



# Pengembangan Sistem Informasi Lokasi Kejahatan Jalanan di Daerah Istimewa Yogyakarta

*(Development of a Street Crime Location Information System in the Special Region of Yogyakarta)*

Kholiftia Mu'arifah<sup>1</sup>, Diyono<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Alumni Program Studi Sarjana Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

<sup>2</sup> Departemen Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

Penulis Korespondensi: Diyono | Email: [diyono@ugm.ac.id](mailto:diyono@ugm.ac.id)

Diterima (Received): 30/11/2023 Direvisi (Revised): 31/07/2024 Diterima untuk Publikasi (Accepted): 01/08/2024

## ABSTRAK

Kejahatan jalanan di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) merupakan masalah serius di tengah status DIY sebagai kota pelajar dan tujuan pariwisata. Dibangunnya sistem informasi yang menyajikan data kejahatan jalanan di DIY merupakan salah satu cara untuk mengatasi masalah ini. Penyusunan sistem ini terdiri dari tahap perencanaan, analisis kebutuhan, desain konseptual, pengembangan sistem, pengujian, dan pemeliharaan. Sistem informasi ini menyimpan data kejahatan jalanan yang bersumber dari kepolisian pada perangkat manajemen basisdata. Penyusunan konsep *create, read, update, dan delete* (CRUD) dalam sistem ini memungkinkan data pada basisdata dapat ditambahkan, disunting, dan dihapus oleh pengelola sistem. Hasil pengujian terhadap 5 aspek kebergunaan sistem pada pengguna menghasilkan persentase tingkat persetujuan sebesar 89,51%, sehingga tanggapan pengguna terletak di daerah "setuju" terhadap kebergunaan sistem informasi ini. Sementara itu, hasil pengujian pada pengelola menghasilkan persentase tingkat persetujuan sebesar 90%, sehingga tanggapan pengelola terletak di daerah "setuju" terhadap kebergunaan sistem informasi ini. Dengan demikian, pembuatan sistem informasi ini telah berhasil mendapatkan tanggapan yang baik dalam menyajikan informasi persebaran kejahatan jalanan di DIY.

**Kata Kunci:** Kejahatan jalanan, sistem informasi lokasi

## ABSTRACT

*The street crimes in the Special Region of Yogyakarta (DIY) are a serious issue despite DIY's status as a city of students and a tourist destination. Developing an information system that presents data on street crimes in DIY is one way to tackle this problem. The development of this system comprises planning, requirements analysis, conceptual design, system development, testing, and maintenance phases. This information system stores street crime data from the police in a database management device. The conceptual arrangement of create, read, update, and delete (CRUD) within this system allows data in the database to be added, edited, and deleted by the system administrators. Testing the system's usability across 5 aspects among users resulted in an 89.51% approval rate, placing user responses in the "agree" area regarding the usefulness of this information system. Meanwhile, testing among administrators resulted in a 90% approval rate, placing administrator responses in the "agree" area regarding the usefulness of this information system. Therefore, the development of this information system has successfully received positive feedback in presenting information about the distribution of street crimes in the Special Region of Yogyakarta.*

**Keywords:** street crime, location information system

© Author(s) 2024. This is an open access article under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA 4.0).

## 1. Pendahuluan

Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) merupakan daerah yang berpredikat sebagai kota pelajar, kota wisata, dan kota budaya (Wijanarko & Ginting, 2021). Adanya predikat ini, maka banyak wisatawan maupun pelajar yang berdatangan

setiap tahunnya. Hal ini berdampak kepadatan di DIY. Di tengah kepadatan ini, terdapat fenomena berupa ancaman yang memberikan keresahan pada segenap warga, wisatawan, maupun pelajar di DIY. Ancaman yang datang berupa kejahatan yang terjadi di jalanan atau disebut dengan kejahatan jalanan.

Pandangan masyarakat terhadap fenomena ini menjadi berbeda karena fenomena ini muncul, berkembang, dan menjadi terkenal di DIY. Hal tersebut tengah mengalami peningkatan yang signifikan dan menimbulkan kekhawatiran yang mendalam di kalangan masyarakat karena telah banyak menyebabkan korban jiwa (Ma'rufiani, 2020). Fenomena kejahatan jalanan yang tercatat oleh Kepolisian Daerah (Polda) DIY pada tahun 2021 meningkat sebesar 11,54% dari tahun 2020. Selama ini banyak laporan dan berita yang menyiarkan maraknya kejadian kejahatan jalanan di DIY.

Fenomena ini mengakumulasi keresahan yang menimbulkan rasa tidak aman bagi masyarakat (LM Psikologi UGM, 2020). Hak atas rasa aman dituangkan dalam Undang-Undang Nomor 39 Tahun 1999 yang berbunyi :

*"Setiap orang berhak atas rasa aman dan tenteram serta perlindungan terhadap ancaman ketakutan untuk berbuat atau tidak berbuat sesuatu".*

Rasa aman ini dapat diwujudkan salah satunya dengan adanya campur tangan pihak kepolisian seperti yang tertuang pada amandemen kedua Undang-Undang Dasar 1945 Pasal 30 Ayat (4) yang berbunyi :

*"Kepolisian Negara Republik Indonesia sebagai alat negara yang menjaga keamanan dan ketertiban masyarakat bertugas melindungi, mengayomi, melayani masyarakat, serta menegakkan hukum".*

Pihak kepolisian memiliki data kejadian kejahatan umum yang mencakup kejahatan jalanan (*street crime*) tetapi tidak dapat diakses secara terbuka oleh publik karena sumber datanya mengandung unsur informasi pribadi. Oleh karena itu, masyarakat mulai membentuk komunitas di media sosial yang pengikutnya mampu menyebarkan dan menampung berita kejadian kejahatan jalanan di DIY. Kekurangan dari tindakan ini adalah informasi yang disebarkan belum tentu tervalidasi oleh pihak kepolisian sehingga dimungkinkan menyebabkan disinformasi. Disamping itu, data yang ditampilkan masih dalam bentuk data tekstual sehingga bagi masyarakat yang masih awam dengan lokasi-lokasi di DIY akan kesulitan dalam mengidentifikasi lokasi tempat kejadian kejahatan jalanan. Kejahatan memiliki komponen geografis (lokasi) yang melekat pada data tekstual, sehingga dengan mengoptimalkan informasi spasial (lokasi) dan temporal (waktu kejadian) termasuk sebuah kontribusi dalam upaya pengurangan dan pencegahan tindak kejahatan (Zhou dkk., 2012).

Dalam rangka menyediakan informasi yang lebih mudah dipahami masyarakat dan mengurangi disinformasi, maka perlu dibangun sebuah sistem yang menyajikan informasi spasial, temporal, dan tabular kejahatan jalanan di DIY. Sistem ini dirancang untuk memberikan kemudahan bagi penggunaannya dalam mengidentifikasi lokasi kejahatan jalanan. Layanan sistem informasi yang diberikan berupa informasi yang dapat diperbaharui dan edukasi terhadap

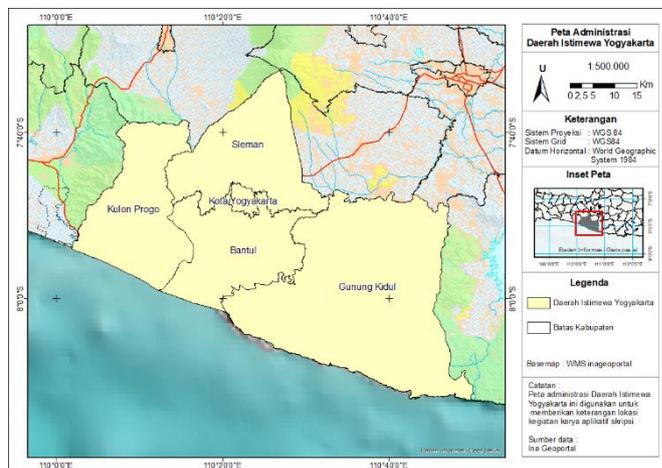
masyarakat terkait lokasi kejadian kejahatan jalanan untuk menunjang keamanan, kenyamanan, dan meningkatkan kewaspadaan masyarakat di DIY. Oleh sebab itu diperlukan mengembangkan Sistem Informasi Geospasial (SIG) tentang persebaran titik-titik lokasi kejahatan jalanan di DIY dalam bentuk *website*. Dalam rangka pengembangan SIG tersebut beberapa hal yang perlu dilakukan adalah (a) menspasialkan data tekstual kejahatan jalanan di DIY, (b) merancang sistem informasi persebaran lokasi kejahatan jalanan di DIY, dan (c) mengevaluasi hasil perancangan sistem tersebut ke pengguna.

## 2. Data dan Metodologi

### 2.1. Data dan Lokasi

Data yang digunakan adalah data tabular kejahatan jalanan di DIY yang diperoleh dari Polres Sleman, Polresta Yogyakarta, Polres Bantul, Polres Gunung Kidul, dan Polres Kulon Progo. Data pendukung yang digunakan berupa data geospasial batas administrasi desa/kalurahan di DIY yang diperoleh dari Dinas Pertanahan dan Tata Ruang DIY dengan skala 1:5.000 dan data kontak kantor polisi serta rumah sakit yang diperoleh dari basisdata *OpenStreetMap* dan proses *geotagging* melalui *Google Maps*.

Cakupan sistem informasi persebaran lokasi kejahatan jalanan adalah wilayah DIY yang terletak di antara 110° 00' 00" hingga 110° 50' 00" Bujur Timur, dan 7° 33' 00" hingga 8° 12' 30" Lintang Selatan. DIY terdiri atas 4 kabupaten dan 1 kota yaitu Kabupaten Bantul, Kabupaten Gunung Kidul, Kabupaten Kulon Progo, Kabupaten Sleman, dan Kota Yogyakarta. Lokasi kegiatan ditunjukkan pada Gambar 1.

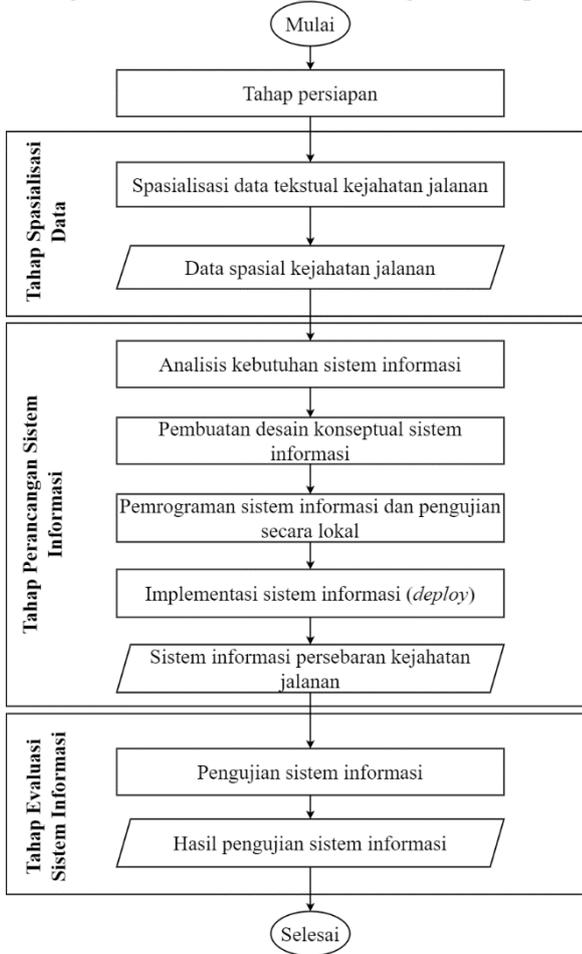


Gambar 1 Peta lokasi kegiatan  
(Sumber: Ina Geoportal Badan Informasi Geospasial)

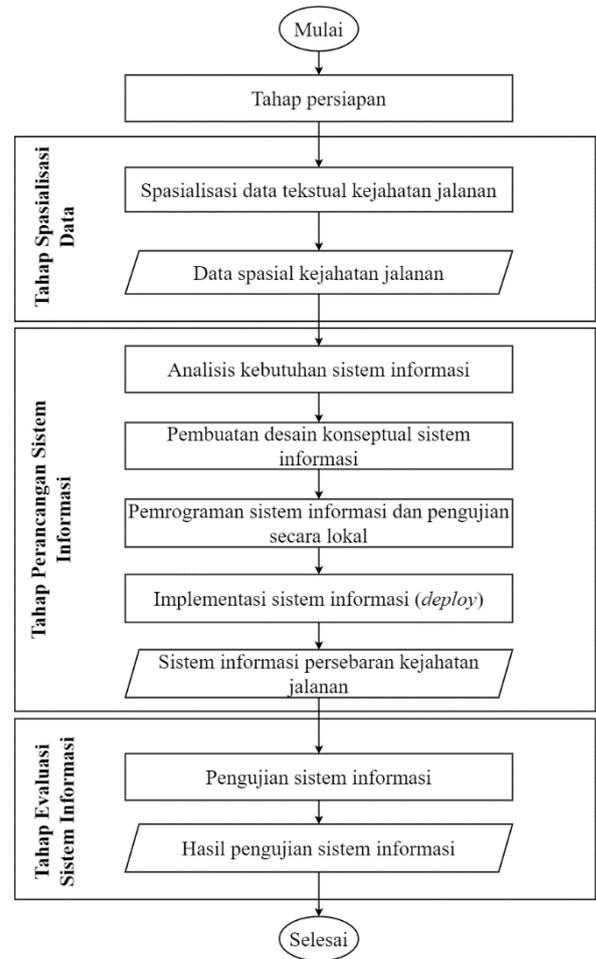
### 2.2. Metodologi

**Kajian pengembangan sistem informasi persebaran lokasi kejahatan jalanan dilaksanakan dengan tahapan**

sebagaimana disajikan pada diagram alir pada

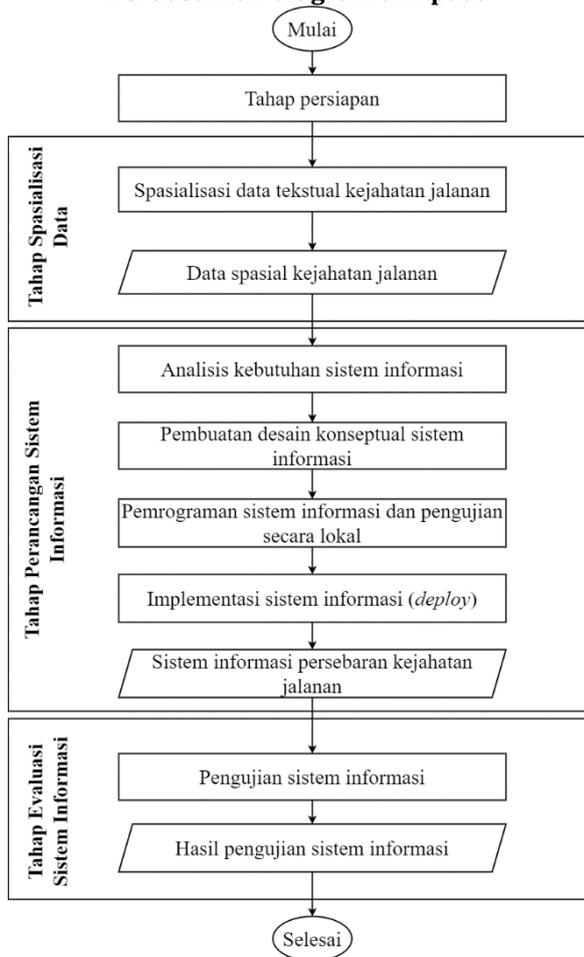


Gambar 2.



Gambar 2 Diagram alir kegiatan

**Berdasarkan diagram alir pada**



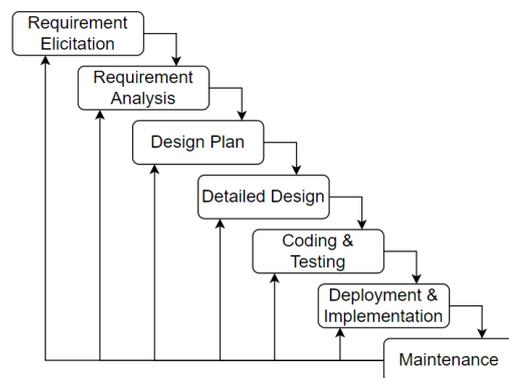
**Gambar 2**, tahapan kegiatan dirincikan sebagai berikut:

**2.2.1. Persiapan.** Tahapan persiapan meliputi studi literatur, pengumpulan data, dan persiapan peralatan. Pengumpulan data kejahatan jalanan dilakukan di instansi kepolisian resor di setiap kabupaten dan kota di DIY dan data spasial batas administrasi diperoleh dari Dinas Pertanahan dan Tata Ruang DIY. Sedangkan data lokasi kantor polisi dan rumah sakit didapatkan dari *Google Maps* dan basisdata *OpenStreetMap*. Tahap persiapan peralatan dimulai dengan melakukan instalasi, menyesuaikan versi perangkat, menyesuaikan kebutuhan kegiatan, dan mencoba performa untuk melakukan pengolahan dan visualisasi data. Tahap persiapan data berupa cek topologi data spasial yang bertujuan untuk mengoreksi kesalahan topologi pada data spasial.

**2.2.2. Spasialisasi data.** Data tekstual yang diperoleh dari instansi terkait direkap kembali ke dalam bentuk tabel dengan perubahan kolom. Kolom baru yang dibuat menampilkan informasi yang tidak bersifat informasi privat yaitu berupa nomor, tindak pidana, tanggal, hari, bulan, tahun, waktu, TKP, dan status data. Kegiatan konversi data tekstual memanfaatkan fitur *placemark* untuk lokasi yang ada di kolom "TKP" menggunakan *Google My Maps* yang dicek kembali menggunakan *geocoding* di

*Google Maps* untuk memasukkan koordinat di *Microsoft Excel*. Dalam tahap ini, kolom dalam data tabular bertambah kolom informasi lokasi berupa koordinat lintang (*Latitude*) dan koordinat bujur (*Longitude*).

**2.2.3. Perancangan sistem informasi.** Metode penyusunan sistem informasi menggunakan metode *Web Development Life Cycle (WDLC)* yang meliputi tahapan merencanakan (*planning*), melakukan analisis (*analysis*), mendesain dan mengembangkan (*design & development*), menguji (*testing*), dan menerapkan dan melakukan perawatan (*implementation and maintenance*) sistem informasi (Kamatchia dkk., 2013). Model pengembangan sistem yang digunakan dalam pembuatan sistem informasi ini adalah model *iterative waterfall* yang memungkinkan tahapan berlangsung secara bersamaan ketika diperlukan (Deepak & Kumar, 2015). Model *iterative waterfall* ditunjukkan pada **Gambar 3**.



**Gambar 3** Skema model *iterative waterfall* (Sumber: Deepak & Kumar, 2015)

Berdasarkan skema model *iterative waterfall*, tahapan penyusunan sistem informasi meliputi analisis kebutuhan, pembuatan desain konseptual, pembangunan basisdata, pemrograman, dan implementasi sistem informasi.

a. Tahap analisis kebutuhan sistem

Pembuatan sistem informasi didasarkan pada kebutuhan fungsional maupun non-fungsional. Analisis kebutuhan diikuti dengan mempertimbangkan kualitas sistem berupa performa (*performance*), kebergunaan (*usability*), keamanan (*security*), kemampuan sistem untuk dipindah ke lingkungan lain (*portability*), fungsionalitas (*functionality*), kompatibilitas (*compatibility*), keandalan (*reliability*), dan pemeliharaan (*maintainability*). Analisis kebutuhan dilakukan melalui analisis terhadap sistem informasi sejenis yang sudah ada dan menambahkan fungsionalitas yang belum ada.

b. Tahap pembuatan desain konseptual sistem

Tahap pembuatan desain konseptual sistem informasi meliputi pembuatan arsitektur sistem, diagram *use case*, diagram hubungan entitas, dan rancangan halaman *website*.

1) Arsitektur sistem

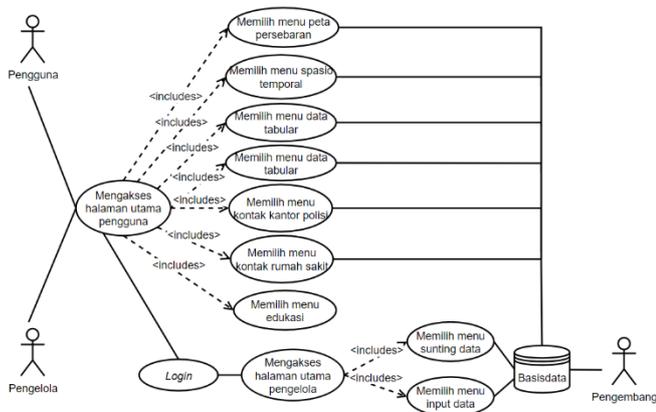
Arsitektur sistem yang digunakan dibedakan pada sisi *server* dan pada sisi *client*. Pada sisi server terdapat basisdata dan komponen model dari kerangka *CodeIgniter*. Sementara itu, pada sisi *client*, terdapat komponen *view* pada *CodeIgniter*, pustaka *OpenLayers*, dan kerangka *Bootstrap*. Arsitektur sistem ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Arsitektur sistem informasi (Sumber: modifikasi dari Ibadah dkk., 2018)

2) Diagram *use case*

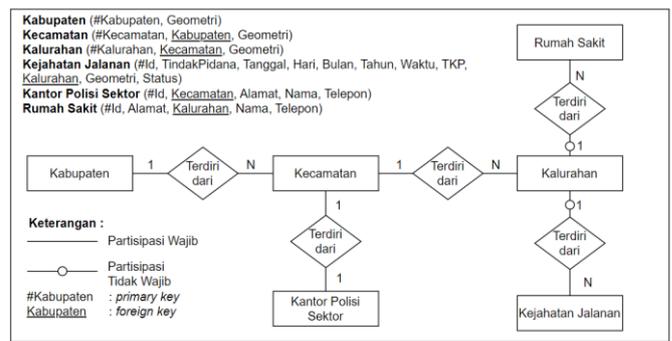
Diagram *use case* digunakan untuk menggambarkan struktur suatu sistem dan interaksinya dengan aktor. Pembuatan diagram ini memungkinkan pengembang untuk fokus pada interaksi yang telah dibuat, agar pembuatan sistem lebih terarah dan tidak keluar dari rencana. Pada perencanaan yang digambarkan dalam struktur ini, ada 3 aktor yang terlibat yaitu pengguna, pengelola, dan pengembang. Interaksi ketiganya ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Diagram *use case* sistem informasi (Sumber: modifikasi dari Bittner & Spence, 2003)

3) Diagram hubungan entitas (*ER Diagram*)

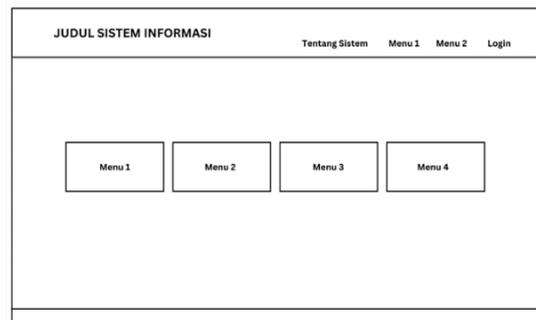
Penyusunan diagram hubungan entitas ini digunakan pengembang untuk merencanakan basisdata seperti apa yang akan dibuat. Selain itu, pengembang dapat merencanakan tabel apa saja dan atribut tabel apa saja yang akan dimasukkan ke dalam basisdata. Diagram ER ditunjukkan pada Gambar 6.



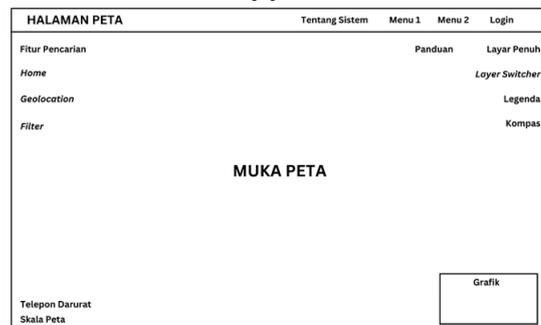
Gambar 6 Diagram hubungan entitas (*ER Diagram*) (Sumber: modifikasi dari Teorey dkk., 2006)

4) Rancangan awal halaman sistem informasi

Penyusunan rancangan awal halaman sistem informasi dilakukan oleh pengembang untuk menggambarkan seperti apa sistem yang akan dibuat dalam bentuk gambar yang sederhana. Gambar ini digunakan sebagai acuan untuk menyusun tata letak halaman dan menu yang akan ditampilkan kepada pengguna sistem informasi tersebut.



(a)



(b)

Gambar 7 Contoh rancangan halaman utama (a), rancangan halaman peta (b) (Sumber: hasil pengolahan penulis)

c. Tahap pembangunan basisdata

Pembuatan basisdata dilakukan pada MySQL dengan bantuan aplikasi berbasis tampilan grafis pengguna (*graphical user interface/GUI*) phpMyAdmin. Basisdata yang dibuat berisi tabel yang akan ditampilkan pada sistem

informasi. Tabel yang ada di dalam basisdata yaitu tabel kejahatan jalanan di Kabupaten Sleman, di Kota Yogyakarta, di Kabupaten Bantul, di Kabupaten Gunung Kidul, dan di Kabupaten Kulon Progo yang sudah memiliki kolom koordinat, tabel data rumah sakit, kantor polisi, dan tabel admin yang menyimpan data nama admin dan kata sandi untuk masuk sebagai administrator.

#### d. Tahap pemrograman sistem informasi

Sistem informasi disusun dengan skrip/kode dalam bahasa pemrograman PHP (*Hypertext Preprocessor*), JavaScript, bahasa markah (*markup language*) HTML (*Hypertext Markup Language*), dan bahasa desain CSS (*Cascading Style Sheet*). Sistem informasi ini memanfaatkan kerangka *CodeIgniter4* untuk mempercepat penyusunan sistem informasi. *CodeIgniter* memiliki konsep desain arsitektur pengembangan aplikasi berupa *Model, View, Controller (MVC)*. Struktur tersebut yang dikonfigurasi agar tampilan bisa terhubung dengan basisdata. Model adalah komponen yang bertanggung jawab untuk berinteraksi dengan basisdata. Tampilan (*view*) adalah komponen yang digunakan untuk menampilkan data kepada pengguna. Kontrol (*controller*) adalah komponen yang bertanggung jawab untuk mengelola permintaan (*request*) dan respon (*response*).

Proses penyusunan sistem informasi dapat dimulai dari menyusun konsep *view* terlebih dahulu. Konsep *view* ini bertujuan untuk membuat tampilan halaman sistem informasi. Data yang telah disimpan di dalam basisdata, diakses oleh model, dan dihubungkan oleh *controller*, selanjutnya dapat dipanggil dan ditampilkan melalui *view*.

#### 1) Penyusunan skrip tampilan sistem informasi

Tampilan yang dibuat berupa tampilan peta (halaman peta persebaran dan halaman spasio temporal) dan tampilan halaman pendukung (halaman data tabular, data kontak, dan halaman edukasi). Tampilan peta memiliki fungsi panduan, jendela informasi (*popup*), pencarian, layar penuh, *layer switcher*, *home*, *filter* dan perhitungan data, legend peta, kompas, grafik dan filter tampilan grafik, telepon darurat, skala peta, dan animasi spasio temporal.

#### 2) Penyusunan hak akses pengguna (*user*) dan pengelola (*admin*)

Pembuatan halaman pengelola dimulai dari konsep *view* dan *controller* dengan cara duplikasi dari *view* dan *controller* pengguna kemudian tambahkan menu "Input Data" dan "Sunting Data". Susunan model tetap sama antara sisi pengguna maupun sisi pengelola karena mengakses basisdata yang sama. Tambahkan satu *view* lagi yaitu *view "login"* yang digunakan untuk memasukkan autentikasi pengelola yang didalamnya terdapat formulir untuk memasukkan nama pengelola dan kata sandi.

Proses selanjutnya adalah pembuatan model baru yaitu model "*Auth*" untuk melakukan autentikasi yang menghubungkan formulir pada *view login* dengan basisdata yang menyimpan data nama pengelola dan kata sandi.

Pastikan tabel sudah berada di basisdata serta memiliki kolom nama\_admin dan password. Setelah model terbentuk, hubungkan model dengan *view* menggunakan *controller*.

#### 3) Penyusunan operasi *create, read, update, dan delete*

Operasi *Create, Read, Update, Delete (CRUD)* diatur hanya dapat dilakukan pada sisi pengelola (*admin*), sehingga operasi CRUD hanya terdapat pada halaman setelah *login*. Operasi CRUD dibagi menjadi 2 yaitu menu "Input Data" dan menu "Sunting Data". Pembuatan menu tersebut diawali dengan menambahkan fungsi *insertData, updateData, dan deleteData* pada model "ModelLokasi" yang telah dibuat sebelumnya. Jika Fungsi pada model telah terbentuk, proses selanjutnya adalah menambahkan fungsi *inputLokasi, editLokasi, updateLokasi, dan deleteLokasi* pada *controller "Lokasi"* untuk mengarahkan halaman ketika tombol input data dan sunting data diklik menuju ke formulir pengisian data. Pembuatan fungsi pada *controller* dapat menghubungkan ke model untuk disimpan ke masing-masing tabel di basisdata. Proses terakhir pada bagian input data dan sunting data adalah mengatur tampilan (*view*). Pada *view* perlu dibuat sebuah formulir untuk memasukkan dan menyunting data yang akan disimpan ke tabel di basisdata sesuai dengan rute formulir yang diisikan.

#### e. Pengujian secara lokal

Pengujian sistem informasi secara lokal dilakukan menggunakan server lokal yaitu *XAMPP*. Masukkan satu folder sistem informasi yang telah disusun ke dalam folder *htdocs* di dalam folder *XAMPP* serta aktifkan modul *Apache* dan *MySQL* pada panel kontrol *XAMPP*. Pengujian sistem secara lokal selanjutnya dilakukan dengan membuka "localhost/namasistem/public" pada browser dengan mencoba tampilan dan fitur-fitur yang telah dibuat.

#### f. Tahap implementasi sistem informasi

Sistem informasi ini didarangkan dengan menggunakan jasa penyedia layanan hosting, domain, dan basisdata. Implementasi sistem dimulai dengan pembelian paket *hosting* yang dilanjutkan dengan memindah berkas-berkas sistem informasi yang telah diuji secara lokal ke dalam folder yang disediakan oleh layanan *hosting*. Hal yang perlu dilakukan selanjutnya adalah konfigurasi basisdata dengan cara mengekspor basisdata lokal dalam format \*.sql untuk diimpor ke dalam basisdata dalam layanan *hosting*. Proses pemindahan file sistem informasi dan konfigurasi basisdata dilakukan dengan menggunakan *control panel (hpanel)*.

2.2.4. Evaluasi sistem informasi. Metode evaluasi (pengujian) sistem informasi menggunakan metode *usability metric* yang melibatkan pengguna dalam pengujian sebuah sistem (Hadi dkk., 2018). Pandangan pengguna dinilai dengan 5 kriteria pada skala *Likert*. Skala *Likert* merupakan sebuah ukuran yang digunakan untuk mengukur pandangan, pendapat, atau persepsi individu atau sekelompok orang terhadap fenomena yang ditentukan oleh peneliti (Sugiyono, 2013). Perhitungan

statistik terhadap skor yang didapatkan dalam uji kebergunaan sistem informasi ini dapat menggunakan rumus tingkat persetujuan terhadap instrumen uji yang ditunjukkan pada persamaan 1 (Sugiyono, 2013):

$$\sum a = (n*1) + (n*2) + (n*3) + (n*4) + (n*5) \quad (1)$$

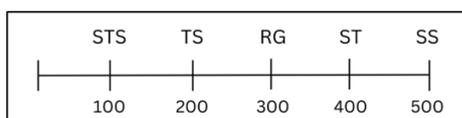
$$\text{Tingkat persetujuan} = (\sum a) / b \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

$\sum a$  = jumlah skor yang didapatkan

b = jumlah skor ideal (jumlah responden dikali dengan skor 5)

Berdasarkan persamaan 1, perhitungan total skor ( $\sum a$ ) dilakukan untuk setiap pernyataan dan setiap aspek uji kebergunaan. Hasil total skor ( $\sum a$ ) dicocokkan kembali dengan diagram skor ideal uji kebergunaan sesuai jumlah responden seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8 (skor ideal untuk 100 responden).



Gambar 8 Diagram skor ideal uji kebergunaan untuk 100 responden (Sumber: Sugiyono, 2013)

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Hasil Spasialisasi Data

Hasil dari proses spasialisasi data kejahatan jalanan adalah data spasial kejahatan jalanan yang disajikan dalam bentuk sistem informasi kejahatan jalanan. Data kejahatan jalanan berbentuk tabel yang berisi kolom nomor, tindak pidana, tanggal, waktu, tempat kejadian perkara (TKP), dan uraian kejadian tidak memiliki informasi geografis berupa koordinat lintang dan bujur. Konversi dari data non-spasial menjadi data spasial meliputi kegiatan menambahkan informasi geografis berupa koordinat lintang dan bujur sesuai dengan informasi yang diberikan di kolom 'tkp'. Cuplikan data hasil konversi data non spasial menjadi data spasial ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Cuplikan data hasil konversi

No	Tindak Pidana	Tanggal Hari	Bulan Tahun	Waktu	TKP	Lat	Long	Status
1	Keroyok atau Aniaya	07/01/2023	Sabtu Januari 2023	01.00	Simpang 3 Pasar Tempel Ds. Ngepos Lumbungrejo Tempel	-7.64732	110.32452	Teridentifikasi
2	Undang-Undang Darurat	12/01/2023	Kamis Januari 2023	-	Jl Pakem-Turi Dsn Jambangan Purwobinangun Pakem Sleman DIY	-7.65154	110.39667	Teridentifikasi
3	Undang-Undang Darurat	24/01/2023	Selasa Januari 2023	01.30	Jl Godean Km 7,2 Sidoarum Godean Sleman	-7.77457	110.32117	Teridentifikasi

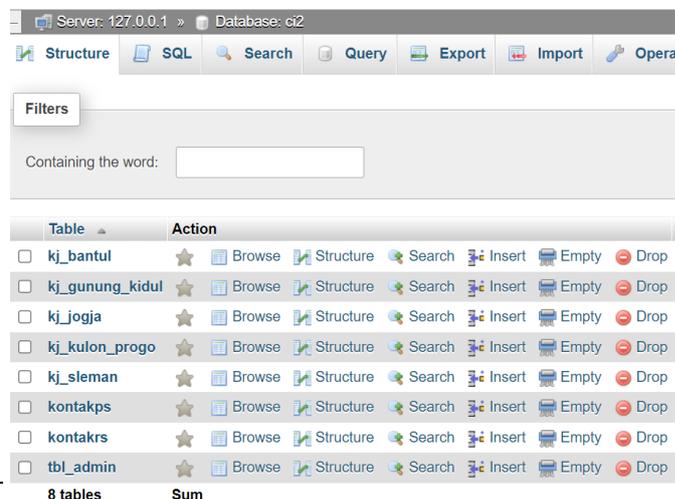
(Sumber: Hasil pengolahan penulis)

Berdasarkan hasil konversi data yang ditunjukkan pada Tabel 1, terdapat 3 kolom tambahan yaitu kolom Lat, Long, dan Status. Kolom 'Lat' menunjukkan posisi Y dan kolom 'Long' menunjukkan posisi X dari titik kejahatan jalanan dalam koordinat geografis. Sementara itu, kolom 'Status' menunjukkan keterangan identifikasi lokasi berdasarkan informasi yang didapatkan dari kolom 'TKP'. Terdapat 2 jenis status yaitu 'Teridentifikasi' dan 'Tidak teridentifikasi dengan baik'. Status 'Teridentifikasi' menunjukkan bahwa posisi X dan Y dapat dengan baik ditentukan karena lengkapnya informasi yang diberikan pada kolom 'TKP'. Sementara itu, status 'Tidak teridentifikasi dengan baik' menunjukkan bahwa posisi X dan Y tidak dapat ditentukan dengan baik karena keterbatasan informasi yang diberikan pada kolom 'TKP'.

#### 3.2. Hasil Penyusunan Sistem Informasi

Hasil dari kajian adalah sistem informasi persebaran lokasi kejahatan jalanan yang didalamnya tidak hanya menampilkan peta saja melainkan ada fitur lain yaitu animasi spasio temporal, data tabular kejahatan jalanan, data tabular yang berisi kontak kantor polisi dan rumah sakit, dan konten edukasi.

**3.2.1. Hasil pembangunan basisdata.** Perangkat lunak sistem manajemen basisdata yang digunakan dalam kegiatan ini adalah *MySQL* dan menggunakan antar muka pengguna grafis (GUI) *phpMyAdmin* untuk membantu melakukan konfigurasi. Konfigurasi basisdata meliputi kegiatan pembuatan basisdata dan membuat tabel dalam basisdata tersebut. Hasil dari konfigurasi basisdata ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9 Hasil konfigurasi basisdata (Sumber: Hasil pengolahan penulis)

Hasil pembangunan basisdata menghasilkan 1 basisdata yang dinamakan basisdata 'ci2' dan hasil konfigurasi basisdata 'ci2' menghasilkan 8 tabel untuk menyimpan data. Tabel dalam basisdata 'ci2' meliputi tabel kejahatan jalanan hasil pengolahan (kj\_sleman, kj\_jogja,

kj\_bantul, kj\_gunung\_kidul, kj\_kulon\_progo), tabel kontak kantor polisi (kontakps), tabel kontak rumah sakit (kontakrs), dan tabel admin (tbl\_admin). Tabel kejahatan jalanan menyimpan data kejahatan jalanan yang meliputi kolom 'no', 'tindak\_pidana', 'tanggal', 'hari', 'bulan', 'tahun', 'waktu', 'tkp', 'latitude', 'longitude', dan 'status'. Tabel kontak kantor polisi berisi informasi mengenai nama dan kontak kantor polisi sektor (polsek) yang meliputi kolom 'kal', 'kec', 'kab', 'kantor', 'op'/jam operasional, 'no'/nomor telepon, 'lat', dan 'long'. Tabel kontak rumah sakit berisi informasi mengenai nama dan kontak rumah sakit yang meliputi kolom 'nama', 'alamat', 'op'/jam operasional, 'no'/nomor telepon, 'lat', dan 'long'. Tabel admin berisi nama admin dan kata sandi untuk keperluan autentikasi pengelola pada halaman *login*.

### 3.2.2. Hasil penyusunan halaman sistem informasi.

Halaman sistem informasi yang disusun terdiri dari halaman utama, halaman peta persebaran, halaman animasi spasio temporal, halaman data tabular, halaman kontak kantor polisi dan rumah sakit, halaman edukasi, halaman login, halaman input data, dan halaman sunting data. Skrip lengkap penyusunan sistem informasi dapat diakses pada tautan github berikut [https://github.com/kholiftia2001/streetcrime\\_webgis.git](https://github.com/kholiftia2001/streetcrime_webgis.git). Hasil penyusunan halaman utama pengguna dan halaman utama pengelola ditunjukkan pada Gambar 10.



(a)

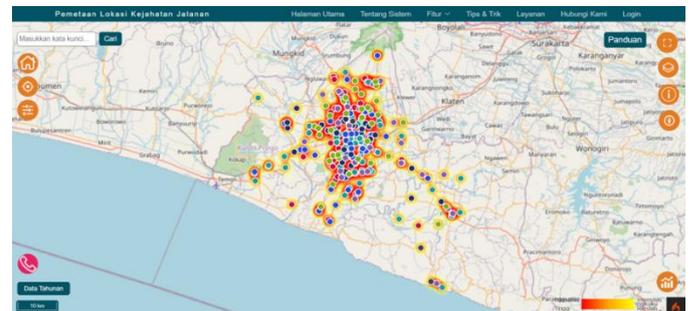


(b)

Gambar 10 Halaman utama pengguna (a) dan halaman utama pengelola (b)  
(Sumber: Hasil pengolahan penulis)

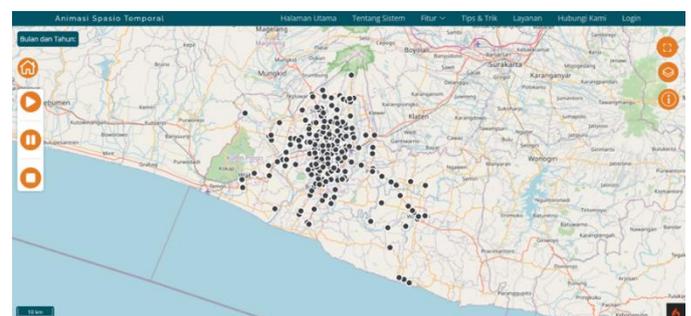
Pada halaman utama, terdapat menu yang dapat dipilih oleh pengguna maupun pengelola yaitu menu peta persebaran, menu animasi spasio temporal, menu data tabular, menu daftar kontak polsek, menu daftar kontak

rumah sakit, menu edukasi, dan menu *login*. Sedangkan menu yang hanya dapat diakses oleh pengelola adalah menu input data dan sunting data. Menu peta akan mengarahkan ke halaman peta yang ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11 Tampilan halaman peta persebaran  
(Sumber: Hasil pengolahan penulis)

Fitur yang ada pada halaman peta antara lain fitur pencarian, fitur panduan, fitur layar penuh, fitur pemilihan *layer*, fitur legenda peta, fitur kompas, fitur grafik, fitur skala, fitur telepon darurat, fitur saring data (*filter*), fitur lokasi pengguna (*geolocation*), fitur *home*, fitur jendela informasi (*popup*). Selain menu peta, terdapat menu spasio temporal yang akan mengarahkan pengguna ke halaman animasi spasio temporal. Halaman animasi spasio temporal ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12 Tampilan halaman animasi spasio temporal  
(Sumber: Hasil pengolahan penulis)

Halaman animasi spasio temporal akan menampilkan data spasial berupa titik-titik lokasi kejahatan jalanan berdasarkan urutan bulan dan tahun. Terdapat 3 tombol yang digunakan untuk mengatur animasi spasio temporal yaitu tombol mulai (*play button*), jeda (*pause*), dan berhenti (*stop*). Tombol mulai berfungsi untuk memulai dan meneruskan animasi agar berjalan. Tombol jeda berfungsi untuk menjeda animasi agar berhenti. Tombol berhenti berfungsi untuk menghentikan animasi. Pada bagian kiri atas muka peta, terdapat keterangan bulan dan tahun yang sedang berjalan.

Halaman data tabular menyajikan data kejahatan jalanan dalam bentuk tabel. Halaman ini memungkinkan

pengguna untuk melihat daftar kejahatan jalanan dalam bentuk tabel yang dilengkapi dengan atribut 'No', 'Tindak Pidana', 'TKP', 'Waktu', 'Jam', 'Posisi', 'Tahun', dan 'Status'. Status data menunjukkan akurasi posisi sesuai dengan informasi lokasi yang didapatkan. Tampilan halaman data tabular ditunjukkan pada Gambar 13.

No.	Tindak Pidana	TKP	Waktu	Jam	Posisi	Tahun	Status
1	Keroyok Atau Ancaya	Simpang 3 Pasar Tempel Di Ngopis Lumbungrejo Tempel	1/7/2023	01.00	-7.64732, 110.32452	2023	
2	Undang-Undang Darurat	Jl Pakem- Turi Dan Jambangan Purobohangan Pakem Sleman DIY	1/12/2023	-	-7.65154, 110.39667	2023	Tidak teridentifikasi dengan baik

Gambar 13 Tampilan halaman data tabular (Sumber: Hasil pengolahan penulis)

Halaman kontak kantor polisi dan rumah sakit memiliki tata letak yang sama dengan halaman data tabular, hanya saja terdapat perbedaan pada atribut data yang ditampilkan. Atribut yang ditampilkan pada halaman kontak kantor polisi adalah 'Nomor', 'Kalurahan', 'Kecamatan', 'Kabupaten', 'Kantor Polisi', 'Operasional', 'Nomor Telepon', dan 'Posisi'. Sementara itu, atribut yang ditampilkan pada halaman rumah sakit adalah 'Nomor', 'Alamat', 'Nama', 'Operasional', 'Telepon', dan 'Posisi'. Tampilan halaman kontak kantor polisi dan rumah sakit ditunjukkan pada Gambar 14.

Nomor	Kalurahan	Kecamatan	Kabupaten	Kantor Polisi	Operasional	Nomor Telepon	Posisi
1	BANGUNTAPAN	BANGUNTAPAN	BANTUL	Polsek Banguntapan		(0274) 414132	-7.811247936, 110.4076737
2	BANTUL	BANTUL	BANTUL	Polsek Bantul		(0274) 367403	-7.896461888, 110.337287
3	KALI TIRTO	BERBAH	SLEMAN	Polsek Berbah		(0274) 498509	-7.790561968, 110.4600139

(a)

Id	alamat	nama	op	no	posisi
1	Jalan Garjuran	Rumah Sakit Santa Elisabeth		(0274) 367502	-7.9256637000000, 110.518862300000
2	Jl. Denta Sekip Utara No.1, Sendoro, Sinduadi, Kec. Mati, Kabupaten Sleman	Rumah Sakit Gigi Dan Mulut Dr. Soedono		(0274) 292086	-7.7705587000000, 110.373686000000

(b)

Gambar 14 Tampilan halaman kontak kantor polisi (a), halaman kontak rumah sakit (b) (Sumber: Hasil pengolahan penulis)

Halaman edukasi berisi tentang pengenalan kejahatan jalanan dari aspek hukum kepada masyarakat umum. Konten edukasi yang disediakan antara lain pengertian kejahatan jalanan, jenis-jenis kejahatan jalanan menurut hukum, ajakan mengenali kejahatan jalanan, dan langkah-langkah pencegahan kejahatan jalanan. Tampilan halaman edukasi ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 15 Tampilan halaman edukasi (Sumber: Hasil pengolahan penulis)

Selain halaman yang dapat diakses oleh pengguna, ada juga halaman yang hanya bisa diakses oleh pengelola, yaitu halaman admin yang memiliki menu input data dan sunting data. Dalam mengakses halaman admin, pengelola harus masuk melalui halaman login terlebih dahulu. Pengelola harus memberikan masukan berupa nama administrator dan kata sandi yang benar, jika salah maka akan ada peringatan yang ditunjukkan pada Gambar 16.

Gambar 16 Peringatan kesalahan pada halaman login (Sumber : Hasil pengolahan penulis)

**3.2.3. Hasil penyusunan operasi create, read, update, dan delete (CRUD).** Hasil pembuatan operasi CRUD berupa tampilan operasi input data, sunting data, dan hapus data. Hasil pembuatan tampilan operasi input data ditampilkan dalam bentuk formulir. Kolom-kolom dalam formulir ini harus sesuai baik jumlahnya maupun namanya dengan kolom di tabel pada basisdata. Tampilan formulir input data ditunjukkan pada Gambar 17.

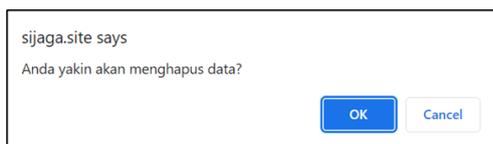
Gambar 17 Tampilan formulir input data  
(Sumber : Hasil pengolahan penulis)

Pembuatan tampilan operasi sunting data menghasilkan halaman untuk menyunting data ditampilkan dalam bentuk tabel yang diberikan tambahan kolom untuk meletakkan tombol 'sunting'. Tampilan halaman untuk menyunting data ditunjukkan pada Gambar 18.

No	Tindak Pidana	Tempat Kejadian Perkara	Tanggal	Jam	Postal Geografis	Tahun	Status	Aksi
1	Keroyok Atau Aniaya	Simpang 3 Pasar Tempel Dusun Ngecos Lumbungrejo Tempel	1/7/2023	01.00	-7.84732, 110.32452	2023	<span style="color: green;">●</span>	Sunting Hapus!
2	Undeng-Undeng Derajat	Jl Pakem-Turi Dan Jambangan Purwobinangun Pakem Sleman DIY	1/12/2023	-	-7.85154, 110.38667	2023	<span style="color: yellow;">●</span> Tidak terverifikasi dengan baik	Sunting Hapus!

Gambar 18 Tampilan halaman tabel untuk menyunting dan menghapus data  
(Sumber : Hasil pengolahan penulis)

Pembuatan tampilan operasi hapus data menghasilkan halaman untuk menghapus data yang ditampilkan dalam bentuk tabel dengan tambahan kolom untuk meletakkan tombol 'hapus' yang ditunjukkan pada Gambar 18. Sebelum data dihapus oleh sistem, sistem akan memberikan konfirmasi berupa notifikasi untuk meyakinkan kembali bahwa pengelola sistem akan benar-benar menghapus data. Notifikasi konfirmasi ditunjukkan pada Gambar 19.



Gambar 19 Notifikasi konfirmasi hapus data  
(Sumber : Hasil pengolahan penulis)

Notifikasi konfirmasi ini memanfaatkan dialog *confirm* pada bahasa pemrograman *javascript*. Dialog *confirm* ini berguna untuk menampilkan konfirmasi pada saat pengguna melakukan tindakan tertentu. Dialog ini memungkinkan pengguna untuk memilih 'ya' atau 'tidak' pada saat tombol 'Hapus!' ditekan.

### 3.2.4. Implementasi dan pemeliharaan sistem informasi.

Hasil dari implementasi sistem informasi persebaran lokasi kejahatan jalanan dapat diakses secara daring melalui tautan <https://sijaga.site/> oleh pengguna maupun pengelola. Proses publikasi sistem informasi ini menggunakan penyedia layanan *hosting* dimana pemeliharaan sistem membutuhkan pembiayaan yang berkelanjutan. Oleh sebab itu dalam konteks penjaminan aksesibilitas publik terhadap sistem informasi tersebut akan berlanjut jika ada pembiayaan untuk berlangganan secara berkelanjutan ke penyedia layanan *hosting*.

## 3.3. Hasil Evaluasi Sistem Informasi

Uji kebergunaan dilakukan terhadap sistem informasi yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan melibatkan pengguna (*user*) dan pengelola (*admin*). Terdapat 5 aspek yang diujikan yaitu mudah dipelajari (*learnability*), efisiensi (*efficiency*), mudah diingat (*memorability*), kesalahan (*errors*), dan kepuasan (*satisfaction*). Target pengguna sistem adalah masyarakat umum dan target pengelola sistem adalah anggota kepolisian.

**3.3.1. Hasil tanggapan responden.** Responden yang terlibat dalam pengujian sistem informasi ini sebanyak 48 pengguna yang berasal dari masyarakat umum dan 2 pengelola sebagai partisipan dari anggota kepolisian. Pengguna maupun pengelola wajib memberikan tanggapan berupa skor dengan skala 1 – 5 terhadap pernyataan yang diajukan. Hasil perhitungan skor ideal dan persentase tingkat persetujuan untuk responden pengguna ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil perhitungan skor ideal dan persentase tingkat persetujuan untuk 48 responden

Skor	Jumlah Responden	Skor Ideal	Persentase Tingkat Persetujuan
1 (STS)	48	48	20%
2 (TS)	48	96	40%
3 (RG)	48	144	60%
4 (ST)	48	192	80%
5 (SS)	48	240	100%

(Sumber: Hasil pengolahan penulis)

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 2, skor ideal yang digunakan untuk mengukur persentase tingkat persetujuan pengguna pada tiap aspek adalah skor tertinggi yaitu 240. Skor ideal dan persentase tingkat persetujuan yang diperoleh pada Tabel 2 digunakan untuk menentukan daerah persetujuan pengguna. Skor dan persentase yang diperoleh pada setiap aspek uji kebergunaan pada Tabel 4 dicocokkan dengan skor dan persentase ideal pada Tabel 2 menghasilkan daerah persetujuan pengguna. Selain tanggapan pengguna, ada juga tanggapan dari pengelola yang berasal dari kepolisian sebagai partisipan. Hasil perhitungan skor ideal untuk partisipan pengelola ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil perhitungan skor ideal dan persentase tingkat persetujuan untuk 2 partisipan

Skor	Jumlah Responden	Skor Ideal	Persentase Tingkat Persetujuan
1 (STS)	2	2	20%
2 (TS)	2	4	40%
3 (RG)	2	6	60%
4 (ST)	2	8	80%
5 (SS)	2	10	100%

(Sumber: Hasil pengolahan penulis)

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 3, skor ideal yang digunakan untuk mengukur persentase tingkat persetujuan pengelola pada tiap aspek adalah skor tertinggi yaitu 10. Skor ideal dan persentase tingkat persetujuan yang diperoleh pada Tabel 3 digunakan untuk menentukan daerah persetujuan pengelola. Skor dan persentase yang diperoleh pada setiap aspek uji kebergunaan terhadap pengelola pada Tabel 4 dicocokkan dengan skor dan persentase ideal pada Tabel 3 menghasilkan daerah persetujuan pengelola.

**3.3.2. Analisis kebergunaan sistem informasi terhadap tanggapan responden.** Pernyataan yang diberikan kepada responden diklasifikasikan ke dalam 5 aspek uji kebergunaan. Analisis yang dilakukan untuk mengetahui tingkat kebergunaan sistem adalah dengan perhitungan skor ideal dan perhitungan tingkat persetujuan pada setiap aspek penilaian. Perhitungan dihitung menggunakan persamaan 1 dan 2. Hasil perhitungan tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil perhitungan skor tiap aspek uji kebergunaan

Aspek	Uji Pengguna		Uji Pengelola	
	Total Skor	Tingkat Persetujuan	Total Skor	Tingkat Persetujuan
<b>Kemudahan dipelajari (learnability)</b>	218	90,83%	9	90%
<b>Efisiensi penggunaan (efficiency)</b>	217,33	90,56%	9	90%
<b>Kemudahan diingat (memorability)</b>	207	86,25%	9	90%
<b>Kesalahan (errors)</b>	213,5	88,95%	9	90%
<b>Kepuasan (satisfaction)</b>	218,25	90,94%	9	90%
<b>Rerata</b>	214,82	89,51%	9	90%

(Sumber: Hasil pengolahan penulis)

Berdasarkan hasil perhitungan total skor pada Tabel 4, total skor tertinggi untuk uji pengguna bernilai 218,25 yaitu pada aspek kepuasan dan skor terendah bernilai 207 yaitu pada aspek kemudahan diingat. Tingkat persetujuan terhadap aspek kemudahan dipelajari adalah 90,83%, efisiensi 90,56%, kemudahan diingat 86,25%, tidak terdapat kesalahan 88,95%, dan kepuasan 90,94% dari yang diharapkan 100%. Berdasarkan data yang diperoleh dari 48 responden, maka total skor pada semua aspek terletak pada daerah 'setuju'. Jika semua aspek digabungkan, maka didapatkan persentase tingkat persetujuan sebesar 89,51% dari yang diharapkan 100%, sehingga uji kebergunaan terletak pada daerah 'setuju'. Daerah persetujuan ini diambil dari perbandingan antara total skor dan persentase uji pengguna pada Tabel 4 dengan skor ideal dan persentase tingkat persetujuan

pengguna pada **Error! Reference source not found.**Tabel 2.

Sementara itu, pada uji pengelola, semua aspek memiliki nilai skor yang sama yaitu 9. Tingkat persetujuan terhadap aspek kemudahan dipelajari, efisiensi, kemudahan diingat, tidak terdapat kesalahan, dan kepuasan memiliki persentase yang sama yaitu 90% dari yang diharapkan 100%. Berdasarkan data yang diperoleh dari 2 partisipan, maka total skor pada semua aspek terletak pada daerah 'setuju'. Jika semua aspek digabungkan, maka didapatkan persentase tingkat persetujuan sebesar 90% dari yang diharapkan 100%, sehingga uji kebergunaan terletak pada daerah "setuju". Daerah persetujuan ini diambil dari perbandingan antara total skor dan persentase uji pengelola pada Tabel 4 dengan skor ideal dan persentase tingkat persetujuan pengelola pada Tabel 3. Hasil uji kebergunaan pada pengelola kurang representatif karena terbatasnya jumlah partisipan yang disebabkan oleh tingkat partisipasi yang belum optimal dari anggota kepolisian dalam pelaksanaan uji kebergunaan sistem.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengembangan sistem informasi persebaran lokasi kejahatan jalanan di DIY, dapat disimpulkan bahwa data tekstual kejadian kejahatan jalanan yang bersumber dari kepolisian tingkat resor dapat diintegrasikan dengan data koordinat geografis sesuai dengan tempat kejadian perkara kejahatan. Hasil yang diperoleh adalah peta dan animasi spasio temporal yang memudahkan pengguna dalam mengetahui lokasi kejadian kejahatan jalanan. Sistem ini memuat informasi spasial, temporal, dan tabular terkait dengan persebaran titik-titik kejahatan jalanan di DIY. Informasi yang ditampilkan dapat diperbaharui karena data yang disimpan dalam basisdata dapat ditambahkan, disunting, dan dihapus oleh pengelola (*administrator*). Pengguna dapat memantau persebaran lokasi kejahatan jalanan dengan memanfaatkan fitur peta yang ada dalam sistem informasi tersebut. Berdasarkan hasil uji kebergunaan sistem menunjukkan bahwa sistem informasi yang dirancang telah berhasil mendapatkan tanggapan yang baik dalam menyajikan informasi persebaran kejahatan jalanan di wilayah DIY.

#### 5. Pernyataan Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam artikel ini (*The authors declare no competing interest*).

#### 6. Referensi

- Bittner, K., dan Spence, I. (2003). *Use Case Modelling*. Boston : Pearson Education, Inc.
- Deepak, N., dan Kumar, S. (2015). *Flexible Self-Managing Pipe-line Framework Reducing Development Risk to Improve Software Quality*. International Journal of

- Information Technology and Computer Science, 7(7), 35–47. <https://doi.org/10.5815/ijitcs.2015.07.05>
- Hadi, K. R., Az-Zahra, H. M., dan Fanani, L. (2018). *Analisis dan Perbaikan Usability Aplikasi Mobile KAI Access dengan Metode Usability Testing Dan Use Questionnaire*. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, 2(9), 2742–2750. <https://doi.org/> Tersedia pada: <<https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/2400>>. Diakses : 9 Januari 2023.
- Ibadah, N., Minaoui, K., Rziza, M., Oumsis, M., dan Peces, C. B. (2018). *Smart Collection of Real-Time Vehicular Mobility Traces*. Future Internet, 10 (78), 1–18.
- Indonesia. Undang-Undang Dasar 1945 Pasal 30 Ayat (2) Amandemen Kedua. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Indonesia. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 1999 tentang Hak Asasi Manusia. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Kamatchia, R., Iyer, J., dan Singh, S. (2013). *Software Engineering: Web Development Life cycle*. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), 2(3), 1–4. <https://doi.org/10.17577/IJERTV2IS3438>
- LM Psikologi UGM. (2020). LM Psikologi. <https://lm.psikologi.ugm.ac.id/2022/05/fenomena-klitih-di-yogyakarta-mengapa-bisa-terjadi/>. Diakses pada 9 Januari 2023.
- Ma'rufiani, N. (2020). *Upaya Kepolisian Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta dalam Menanggulangi Kejahatan Jalanan (Street Crime)*. Jurnal Pendidikan Kewarganegaraan dan Hukum, 9(2), 129–140.
- Mu'arifah, K. (2023). *Pembuatan Sistem Informasi Persebaran Lokasi Kejahatan Jalanan (Street Crime) di Daerah Istimewa Yogyakarta*. Skripsi. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung : Alfabeta.
- Teorey, T., Lightstone, S., dan Nadeau, T. (2006). *Database Modelling and Design (4th ed.)*. San Francisco : Morgan Kaufmann Publishers.
- Wijanarko, A., dan Ginting, R. (2021). *Kejahatan Jalanan Klitih oleh Anak Di Yogyakarta*. Recidive, 10(1), 23–28.
- Zhou, G., Lin, J., dan Zheng, W. (2012). *A Web-Based Geographical Information System for Crime Mapping and Decision Support*. 2012 International Conference on Computational Problem-Solving, ICCP 2012, October 2012, 147–150. <https://doi.org/10.1109/ICCP.2012.6384228>