

Pemodelan Sistem Informasi Geografis dalam Pemetaan Risiko Bencana Alam di Provinsi Sumatra Utara

Ruly Dwi Arista

Teknologi Informasi, Sains dan Teknologi, Universitas Pembangunan Panca Budi

dwiaristaruly@gmail.com

Corresponding Author: Ruly Dwi Arista

Abstract

The Regional Disaster Management Agency (BPBD) of North Sumatra Province currently does not have a dedicated system for managing natural disaster data. All disaster-related information is still processed manually using Microsoft Excel, which makes the dissemination of information to the public less effective. To address this issue, it is necessary to develop an information system capable of managing disaster data while simultaneously providing information directly to the community. Based on this problem, the author conducted an analysis and designed a Geographic Information System (GIS) for Natural Disaster Mapping in North Sumatra Province using UML system modeling, resulting in a prototype interface design. The presence of this system is expected to assist BPBD in managing disaster data more efficiently and to make it easier for the public to obtain disaster information quickly and accurately..

Keywords: *Keywords: Analysis, Design, Prototype, UML, BPBD, Natural Disasters, GIS*

Abstrak

Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Sumatra Utara saat ini belum memiliki sistem khusus untuk mengelola data kejadian bencana alam. Seluruh informasi terkait bencana masih diolah secara manual menggunakan Microsoft Excel, sehingga penyampaian informasi kepada masyarakat belum optimal. Untuk mengatasi kendala tersebut, diperlukan pembangunan sebuah sistem informasi yang mampu mengelola data bencana sekaligus menyajikan informasi secara langsung kepada masyarakat. Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis melakukan analisis dan perancangan Sistem Informasi Geografis (SIG) Pemetaan Bencana Alam di Provinsi SUMUT dengan menggunakan pemodelan sistem UML dan menghasilkan rancangan tampilan berupa prototype. Adanya sistem ini diharapkan dapat membantu BPBD dalam mengelola data bencana secara lebih efektif serta mempermudah masyarakat dalam memperoleh informasi bencana secara cepat dan akurat.

Kata Kunci: *Analisis, Perancangan, Prototype, UML, BPBD, Bencana Alam, GIS.*

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat kerawanan bencana alam yang tinggi karena kondisi geografis, geologis, dan klimatologisnya. Provinsi Sumatra Utara, sebagai bagian dari wilayah cincin api Pasifik, memiliki potensi bencana yang beragam seperti gempa bumi, banjir, tanah longsor, dan erupsi gunung berapi. Kejadian bencana tersebut tidak hanya mengakibatkan kerugian material yang besar, tetapi juga menimbulkan dampak sosial, ekonomi, serta psikologis bagi masyarakat terdampak. Oleh karena itu, pengelolaan informasi yang cepat, akurat, dan terintegrasi menjadi kebutuhan penting dalam upaya mitigasi bencana. Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Sumatra Utara hingga kini masih menghadapi kendala dalam pengolahan data bencana alam. Sebagian besar data masih diolah secara manual menggunakan perangkat lunak sederhana, sehingga informasi yang dihasilkan



Lisensi

belum optimal untuk mendukung pengambilan keputusan strategis maupun penyampaian informasi kepada masyarakat secara real-time. Hal ini menimbulkan kesenjangan dalam kesiapsiagaan dan respon cepat terhadap bencana.

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan salah satu solusi yang dapat dimanfaatkan dalam pemetaan risiko bencana. Melalui pemodelan SIG, data spasial dan non-spasial dapat diintegrasikan sehingga menghasilkan informasi berbasis lokasi yang lebih akurat. Pemodelan ini tidak hanya membantu dalam mengidentifikasi wilayah rawan bencana, tetapi juga mendukung proses perencanaan, mitigasi, dan pengambilan kebijakan yang lebih efektif. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemodelan Sistem Informasi Geografis dalam pemetaan risiko bencana alam di Provinsi Sumatra Utara. Dengan memanfaatkan pendekatan pemodelan menggunakan Unified Modeling Language (UML), penelitian ini menghasilkan rancangan sistem yang dapat digunakan sebagai dasar pengembangan aplikasi prototype. Kehadiran sistem ini diharapkan mampu meningkatkan efektivitas BPBD dalam mengelola data bencana sekaligus mempermudah masyarakat dalam memperoleh informasi risiko bencana secara cepat, tepat, dan akurat.

2. Tinjauan Pustaka

Pada bagian tinjauan pustaka ini, saya akan melampirkan apa saja yang saya gunakan dalam penelitian ini, berikut penjelasannya:

2.1 Konsep Analisis Sistem

Analisis sistem merupakan salah satu tahap penting dalam proses pengembangan sistem informasi, di mana kebutuhan organisasi dan pengguna diidentifikasi untuk merumuskan solusi yang sesuai. Menurut Pressman & Maxim (2020), analisis sistem adalah proses memahami kebutuhan pengguna, mendefinisikan fungsi sistem, serta menetapkan batasan yang akan menjadi dasar dalam perancangan. Dengan demikian, analisis sistem bukan sekadar mendokumentasikan masalah yang ada, tetapi juga menjadi landasan utama untuk menghasilkan sistem yang efektif dan efisien [1]. Lebih lanjut, Stair & Reynolds (2020) menjelaskan bahwa analisis sistem berada pada siklus hidup pengembangan sistem (*System Development Life Cycle* atau SDLC), yang berfokus pada pengumpulan kebutuhan, evaluasi alur kerja bisnis, dan penyusunan spesifikasi sistem. Analisis ini melibatkan berbagai teknik seperti wawancara, observasi, maupun studi dokumen untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan benar-benar menjawab kebutuhan organisasi [2]. Satzinger, Jackson, & Burd (2020) menekankan bahwa aktivitas analisis sistem meliputi *requirement discovery* (penemuan kebutuhan), *modeling* (pemodelan proses dan data), *evaluation* (penilaian kelayakan solusi), serta *specification* (penyusunan spesifikasi sistem secara rinci). Dengan adanya tahapan ini, sistem dapat dirancang secara lebih terarah dan sesuai dengan konteks permasalahan yang dihadapi [3]. Selain itu, Shelly & Rosenblatt (2021) menyatakan bahwa analisis sistem memiliki peran ganda, yaitu sebagai alat evaluasi terhadap sistem yang sudah ada serta sebagai dasar pengembangan sistem baru. Oleh karena itu, analisis sistem sangat diperlukan dalam mengurangi risiko kegagalan sistem informasi sekaligus memastikan bahwa sistem yang dibangun dapat meningkatkan kinerja organisasi secara keseluruhan [4].

2.2 Konsep Perancangan Sistem

Perancangan sistem (*system design*) merupakan tahap lanjutan setelah analisis sistem dalam siklus hidup pengembangan sistem. Pada tahap ini, hasil analisis kebutuhan diterjemahkan ke dalam bentuk rancangan yang lebih detail sehingga dapat diimplementasikan ke dalam sistem nyata.



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

Perancangan sistem adalah proses mendefinisikan arsitektur, komponen, modul, antarmuka, dan data dari suatu sistem untuk memenuhi kebutuhan yang telah ditentukan pada tahap analisis. Perancangan dilakukan dengan mempertimbangkan aspek fungsionalitas, kinerja, keamanan, serta skalabilitas sistem [5].

Merupakan tujuan dalam perancangan sistem adalah

1. **Menterjemahkan kebutuhan pengguna** hasil analisis ke dalam bentuk rancangan yang jelas dan terstruktur.
2. **Menyediakan gambaran teknis** tentang bagaimana sistem akan dibangun (arsitektur, database, antarmuka, dan alur proses).
3. **Mengoptimalkan kinerja sistem** agar lebih efisien, akurat, dan sesuai kebutuhan organisasi.
4. **Memastikan sistem mudah digunakan (usability)** dan mendukung pengambilan keputusan.
5. **Menjadi pedoman pengembang (developer)** dalam tahap implementasi sistem.

Menurut Dennis, Wixom, & Tegarden (2020) serta Satzinger et al. (2020), langkah-langkah perancangan sistem dapat dibagi menjadi:

1. **Perancangan Kebutuhan Sistem**
 - a. Menentukan apa saja kebutuhan fungsional dan non-fungsional.
 - b. Mendefinisikan tujuan sistem sesuai hasil analisis.
2. **Perancangan Arsitektur Sistem**
 - a. Menentukan komponen utama sistem (server, database, aplikasi, user).
 - b. Menetapkan teknologi yang digunakan (software, hardware, jaringan).
3. **Perancangan Data**
 - a. Membuat model data (ERD atau UML Class Diagram).
 - b. Menentukan struktur database, relasi antar tabel, serta kebutuhan integrasi data.
4. **Perancangan Proses / Logika Sistem**
 - a. Membuat *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, atau *Flowchart*.
 - b. Menetapkan bagaimana input diproses hingga menghasilkan output.
5. **Perancangan Antarmuka (User Interface / UI)**
 - a. Mendesain tampilan layar sistem (form input, output laporan, dashboard).
 - b. Memperhatikan aspek kemudahan penggunaan (*usability*).
6. **Perancangan Keamanan dan Kontrol Sistem**
 - a. Menentukan mekanisme otorisasi, autentikasi, dan hak akses pengguna.
 - b. Menambahkan prosedur backup dan recovery.
7. **Pembuatan Prototype / Rancangan Awal**
 - a. Menyusun prototype agar pengguna bisa menilai dan memberi umpan balik.
 - b. Menjadi dasar pengembangan sistem sebenarnya.

2.3 Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem berbasis komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, mengelola, menganalisis, dan menampilkan data yang berhubungan dengan lokasi di permukaan bumi. SIG mengintegrasikan data spasial (peta, koordinat, citra satelit) dengan data non-spasial (teks, tabel, atribut) sehingga dapat memberikan informasi berbasis lokasi yang lebih komprehensif.

Menurut ESRI (2021), SIG adalah a framework for gathering, managing, and analyzing data rooted in the science of geography. SIG memungkinkan pengguna memahami pola, hubungan, dan tren melalui peta, analisis spasial, dan visualisasi data [6].

Jenis Model Data dalam SIG

Model Data Spasial



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

Model ini menggambarkan bentuk, lokasi, dan hubungan ruang dari objek geografis. Ada dua bentuk utama:

a. Data Raster

Berbentuk grid/piksel (seperti citra satelit atau foto udara).

Setiap piksel punya nilai tertentu (contoh: elevasi, suhu, intensitas curah hujan).

Cocok untuk data yang bersifat kontinyu (kontur tanah, tutupan lahan, suhu, kelembapan).

b. Data Vektor

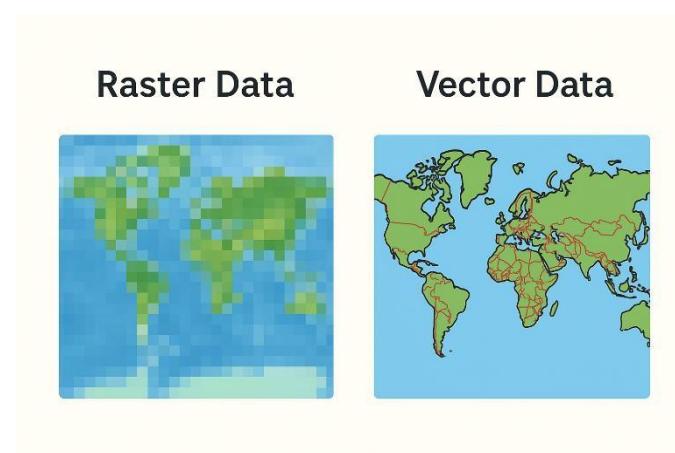
Berbentuk titik, garis, poligon.

Titik → lokasi rumah sakit, menara telekomunikasi.

Garis → jalan, sungai, jaringan listrik.

Poligon → batas wilayah, area hutan, zona risiko banjir.

Cocok untuk data yang bersifat diskrit (batas administrasi, infrastruktur, fasilitas umum).



Manfaat Utama Sistem Informasi Geografis

1. Mendukung Pengambilan Keputusan
 - a. Memberikan informasi spasial yang akurat untuk membantu pemerintah, perusahaan, maupun organisasi dalam membuat keputusan.
 - b. Contoh: Menentukan lokasi pembangunan fasilitas umum, perencanaan tata kota, atau area rawan bencana.
2. Pemetaan dan Visualisasi Data
 - a. Menyajikan data dalam bentuk peta digital interaktif sehingga lebih mudah dipahami.
 - b. Contoh: Peta persebaran penduduk, peta jaringan jalan, peta daerah banjir.
3. Analisis Spasial
 - a. Mampu melakukan analisis seperti overlay, buffering, proximity analysis, dan network analysis.
 - b. Contoh: Menentukan jalur evakuasi tercepat saat bencana, menghitung area terdampak banjir.
4. Mitigasi dan Manajemen Bencana
 - a. Membantu dalam identifikasi wilayah rawan bencana serta penyusunan rencana tanggap darurat.
 - b. Contoh: Peta zona risiko gempa di Sumatra Utara, peta daerah rawan longsor di pegunungan.
5. Pengelolaan Sumber Daya Alam



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

- a. Digunakan untuk memantau dan mengelola hutan, lahan pertanian, perikanan, dan sumber daya air.
- b. Contoh: Monitoring deforestasi, analisis kesuburan tanah.
- 6. Pengelolaan Infrastruktur dan Transportasi
 - a. Membantu merencanakan dan mengelola jaringan jalan, rel kereta, listrik, maupun pipa distribusi air.
 - b. Contoh: Analisis rute transportasi paling efisien untuk logistik.
- 7. Kesehatan dan Epidemiologi
 - a. Digunakan untuk memetakan penyebaran penyakit dan menentukan strategi penanganan.
 - b. Contoh: Pemetaan kasus COVID-19 di berbagai wilayah.
- 8. Bisnis dan Pemasaran
 - a. Dimanfaatkan untuk analisis lokasi pasar, distribusi barang, dan pemetaan pelanggan.
 - b. Contoh: Menentukan lokasi cabang baru berdasarkan kepadatan penduduk dan akses jalan.
- 9. Lingkungan dan Konservasi
 - a. Membantu dalam pemantauan perubahan lingkungan, ekosistem, serta pelestarian alam.
 - b. Contoh: Peta sebaran habitat satwa langka, peta kualitas udara.

2.4 Teori Bencana Alam

Menurut UU No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan serta penghidupan masyarakat, yang disebabkan baik oleh faktor alam, non-alam, maupun manusia, sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis [12].

Jenis-Jenis bencana

1. Bencana Alam

Terjadi karena faktor alami tanpa campur tangan manusia.

a. Geologi

Gempa bumi
Tsunami
Letusan gunung berapi
Tanah longsor

b. Hidrometeorologi (cuaca, iklim, air)

Banjir
Banjir bandang
Kekeringan
Angin puting beliung / badai
Gelombang pasang
Kebakaran hutan akibat cuaca ekstrem

c. Biologi

Wabah penyakit (epidemi, pandemi)
Serangan hama tanaman

2. Bencana Non-Alam

Disebabkan oleh faktor teknologi atau ulah manusia secara tidak langsung.

- a. Kebakaran besar di pemukiman atau industri



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

- b. Kegagalan teknologi (misalnya: ledakan pabrik, kecelakaan nuklir, kegagalan sistem transportasi)
- c. Kecelakaan transportasi darat, laut, dan udara
- d. Polusi lingkungan

3. Bencana Sosial

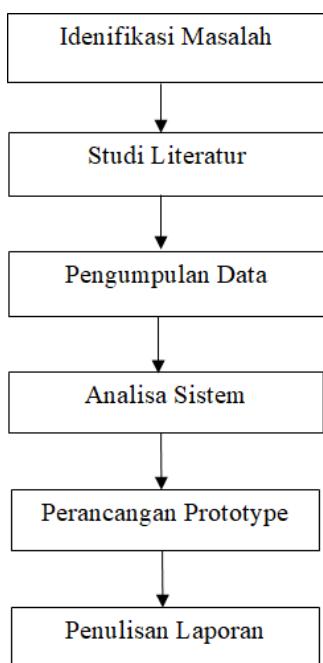
Terjadi karena konflik antarmanusia.

- a. Konflik sosial / kerusuhan massa
- b. Aksi terorisme
- c. Sabotase atau perang

3. Metode Penelitian

3.1 Alur Penelitian

Guna memperjelas alur penelitian, disusun sebuah kerangka kerja yang menjelaskan tahapan-tahapan pelaksanaan serta solusi atas kendala yang dihadapi. Adapun kerangka kerja penelitian yang digunakan yaitu::



Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.2 Bahan Penelitian

Penelitian ini memerlukan data berupa daftar wilayah di Provinsi Sumatra Utara yang kerap mengalami bencana alam, yang diperoleh dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah sebagai bahan utama dalam perancangan sistem informasi geografis.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Analisis Sistem yang berjalan

Analisis sistem adalah teknik yang digunakan untuk memecah permasalahan, menggambarkan proses sistem yang sedang berjalan, serta mengidentifikasi kebutuhan yang diharapkan agar dapat mengarah pada solusi. Tahap analisis ini memiliki peran penting sebagai



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

landasan dalam perancangan sistem baru, sekaligus menjadi pembanding antara sistem lama dengan sistem yang akan dikembangkan.

Dari hasil observasi penulis di BPBD Provinsi Sumatra Utara, diketahui bahwa pengolahan data bencana masih dilakukan secara manual menggunakan Microsoft Excel, tanpa adanya sistem terintegrasi. Kondisi ini menyebabkan penyampaian informasi bencana belum maksimal, terutama karena tidak tersedianya data yang **real-time** dan akurat. Hal tersebut menimbulkan kesulitan bagi masyarakat dalam memperoleh informasi lokasi evakuasi maupun perkembangan kejadian bencana. Dengan demikian, diperlukan pembangunan Sistem Informasi Geografis Pemetaan Bencana Alam di Provinsi Sumut agar masyarakat dapat lebih mudah memperoleh informasi mengenai wilayah terdampak bencana.

4.2 Solusi Masalah

Sebagai solusi atas kebutuhan masyarakat terhadap informasi pemetaan bencana alam di Provinsi Sumut, penulis merancang sebuah sistem informasi geografis berbasis website. Sistem ini akan menampilkan data bencana secara **real-time** dan faktual sehingga masyarakat maupun pendatang dapat dengan mudah mengetahui lokasi bencana. Informasi yang tersedia mencakup seluruh kejadian bencana alam yang terjadi di Provinsi Sumut.

4.3 Analisis Kebutuhan Sistem

A. Kebutuhan Fungsional Sistem

Kebutuhan fungsional dari sistem ini antara lain:

1. Pengolahan data bencana alam.
2. Interaksi dilakukan oleh admin dan pengguna.
3. Admin bertugas mengelola data bencana.
4. Pengguna dapat mengakses informasi bencana, langkah penanggulangan, lokasi evakuasi, dan nomor darurat.

B. Kebutuhan Non-Fungsional Sistem

Kebutuhan non-fungsional sistem meliputi:

1. Akses online selama 24 jam.
2. Fitur pencarian berdasarkan kata kunci.
3. Sistem keamanan menggunakan username dan password.

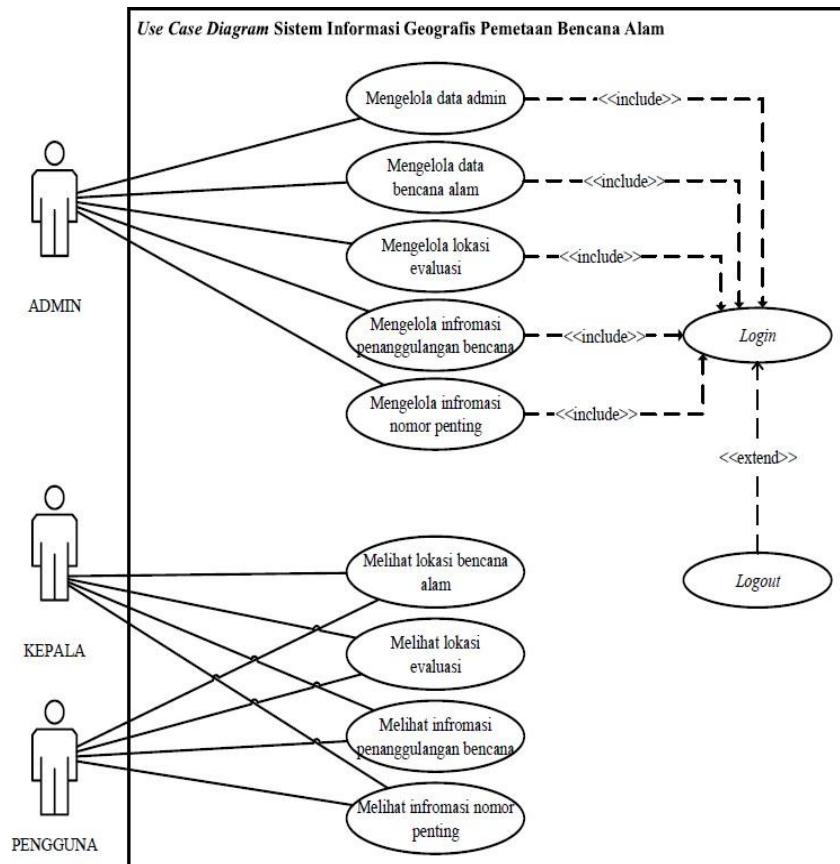
4.4 Perancangan Use Case Diagram

Use case diagram berikut digunakan untuk memodelkan interaksi antara aktor dan sistem yang baru.



Lisensi

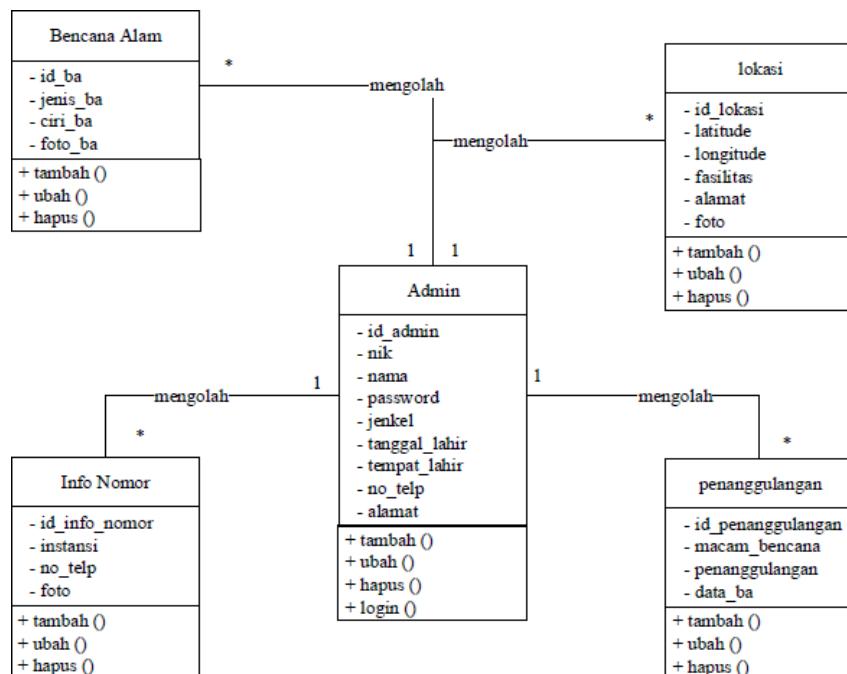
Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.



Gambar 4.1 Use Case Diagram

4.5 Perancangan Class Diagram

Class diagram berikut menggambarkan kebutuhan data pada perangkat lunak yang akan dibuat.



Gambar 4.2 Class Diagram

4.6 Perancangan Prototype



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

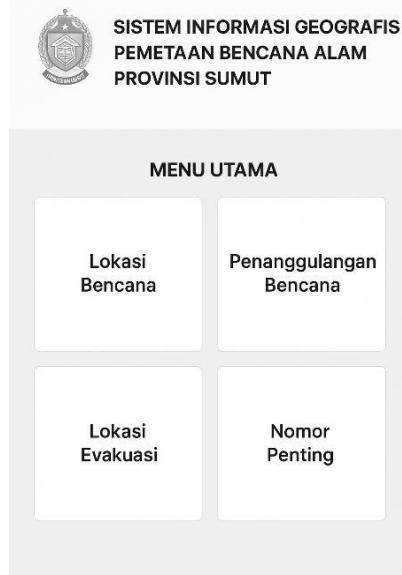
Prototipe adalah model awal sistem yang memberikan gambaran mengenai bagaimana sistem akan berfungsi setelah selesai dibangun. Tampilan prototipe dapat dilihat sebagai berikut:

Rancangan halaman output dibuat untuk menunjukkan hasil keluaran yang dihasilkan sistem.

1. Rancangan Halaman Menu Utama Pengguna

Halaman menu utama menampilkan pilihan menu yang dapat diakses oleh pengguna.

Rancangan menu utama ditunjukkan pada Gambar 4.5."



5. Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan perancangan Sistem Informasi Geografis Pemetaan Bencana Alam di Provinsi Sumut, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem yang dirancang ditujukan untuk membantu masyarakat, khususnya mereka yang tinggal di wilayah rawan bencana, dalam memperoleh informasi titik lokasi bencana. Dengan adanya sistem ini, masyarakat dapat lebih mudah menghindari daerah terdampak bencana serta mengetahui jalur evakuasi. Hal ini dikarenakan pencarian lokasi menggunakan peta konvensional masih dirasa menyulitkan, karena ukuran peta yang relatif besar serta membutuhkan waktu dan ketelitian yang tinggi dalam penggunaannya.
2. Penelitian ini menghasilkan rancangan Sistem Informasi Geografis Pemetaan Bencana Alam dalam bentuk prototype.
3. Analisis kebutuhan sistem divisualisasikan dengan menggunakan alat bantu UML (Unified Modelling Language), meliputi *use case diagram* untuk menggambarkan fungsi sistem, *class diagram* untuk memperlihatkan kelas yang terbentuk beserta hubungan antar kelas, serta *activity diagram* untuk menjelaskan alur aktivitas dalam sistem.
4. Prototype yang dihasilkan menampilkan beberapa fitur utama, di antaranya informasi lokasi evakuasi, informasi dini bencana, penanganan awal bencana alam, serta peta lokasi bencana.

5.2 Saran

Dari hasil analisis dan perancangan Sistem Informasi Geografis Pemetaan Bencana Alam di Provinsi Sumut, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan, antara lain:



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

1. Prototype yang telah dirancang perlu dikembangkan lebih lanjut ke dalam bentuk implementasi program agar Sistem Informasi Geografis Pemetaan Bencana Alam ini dapat benar-benar diterapkan di Provinsi Sumut.
2. Bagi penelitian selanjutnya, disarankan untuk melakukan pengembangan lebih lanjut, khususnya pada desain antarmuka agar tampilan sistem lebih menarik serta menambahkan fitur yang lebih lengkap, seperti notifikasi otomatis apabila terjadi bencana dan layanan *emergency call* untuk keadaan darurat.

REFERENSI

- [1] Khodaverdi, H., Karami, H., & Alimohammadi, A. (2016). Flood risk mapping using GIS and multicriteria decision analysis (MCDA): A case study of the Dez River Basin, Iran. *Natural Hazards*, 84(2), 437–456. <https://doi.org/10.1007/s11069-016-2449-y>
- [2] Putri, A. D., Santoso, B., & Prasetyo, Y. (2019). Pemetaan risiko banjir berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) di Kota Semarang. *Jurnal Geomatika*, 25(1), 15–24.
- [3] Rahman, F., Simanjuntak, J., & Siregar, M. (2020). Sistem Informasi Geografis untuk pemetaan risiko erupsi Gunung Sinabung. *Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan*, 7(2), 88–95.
- [4] Sutanto, A., & Fadhilah, R. (2021). Pengembangan sistem informasi geografis berbasis web untuk pemetaan bencana di Jawa Barat. *Jurnal Sistem Informasi*, 13(1), 45–56.
- [5] Wibowo, A., & Nugroho, S. (2018). Analisis kerawanan longsor menggunakan Sistem Informasi Geografis di Kabupaten Banjarnegara. *Jurnal Geografi*, 10(2), 112–120.
- [6] Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2020). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (9th ed.). McGraw-Hill.
- [7] Stair, R., & Reynolds, G. (2020). *Principles of Information Systems* (13th ed.). Cengage Learning.
- [8] Satzinger, J. W., Jackson, R. B., & Burd, S. D. (2020). *Systems Analysis and Design in a Changing World* (7th ed.). Cengage Learning.
- [9] Shelly, G. B., & Rosenblatt, H. J. (2021). *Systems Analysis and Design* (12th ed.). Cengage.
- [10] Kendall, K. E., & Kendall, J. E. (2019). *Systems Analysis and Design* (10th ed.). Pearson.
- [11] ESRI. (2021). *What is GIS?* Environmental Systems Research Institute.
- [12] Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana.
- [13] Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., & Davis, I. (2004). *At Risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters*. Routledge.
- [14] UNDRR. (2020). *Terminology on Disaster Risk Reduction*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction.
- [15] Cutter, S. L. (2016). *The landscape of disaster resilience indicators in the USA*. Natural Hazards.
- [16] Carter, W. N. (2018). *Disaster Management: A Disaster Manager's Handbook*. Asian Development Bank.



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.