di wilayah Kotabumi Lampung Utara. Pratama [11] membuat rancang SIG lokasi perumahan di Kabupaten Tasikmalaya berbasis web untuk mempermudah menemukan lokasi dan mencari informasi perumahan. Reni [12] merancang SIG rumah sakit bersalin di Bandar Lampung berbasis web untuk mempermudah dalam menemukan titik lokasi rumah sakit bersalin. Suhendi [4] melakukan perancangan SIG berbasis web untuk memudahkan mengetahui lokasi dan mendapatkan informasi kondisi ruas jalan di Kota Cirebon. Parmeswaran [13] melalui penelitiannya di India dimana jumlah jembatan meningkat cukup pesat dan kepentingannya juga meningkat, ada kebutuhan untuk mengembangkan sistem manajemen jembatan yang dirancang secara ilmiah di lingkungan GIS untuk alokasi dana untuk pemeliharaan, rehabilitasi dan penguatan jembatan berdasarkan prioritas. Oleh karena itu, Sistem Manajemen Pemeliharaan Jembatan bernama Indo-BMMS telah dikembangkan di lingkungan GIS. Saif Abdul Ameer Wattan [14] melakukan penelitian dengan memilih dua wilayah studi: jembatan konstruksi lama (jembatan Al-Qadisiyah) dan jembatan yang baru dibangun (jembatan Barboty). Keduanya berada di kota Al-Muthanna Irak. Proses pengumpulan data dilakukan dalam dua tahap: tahap pertama adalah menyediakan citra satelit georeferensi untuk setiap wilayah studi untuk tujuan menghasilkan peta dua dimensi. Tahap kedua meliputi proses survei lapangan dengan total station dan instrumen level. SIG telah digunakan untuk membuat database yang komprehensif (Geodatabase) untuk kedua wilayah studi. Analisis geostatistik dilakukan di mana wilayah permukiman kedua wilayah studi ditentukan dengan menghasilkan citra berwarna. Tabel statistik analisis tersebut menunjukkan bahwa penurunan elevasi tertinggi dicapai pada jembatan Al-Qadisiyah menjadi 19 mm pada bagian tengah jembatan yang diwarnai dengan area merah. Di sisi lain, ditemukan penurunan tertinggi pada elevasi jembatan Barboty adalah 16 mm di bagian terakhir ruang baja yang juga diwarnai sebagai area merah.

Gaurav Mehta [15] menjelaskan Jembatan merupakan komponen infrastruktur yang tidak terpisahkan sehingga telah menjadi subjek dalam kegiatan penelitian ekstensif yang berkaitan dengan kinerja struktural. Saat ini studi tentang kinerja keselamatan lalu lintas jembatan masih sangat sedikit, yang memiliki karakteristik fisik dan operasional yang sangat berbeda dibandingkan dengan fasilitas jalan raya biasa. Studi ini mengembangkan fungsi kinerja keselamatan (SPF) untuk kecelakaan kendaraan secara keseluruhan dan kecelakaan kendaraan tunggal yang terjadi di jembatan jalan raya utama di Alabama. Data karakteristik jembatan dan informasi kecelakaan diperoleh dari tiga database yang berbeda. Sistem informasi geografis (SIG) digunakan untuk merepresentasikan jembatan secara spasial sebagai vektor dan mengaitkan tabrakan ke jembatan berdasarkan atribut lokasi dari data tabrakan. SPF dari beberapa bentuk fungsional dikembangkan dan diselidiki untuk mengidentifikasi model terbaik menggunakan regresi binomial negatif. Model divalidasi dengan membandingkan kemampuan prediksi relatifnya dan merekomendasikan model yang sesuai dengan data Alabama dengan

baik. Model ini dapat digunakan untuk memperkirakan perkiraan jumlah kecelakaan di jembatan sepanjang jalan raya utama di Alabama.

Penelitian-penelitian tentang SIG yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya mengoptimalkan keunggulan SIG dalam pencarian lokasi, penelitian ini tidak hanya fokus pada pencarian lokasi sebagai kekuatan utama SIG tetapi memasukkan kegiatan pemeriksaan jembatan sebagai bagian dari sistem manajemen jembatan di Kabupaten Brebes.

1.1. Jembatan

Berdasarkan Penjelasan atas Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan Pasal 86 ayat 3, jembatan adalah jalan yang terletak di atas permukaan air dan atau di atas permukaan tanah. Jembatan merupakan struktur yang melintasi penghalang lalu lintas, maka kerusakan jembatan akan menahan lalu lintas, dan mengganggu kenyamanan masyarakat berlalu lintas [3]. Jembatan berfungsi sebagai struktur penghubung antar dua bagian yang menghambat kelancaran lalu lintas dan merupakan bagian yang penting dalam suatu sistem jaringan jalan serta mempunyai pengaruh yang sangat penting terhadap fungsi ruas jalan, jika terjadi keruntuhan jembatan, maka akan menghambat kelancaran lalu lintas, yang akibatnya mengganggu kenyamanan masyarakat berlalu lintas dan terganggunya kelancaran arus barang dan jasa [16].

1.2. Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) diarahkan sebagai jenis sistem informasi khusus yang pada pemanfaatannya digunakan untuk memasukkan, menyimpan, mengambil, memproses, menganalisis, dan mem-visualisasikan data dan informasi geospasial untuk mendukung pengambilan keputusan [17] [18].

Sistem informasi geografis merupakan suatu sistem berbasis komputer yang digunakan untuk mengolah, memasukan, menyimpan, menganalisis dan mengaktifkan kembali data yang mempunyai referensi keruangan untuk perencanaan dan pemetaan wilayah [19]. Kemampuan dalam mengintegrasikan data spasial (peta vektor dan citra digital), atribut (tabel basis data) tersebut yang membedakan sistem informasi geografis dengan sistem informasi yang lain, dan membuat sistem informasi geografis lebih akurat dalam memberikan informasi yang mendekati kondisi dunia nyata sehingga sangat cocok digunakan untuk pengelolaan jembatan yang memiliki referensi keruangan [20].

Sistem informasi geografis merupakan alat yang sempurna yang memungkinkan perencanaan tata ruang yang efektif. Penggunaan GIS memungkinkan untuk melakukan analisis kompleks, yang memungkinkan penilaian lingkungan jalan jembatan yang komprehensif. Pemanfaatan alat GIS juga memberikan kemungkinan untuk menilai variasi penggunaan area yang berbeda di masa depan [21]. GIS bertindak sebagai alat bagi praktisi jembatan untuk memberikan solusi spasial untuk masalah yang dihadapi dalam penanganan data spasial untuk sebuah jembatan [22]. Pemilihan lokasi untuk pengelolaan hutan dan sungai, hingga pembuatan dan pemeliharaan jalan raya dan jembatan, GIS sering digunakan untuk membuat keputusan tentang pertanyaan geografis yang melibatkan banyak alternatif dan evaluasi yang sering bertentangan. kriteria. penyajian mekanisme formal untuk menghadapi situasi ini, menangkap informasi dalam Sistem Informasi Geografis dan memprosesnya supaya mendapatkan rekomendasi optimal [23].

GIS (Sistem Informasi Geografis) menghasilkan gambaran sementara dari pola aktivitas kehidupan manusia sehari-hari [24] yang memungkinkannya untuk memetakan,

mengidentifikasi, dan menghitung kemungkinan potensi konflik ruang-waktu antara aktivitas yang ada. Selanjutnya digunakan untuk memfasilitasi pertukaran ide dan pengetahuan pada beberapa level tingkatan: dengan pemetaan, simulasi, analisis GIS dan pengumpulan data [25]. Sistem informasi geografis digunakan untuk membantu memudahkan pengambilan keputusan dengan menentukan lokasi alternatif dan mengevaluasi kriteria pemilihan [26].

Building Information Modeling (BIM) [27], yang digunakan dalam mengatur desain dan konstruksi bangunan, dan Geographic Information System (GIS), yang digunakan untuk perencanaan kota, berisi data spasial dan atribut yang besar yang dapat digunakan untuk perencanaan dan pengembangan kota ramping dan hijau. Namun, ada kesenjangan sistematis dan tantangan interoperabilitas antara BIM dan GIS [28] yang menciptakan alur kerja terputus-putus antara data perencanaan kota di GIS dan data bangunan di BIM [29]. Konsep sistem berkelanjutan dijelaskan dalam hal landasan ontologis dan epistemologis dari teori representasi informasi geografis. Kerangka kerja untuk Ontologi dan Epistemologi yang Diinformasikan Pengukuran untuk Representasi Informasi Keberlanjutan, yang diambil dari penelitian tentang ontologi dan epistemologi dalam ilmu informasi geografis, memberikan dasar untuk menjelaskan konsep dan hubungan tentang representasi informasi keberlanjutan secara umum dan sistem berkelanjutan pada khususnya [30].

1.3. Google Maps API

Google Maps API adalah library untuk membangun aplikasi peta digital yang handal [31]. Google Maps adalah layanan mapping online yang cukup populer dan menjadi solusi pemetaan dengan memanfaatkan kekuatan Google Maps untuk menampilkan objek di peta dengan cara yang efisien [32], dan memungkinkan untuk menyesuaikan peta yang akan ditampilkan di halaman web [33]. Pengguna dapat memanfaatkan informasi geografis pada hampir semua wilayah di bumi dengan tampilan halaman web yang interaktif, dan dapat mengatur tingkat zoom, menggeser dan mengubah tampilan peta sesuai kebutuhan dengan menggunakan Google Maps API.

1.4. Manajemen Jembatan

Manajemen adalah proses perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, dan pengelolaan sumber daya untuk mencapai tujuan secara efisien dan efektif [34]. Manajemen memiliki arti mengelola atau mengurus, mengendalikan, mengusahakan dan juga memimpin. Manajemen adalah sebuah proses dalam rangka untuk mencapai suatu tujuan organisasi dengan cara bekerja secara bersama sama dengan orang-orang dan sumber daya yang dimiliki organisasi [16]. Pengelolaan jembatan dimaksudkan untuk meyakinkan bahwa jembatan berada dalam keadaan aman terhadap pemakai jalan dan juga untuk mengamankan nilai investasi jembatan itu sendiri. Pemeriksaan merupakan suatu proses pengumpulan data fisik dan kondisi struktur jembatan [3].

Implementasi sistem manajemen jembatan terkomputerisasi atau "Sistem Manajemen Jembatan", tingkat kerusakan diperkenalkan melalui algoritma yang dapat bervariasi sesuai dengan jenis struktur, lokasinya, bahan penyusunnya, atau bahkan lingkungan di mana ia dimasukkan, memberikan subsidi penting untuk pengambilan keputusan [35]. Deteriorasi Model yang mungkin deterministik, seperti regresi berbasis kuadrat terkecil, atau probabilistik, seperti rantai Markov. Metodologi lain menggunakan proses kecerdasan buatan (algoritma alami atau jaringan saraf). Tujuannya adalah untuk mendeskripsikan teknik yang ada, mengevaluasi keterbatasan, kekhususan, dan potensinya [36]. Berdasarkan kesadaran akan pentingnya model deteriorasi, adalah mungkin untuk memverifikasi peran mendasar dari

inspeksi rutin untuk pengelolaan taman konstruksi. Inspeksi jembatan dapat berkembang di luar verifikasi sederhana terhadap kondisi pekerjaan saat ini, memberikan subsidi untuk pemahaman yang lebih baik tentang perilaku pekerjaan ini dari waktu ke waktu [37]. Dengan cara yang sama, metode inspeksi dapat menyediakan pengumpulan data yang relevan dengan pengetahuan manajer yang berisi informasi tentang kemungkinan agen penentu dalam tingkat kerusakan [38]

Sistem manajemen jembatan dikembangkan menggunakan teknologi Web GIS untuk menunjukkan potensi penggunaan model shapefile yang ditransformasi. Sistem ini akan menggunakan model jembatan yang ditransformasikan untuk merealisasikan fungsi, seperti visualisasi model, kueri atribut model, dan pemantauan kesehatan struktural secara tepat waktu [39][40]. Hypertext Markup Language (HTML), Cascading Style Sheets (CSS) dan JavaScript adalah alat dasar untuk pengembangan aplikasi berbasis web. Dalam penelitian ini, alat yang lebih canggih seperti Dojo, jQuery, Rickshaw dan Bootstrap akan digunakan. Selain itu, ArcGIS API untuk JavaScript digunakan untuk mengakses dan memanipulasi perubahan konstruksi jembatan. Hubungan antara Dojo, jQuery, Rickshaw, Bootstrap dan JavaScript, HTML, CSS [40].

Komunitas Insinyur Sipil di Amerika menjelaskan monitoring jembatan saat ini biasanya mengumpulkan foto digital definisi tinggi dari anggota jembatan dan sambungan pada skala yang berbeda saat melakukan monitoring dan inspeksi selama beberapa tahun [41]. Gambar metrik bermanfaat untuk monitoring dan evaluasi kondisi jembatan, menemukan cacat, dan mengukur dan mendokumentasikan perubahan yang terjadi dari waktu ke waktu. Untuk mengatur dan memanfaatkan citra multiskala, multitahun, pendekatan yang dilakukan menggunakan prototipe alat berbasis web bernama BridgeDex dikembangkan dalam kerangka sistem informasi geografis (GIS) [42]. Dengan menggunakan pendekatan tersebut, informasi spasial dan temporal untuk setiap gambar diatribusikan dan kemudian dihubungkan dengan metadata jembatan lainnya, termasuk catatan inspeksi, gambar desain, dan kemungkinan hasil pengujian yang merusak dan tidak merusak. Melalui Internet, pengguna dapat melihat citra georeferensi di berbagai skala dan di berbagai interval waktu inspeksi [43]. Alat ini dirancang untuk menyajikan citra inspeksi dan metadata resolusi tinggi kepada pengguna sementara hanya membutuhkan browser web dan koneksi internet. Alat ini mensintesis data pemeriksaan jembatan dengan cara yang intuitif untuk meningkatkan manajemen jembatan, serta pengambilan keputusan dan kebijakan untuk kegiatan pemeliharaan jembatan [44].

2. Metode Penelitian

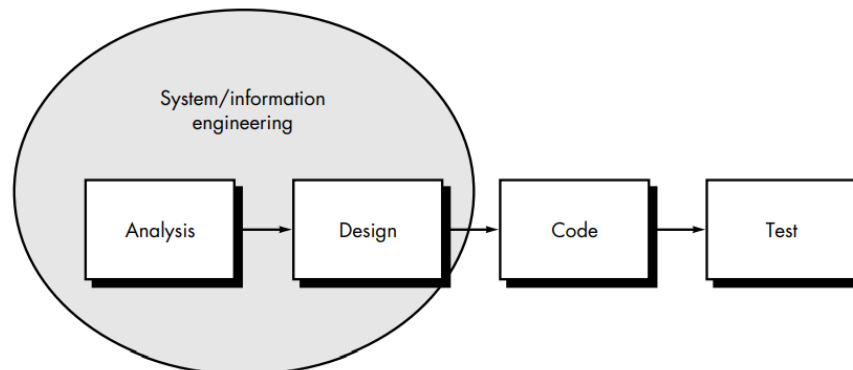
2.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan tiga cara, yaitu: pengamatan langsung, wawancara, dan studi pustaka. Pengamatan langsung atau observasi dilakukan untuk mengambil foto kondisi jembatan dan titik koordinat letak jembatan. Wawancara dilakukan untuk mendapatkan data jembatan dan kebutuhan fungsional sistem. Studi pustaka dilakukan untuk mendapatkan informasi dari berbagai sumber: peraturan, panduan, artikel, ataupun jurnal yang berkaitan dengan penelitian ini.

2.2. Pengembangan Sitem

Pengembangan sistem pada penelitian ini menggunakan metode *Waterfall* karena sudah teruji handal dengan aliran sistem yang linier [45]. Ada kalanya suatu masalah dapat dipahami dengan baik ketika dikerjakan dengan cara yang linier [46]. *Waterfall* adalah metode pengembangan

sistem yang umum digunakan untuk mengembangkan sistem yang dilakukan secara berurutan atau secara linear [47], [48], sebagaimana dirujuk pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Metode Waterfall (Linear Sequential Model)

Tahap analisis, bertujuan untuk mengetahui kebutuhan fungsional yang dibutuhkan di dalam sistem dengan menjelaskan interaksi yang terjadi antara pengguna dan sistem menggunakan use case diagram, dan menggambarkan urutan proses beserta komunikasi yang terjadi di masing-masing case menggunakan Sequence Diagram.

Design, pada tahap ini dilakukan perancangan arsitektur sistem menggunakan class diagram untuk mempresentasikan entitas-entitas yang bekerja dalam sistem, membuat rancangan tampilan sistem dan pemodelan data untuk menggambarkan hubungan tabel-tabel di dalam basisdata.

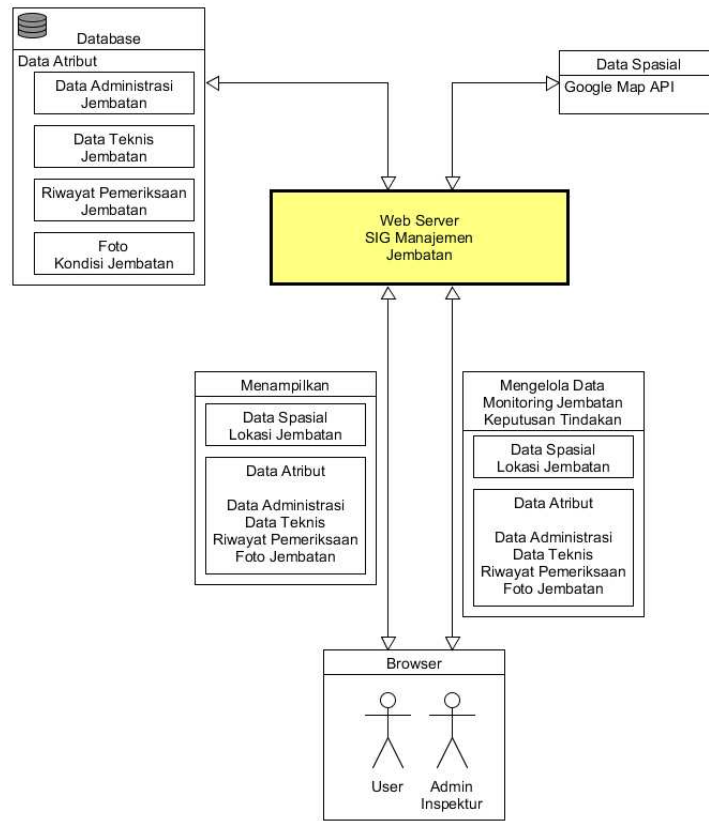
Coding, merupakan tahap pembuatan kode program (source code) website SIG manajemen jembatan Kabupaten Brebes dan basisdata (tabel dan relasinya) sesuai rancangan yang dihasilkan pada tahap design.

Testing, tahap ini dilakukan untuk validasi atau verifikasi terhadap fungsional SIG manajemen jembatan yang telah dibangun pada tahap coding dan meyakinkan semua fungsi sudah berjalan sesuai dengan perancangan. Pengujian fungsional sistem dilakukan dengan menggunakan data jembatan di Kabupaten Brebes.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis sistem

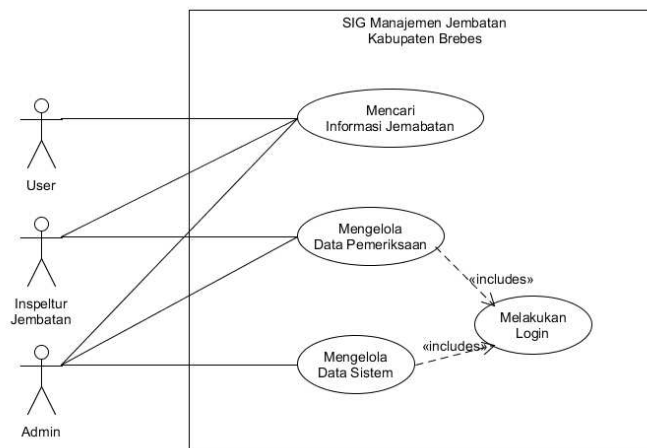
SIG Manajemen Jembatan bekerja dengan memanfaatkan fasilitas peta yang disediakan Google Maps untuk menampilkan lokasi jembatan berdasarkan koordinat latitude dan longitude. Data deskripsi/atribut jembatan disimpan di dalam database, sesuai dengan kebutuhan akan informasi dan rancangan sistem. Pengelolaan seluruh data menjadi tanggung jawab administrator system, sedangkan data riwayat pemeriksaan jembatan menjadi tanggung jawab inspektur jembatan sebagai bagian kegiatan pemeriksaan jembatan yang telah dilakukan sebagaimana pada **Gambar 2** yang menjelaskan SIG manajemen jembatan Kabupaten Brebes.



Gambar 2. SIG Manajemen Jembatan Kabupaten Brebes

3.1.1. Use Case Diagram

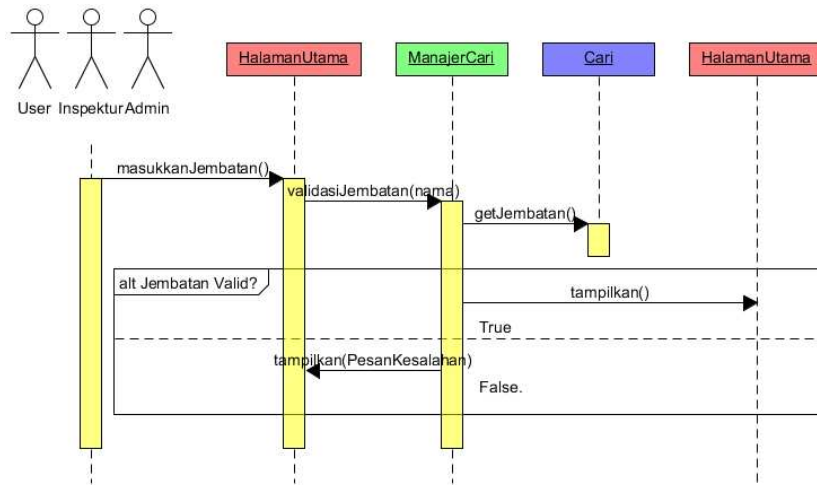
Use case Diagram digunakan untuk menjelaskan dan mendokumentasikan interaksi antara pengguna dan sistem untuk menyelesaikan tugas pengguna [49]. Use case diagram memberikan gambaran bagaimana sistem dengan pengguna berinteraksi [50], [51]. Gambar 3 menjelaskan Use case diagram SIG manajemen jembatan Kabupaten Brebes.



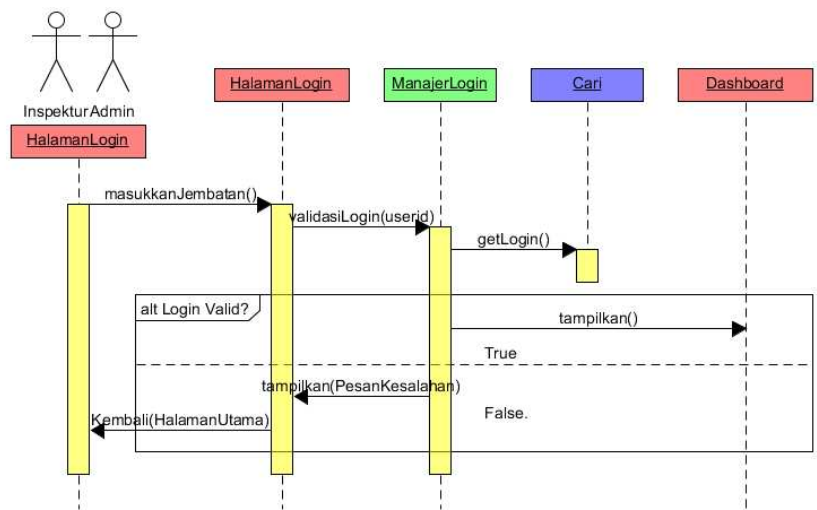
Gambar 3. Use Case Diagram SIG Manajemen Jembatan Kabupaten Brebes

3.1.2. Sequence Diagram

Sequence Diagram mendeskripsikan objek yang berinteraksi dan pesan yang lewat dari waktu ke waktu dalam satu use case [52]. Secara grafikal Sequence Diagram menggambarkan bagaimana objek berinteraksi dengan objek lainnya melalui pesan dalam eksekusi dari sebuah use case untuk menjelaskan urutan proses beserta komunikasi yang mungkin terjadi di dalamnya [45]. **Gambar 4** Sequence diagram untuk menggambarkan proses dari case mencari informasi jembatan, **Gambar 5** menggambarkan Sequence diagram dari case melakukan login pada sistem SIG manajemen jembatan Kabupaten Brebes bagi inspektur jembatan dan admin sebelum bisa melakukan proses mengelola data pemeriksaan ataupun data lain sesuai kewenangannya.



Gambar 4. Sequence Diagram Mencari Informasi Jembatan

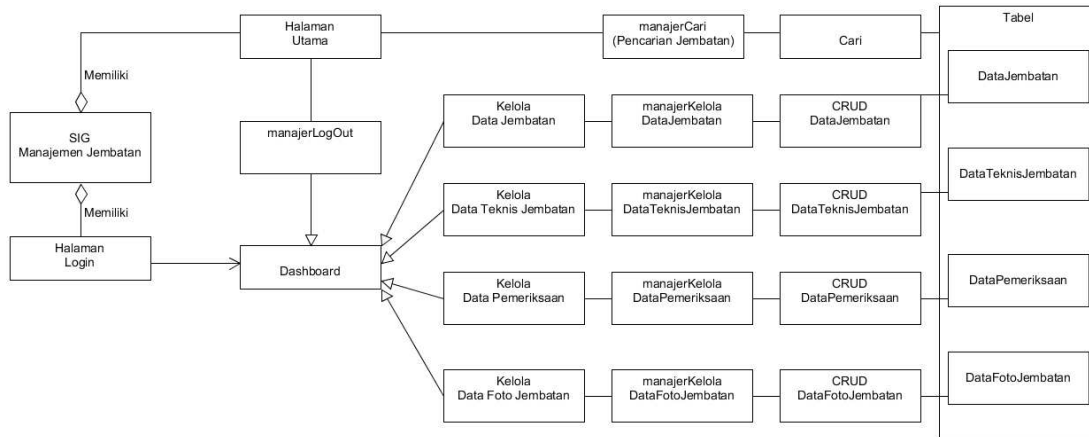


Gambar 5. Sequence Diagram SIG Melakukan Login

3.2. Desain sistem

3.2.1. ClassDiagram

Class Diagram menjelaskan jenis-jenis objek yang ada di dalam sistem dan berbagai macam hubungan dari masing-masing class [53]. Hubungan antar class atau tabel yang digunakan di dalam sistem digambarkan dengan class diagram [54]. **Gambar 6** menunjukkan class diagram dari SIG manajemen jembatan Kabupaten Brebes.



Gambar 6. Class Diagram SIG Manajemen Jembatan Kabupaten Brebes

3.2.2. User Interface

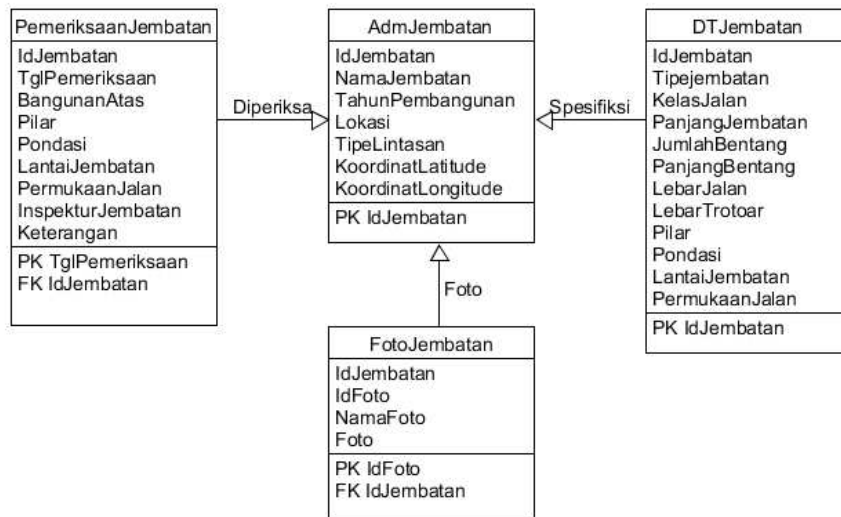
User Interface (UI) adalah tampilan visual sebuah produk yang menjembatani sistem dengan pengguna (user) yang didesain semenarik mungkin. Secara sederhana, UI adalah bagaimana tampilan sebuah produk yang dilihat oleh pengguna. UI merupakan tampilan sistem yang digunakan untuk komunikasi antara pengguna dengan komputer dalam mengoperasikan sistem. Tampilan SIG Manajemen Jembatan Kabupaten Brebes didesain agar menghasilkan tampilan website yang user friendly, menarik dan mudah digunakan oleh pengguna, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Tampilan SIG Manajemen Jembatan Kabupaten Brebes

3.2.3. Basisdata SIG

Basisdata SIG Manajemen Jembatan terdiri dari data administrasi jembatan yang didalamnya terdapat data referensi geografis jembatan agar dapat ditampilkan dalam peta menggunakan Google Maps API, data teknis yang menggambarkan spesifikasi teknis jembatan dan data riwayat pemeriksaan jembatan yang menjelaskan kondisi terkini jembatan dan histori pemeriksaanya.

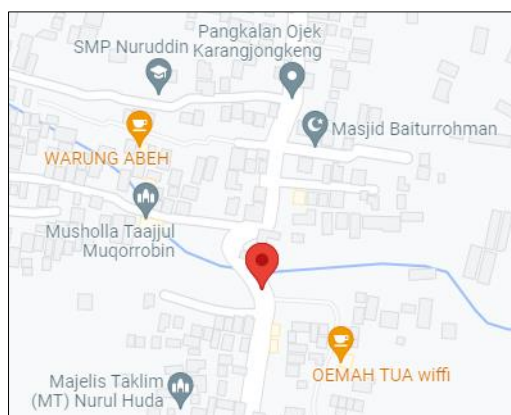


Gambar 8. Basisdata SIG Manajemen Jembatan Kabupaten Brebes

3.3. Implementasi

3.3.1. Data Lokasi Geografis (spatial)

Data Lokasi Geografis menggambarkan letak posisi jembatan di permukaan bumi berdasar koordinat latitude dan longitude. **Gambar 9** menunjukkan tampilan lokasi jembatan Kali Longkrang Tonjong yang berada di koordinat -7.171561, 109.014483.



Gambar 9. Data Lokasi Jembatan Kali Longkrang Tonjong

3.3.2. Data Administrasi Jembatan

Data yang digunakan dalam kegiatan administrasi administrasi jembatan antara lain: nama jembatan, tahun pembangunan dan lokasi yang menerangkan keberadaan jembatan, ditulis

dengan ruas jalan. **Gambar 10** adalah tampilan data administrasi jembatan Kali Longkrang Tonjong.

Data Administrasi	
Nomor Jembatan	: 33.29.104.001
Nama Jembatan	: Jembatan Kali Longkrang
Tahun Pembangunan	: 1980
Lokasi	: Kutamendala - Purwodadi
Tipe Lintasan	: Sungai
Koordinat Latitude	: -7.171561
Koordinat Longiude	: 109.014484

Gambar 10. Data Administrasi Jembatan Kali Longkrang Tonjong

3.3.3. Data Teknis Jembatan

Data teknis adalah data yang berhubungan langsung dengan perencanaan struktur jembatan seperti: tipe jembatan, kelas jalan, panjang jembatan, jumlah bentang, lebar jalan, lebar trotoar dan mutu beton. **Gambar 11** adalah tampilan data teknis jembatan Kali Longkrang Tonjong.

Data Teknis	
Nomor Jembatan	: 33.29.104.001
Nama Jembatan	: Jembatan Kali Longkrang
Tipe Jembatan	: Gelagar Baja
Kelas Jalan	: III B
Panjang Jemabatan	: 14 m
Jumlah Bentang	: 1
Lebar Jalan	: 6 m
Lebar Trotoar	: - m
Pilar	: 1
Pondasi	: Batu kali
Lantai Jembatan	: Beton bertulang
Permukaan Jalan	: Aspal

Gambar 11. Data Teknis Jembatan Kali Longkrang Tonjong

3.3.4. Data Riwayat Pemeriksaan Jembatan

Data ini digunakan untuk menyimpan data riwayat pemeriksaan yang sudah dilakukan dan menggambarkan kondisi jembatan, seperti: tanggal Pemeriksaan, bangunan atas, pilar, fondasi, lantai Jembatan, dan inspektur Jembatan. Data riwayat pemeriksaan jembatan dapat dimanfaatkan sebagai dasar untuk merencanakan suatu program kegiatan (pemeliharaan, rehabilitasi, perkuatan atau penggantian) jembatan. **Gambar 12** adalah tampilan data riwayat pemeriksaan jembatan Kali Longkrang Tonjong.

Riwayat Pemeriksaan Jembatan

Nomor Jembatan	: 33.29.104.001
Nama Jembatan	: Jembatan Kali Longkrang
Tanggal Pemeriksaan	: -
Bangunan Atas	: Baik
Pilar	: -
Pondasi	: Baik
Lantai Jembatan	: Baik
Permukaan Jalan	: Baik
Inspektur Jembatan	: -
Keterangan	: Kondisi baik

Gambar 12. Data Riwayat Pemeriksaan Jembatan Kali Longkrang Tonjong

3.3.5. Gambar Kondisi Jembatan

Kondisi terkini suatu jembatan ditampilkan dengan foto yang diambil pada saat pemeriksaan, sebagai bukti visual gambaran kondisi fisik jembatan. **Gambar 13** adalah gambar kondisi jembatan Kali Longkrang Tonjong.



Gambar 13. Gambar Kondisi Jembatan Kali Longkrang Tonjong

4. Kesimpulan dan Saran

SIG Manajemen Jembatan memiliki keunggulan karena dapat menyajikan data spasial (keruangan) atau lokasi yang merepresentasikan jembatan yang ada di dunia nyata dalam sebuah peta dan data-data atribut (data administratif, data teknis, riwayat pemeriksaan jembatan) yang mendeskripsikan informasi detail kondisi jembatan dan riwayat pemeriksaan jembatan sebagai bagian penting pengelolaan (manajemen) jembatan di Kabupaten Brebes.

Penelitian ini di kemudian hari perlu disempurnakan lagi, baik metodologi perancangan aplikasi maupun penentuan prioritas untuk pengaturan jadwal pemeriksaan jembatan, mengingat banyaknya jembatan yang ada di Kabupaten Brebes.

Daftar Pustaka

- [1] K. Brebes, "Profil Kondisi Geografis Kabupaten Brebes," *Profil Kondisi Geografis*

- Kabupaten Brebes. 2021, Accessed: May 05, 2021. [Online]. Available: http://mapgeo.id:8826/umum/detail_kondisi_geo/6.
- [2] S. Pramono, S. I. Wahyudi, and G. D. Asfari, "Evaluasi dan Penentuan Prioritas Rehabilitasi Jaringan Irigasi," *Pros. Semin. Nas. Inov. Dalam Pengemb. SmartCity*, vol. 1, no. 1, pp. 271–281, 2017.
- [3] D. B. PUPR, "Pedoman Pemeriksaan Jembatan," *Standar Pedoman Pemeriksaan Jembatan*. pp. 1–146, 2011, Accessed: May 05, 2021. [Online]. Available: http://nspkjembatan.pu.go.id/public/uploads/TahapInspeksi/BM/1511020973pedoman_pemeriksaan_jembatan.pdf.
- [4] H. Suhendi and F. U. Ali, "SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS BERBASIS WEB UNTUK PEMETAAN JALAN DAN JEMBATAN DI KOTA CIREBON," *J. Nas. Riset, Apl. Dan Tek. Inform.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–12, 2020.
- [5] BPS, "Jumlah dan Panjang Jembatan Menurut Kecamatan di Kabupaten Brebes, 2016," Brebes, 2016.
- [6] T. K. Sendow and J. Longdong, "STUDI PEMETAAN PETA KOTA," *Media Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 35–46, 2012.
- [7] G. Hati, A. Suprayogi, and B. Sasmito, "APLIKASI PENANDA LOKASI PETA DIGITAL BERBASIS MOBILE GIS PADA SMARTPHONE ANDROID," *J. Geod. Undip*, vol. 2, no. 4, p. 82406, 2013.
- [8] S. Maharani, D. Apriani, and A. H. Kridalaksana, "SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PEMETAAN MASJID DI SAMARINDA BERBASIS WEB," *J. Inform.*, vol. 11, no. 1, pp. 9–20, 2017.
- [9] Y. Agus Pranoto, M. Miftakhur Rokhman, and S. Adi Wibowo, "APLIKASI PEMETAAN BERBASIS WEBSITE UNTUK PUSAT KESEHATAN MASYARAKAT DI WILAYAH KABUPATEN MALANG," *J. Mnemon.*, vol. 1, no. 1, pp. 50–55, 2019.
- [10] D. M. Efendi, M. Bayu, and J. Darsyah, "SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS LOKASI KOS DAN PENGINAPAN BERBASIS WEB PADA WILAYAH KOTABUMI KABUPATEN LAMPUNG UTARA," *J. Inf. dan Komput.*, vol. 6, no. 2, pp. 1–10, 2018.
- [11] I. A. Pratama and S. Purwadiyanta, "SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS LOKASI PERUMAHAN DI KABUPATEN TASIKMALAYA BERBASIS WEB," *J. Manaj. Dan Tek. Inform.*, vol. 02, no. 01, pp. 51–60, 2018.
- [12] Reni and D. Susianto, "SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS RUMAH SAKIT BERSALIN DI BANDAR LAMPUNG BERBASIS WEB," *ONESISMIK*, vol. 3, no. 3, pp. 234–247.
- [13] R. Goel, L. Parmeswaran, S. K. Sharma, R. Garg, G. K. Sahu, and J. K. Goyal, "Development of bridge maintenance management system in GIS environment in India," in *Sustainable Construction Materials and Technologies*, 2016, vol. 2016-Augus, doi: 10.18552/2016/scmt4m106.
- [14] S. A. A. Wattan and M. Al-Bakri, "Development of Bridges Maintenance Management

- System based on Geographic Information System Techniques,” *J. Eng.*, vol. 25, no. 7, pp. 21–36, 2019.
- [15] G. Mehta, J. Li, R. T. Fields, Y. Lou, and S. Jones, “Safety performance function development for analysis of bridges,” *J. Transp. Eng.*, vol. 141, no. 8, 2015.
- [16] K. P. U. BPSDM, *Modul 2 Sistem Manajemen Jembatan*, 2nd ed. Bandung: Pusat Pendidikan dan Pelatihan Jalan, Perumahan, Permukiman, dan Pengembangan Infrastruktur Wilayah, 2018.
- [17] E. A. Sholarin and J. L. Awange, “Geographical information system (GIS),” in *Environmental Science and Engineering (Subseries: Environmental Science)*, no. 9783319276496, 2015, pp. 239–248.
- [18] I. Hijazi, A. Donaubauer, and T. H. Kolbe, “BIM-GIS integration as dedicated and independent course for Geoinformatics students: Merits, challenges, and ways forward,” *ISPRS Int. J. Geo-Information*, vol. 7, no. 8, 2018.
- [19] P. A. Burrough and R. A. McDonnell, “Principles of Geographical Information Systems,” *Princ. Geogr. Inf. Syst.*, vol. 75, no. 4, p. 422, 1998.
- [20] S. Ardi *et al.*, “PEMETAAN JARINGAN JALAN DAN JEMBATAN RUSAK MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI KECAMATAN KALISAT KABUPATEN JEMBER,” *Inf. Technol. J.*, vol. 3, no. 1, pp. 19–28, 2017.
- [21] A. Bujarkiewicz, M. Sztubecka, and J. Sztubecki, “The Study of Using Gis Tools in Sustainable Management of Solar Energy,” *Civ. Environ. Eng. Reports*, vol. 28, no. 1, pp. 26–39, 2018.
- [22] N. Ibrahim and M. Z. M. Yunus, “Bridge monitoring and management system using GIS,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, vol. 527, no. 1.
- [23] C. Leake and J. Malczewski, “GIS and Multicriteria Decision Analysis,” *J. Oper. Res. Soc.*, vol. 51, no. 2, p. 247, 2000.
- [24] S. A. ameer Aattan and M. Al-Bakri, “Development of Bridges Maintenance Management System based on Geographic Information System Techniques (Case study: Al-Muthanna \$\$ Iraq),” *J. Eng.*, vol. 26, no. 9, pp. 137–154, 2020.
- [25] F. Gourmelon, D. Le Guyader, and G. Fontenelle, “A Dynamic GIS as an efficient tool for integrated coastal zone management,” *ISPRS Int. J. Geo-Information*, vol. 3, no. 2, pp. 391–407, 2014.
- [26] A. Ardeshir, N. Mohseni, K. Behzadian, and M. Errington, “Selection of a Bridge Construction Site Using Fuzzy Analytical Hierarchy Process in Geographic Information System,” *Arab. J. Sci. Eng.*, vol. 39, no. 6, pp. 4405–4420, 2014.
- [27] G. Z. Zhang, “Research and Application of BIM Construction Management Platform for Hutong Changjiang River Bridge,” *Bridg. Constr.*, vol. 48, no. 5, pp. 6–10, 2018.
- [28] F. Beck, A. Borrmann, and T. H. Kolbe, “THE NEED for A DIFFERENTIATION between HETEROGENEOUS INFORMATION INTEGRATION APPROACHES in the FIELD of ‘BIM-GIS INTEGRATION’: A LITERATURE REVIEW,” in *ISPRS*

Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2020, vol. 6, no. 4/W1, pp. 21–28.

- [29] K. C. Ezekwem, “Environmental information modeling: An integration of Building Information Modeling and Geographic Information Systems for lean and green developments,” *ProQuest Diss. Theses*, no. April, p. 113, 2016.
- [30] T. Nyerges, M. Roderick, S. Prager, D. Bennett, and N. Lam, “Foundations of sustainability information representation theory: Spatial-temporal dynamics of sustainable systems,” *Int. J. Geogr. Inf. Sci.*, vol. 28, no. 5, pp. 1165–1185, 2014.
- [31] W. Bagye, L. Z. Haqiqi, and M. Ashari, “Sistem Informasi Geografis Persebaran Masyarakat Miskin (Damaskin) Di Desa Monggas Berbasis Web,” *J. Manaj. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 9–16, 2019.
- [32] G. Svennerberg, *Beginning Google Maps API 3*. Apress, 2010.
- [33] Google, “Overview | Maps JavaScript API ,” *Google Maps Platform*. 2021, [Online]. Available: <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/overview>.
- [34] R. W. Griffin, *Management*, Texas. 1984.
- [35] M. Breunig *et al.*, “Geospatial data management research: Progress and future directions,” *ISPRS Int. J. Geo-Information*, vol. 9, no. 2, 2020.
- [36] C. Wan *et al.*, “Development of a bridge management system based on the building information modeling technology,” *Sustain.*, vol. 11, no. 17, 2019.
- [37] L. C. Becerril, M. H. Medina, H. D. R. Lopez, L. H. Plascencia, and H. S. Restrepo, “Geographic information system of the pedestrian bridges in Mexico City,” *Inj. Prev.*, vol. 16, no. Supplement 1, pp. A202--A202, 2010.
- [38] J. D. D. Gatesi, J. A. Chingui, and E. Botir, “A A Review of Bridge Management System: Deterioration Models,” *Asian J. Eng. Technol.*, vol. 8, no. 2, 2020.
- [39] J. Zhu, Y. Tan, X. Wang, and P. Wu, “BIM/GIS integration for web GIS-based bridge management,” *Ann. GIS*, vol. 27, no. 1, pp. 99–109, 2021.
- [40] J. Zhu, X. Wang, M. Chen, P. Wu, and M. J. Kim, “Integration of BIM and GIS: IFC geometry transformation to shapefile using enhanced open-source approach,” *Autom. Constr.*, vol. 106, 2019.
- [41] I. Lochhead and N. Hedley, “Mixed reality emergency management: bringing virtual evacuation simulations into real-world built environments,” *Int. J. Digit. Earth*, vol. 12, no. 2, pp. 190–208, 2019.
- [42] M. Noor, H. Arshad, M. Khan, M. A. Khan, M. S. Aslam, and A. Ahmad, “Experimental and HEC-RAS modelling of bridge pier scouring,” *J. Adv. Res. Fluid Mech. Therm. Sci.*, vol. 74, no. 1, pp. 119–132, 2020.
- [43] E. Kim, M. K. Jha, P. Schonfeld, and H. S. Kim, “Highway alignment optimization incorporating bridges and tunnels,” *J. Transp. Eng.*, vol. 133, no. 2, pp. 71–81, 2007.
- [44] F. Javadnejad, D. T. Gillins, C. C. Higgins, and M. N. Gillins, “ BridgeDex : Proposed Web GIS Platform for Managing and Interrogating Multiyear and Multiscale Bridge-

- Inspection Images ,” *J. Comput. Civ. Eng.*, vol. 31, no. 6, p. 4017061, 2017.
- [45] Chrisantus Trisianto, “PENGUNAAN METODE WATERFALL UNTUK PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING DAN EVALUASI PEMBANGUNAN PEDESAAN,” *Notes Queries*, vol. 182, no. 23, p. 321, 2018.
- [46] R. S. Pressman and B. R. Maxim, *Software Engineering : A Practitioner’s Approach, Eighth Edition*, vol. 66. 2015.
- [47] E. Oktavia, Y. Yulindon, and R. Hidayat, “Pengembangan Sistem Informasi Industri Jasa Menjahit Online Berbasis Web Menggunakan Metode Waterfall,” *JISKA (Jurnal Inform. Sunan Kalijaga)*, vol. 5, no. 2, pp. 116–124, 2020.
- [48] A. Cahyo Nugroho, “Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Surat Tugas Berbasis Web Menggunakan Waterfall Model,” *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 4, no. 2, pp. 146–151, 2019.
- [49] A. Dennis, B. H. Wixom, and R. M. Roth, *System Analysis and Design 5th Edition*. 2012.
- [50] M. Ikhlās, “Analisa Dan Perancangan Sistem Informasi Transaksi Dan Persediaan Pada Toko Bangunan Ud. Romi Padang Menggunakan Bahasa Pemrograman Php Dan Database Mysql,” *KomTekInfo*, vol. 5, no. 2, pp. 51–62, 2018.
- [51] C. Chang, J. Andreanus, W. Chan, and I. Verdian, “Aplikasi Sistem Informasi Geografis Berbasis Web Pemetaan Lokasi Tempat Makan Vegetarian di Kota Batam,” *J. Telemat.*, vol. 13, no. 1, pp. 55–60, 2018.
- [52] A. Dennis, B. H. Wixom, and D. Tegarden, *System Analysis & Design An Object-Oriented Approach with UML*, 5th Editio. New Jersey: Wiley, 2015.
- [53] H. Herawati and S. Wijaya, “Sistem Informasi Geografis Berbasis Web Pada Pendidikan, Pemerintahan dan Tata Ruang Kota Kabupaten Bungo,” *J. Adm. Sos. dan Hum.*, vol. 3, no. 1, pp. 53–60, 2018.
- [54] Suendri, “Implementasi Diagram UML (Unified Modelling Language) Pada Perancangan Sistem Informasi Remunerasi Dosen Dengan Database Oracle (Studi Kasus: UIN Sumatera Utara Medan),” *ALGORITMA*, vol. 3, no. 1, pp. 1–9, 2018.