

**SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK PENANGGULANGAN RISIKO BENCANA ERUPSI
GUNUNG MERAPI**Sasmita Liestyasari¹, Beta Noranita, S.Si, M.Kom², Nurdin Bahtiar, S.Si, M.T²

Jurusan Ilmu Komputer / Informatika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro

Email : sasmita.liestyasari@gmail.com

Abstrak

Gunung Merapi merupakan salah satu gunung api aktif di Indonesia, terletak diantara dua propinsi, yaitu Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Gunung Merapi memiliki ketinggian 2968 mdpl. Dampak sekunder (setelah erupsi) dari Gunung Merapi masih mengancam kehidupan masyarakat di sekitar Gunung Merapi. Dengan melihat dampak erupsi, maka dibutuhkan suatu informasi yang akurat dan tepat guna. Pada penelitian ini, dibuat sistem informasi geografis (SIG) berbasis web, menggunakan metode sekuensial linear, bahasa pemrograman PHP/Mapscript, penyimpanan data menggunakan PostgreSQL dan ekstensi PostGIS. Sedangkan visualisasi pada web menggunakan mapserver. Dengan SIG ini, diharapkan dapat menanggulangi risiko bencana, meminimalisir jumlah korban jiwa, dan membantu pemerintah dalam memantau kawasan rawan dan posko pengungsian yang ada. Selain itu, SIG ini dapat digunakan oleh pengunjung web dalam mendapatkan informasi desa yang terdampak kawasan rawan bencana, sungai yang dilalui lahar dingin, dan informasi posko pengungsian.

Kata kunci : Gunung Merapi, Sistem Informasi Geografis, Mapserver, Kawasan Rawan, Desa terdampak

Abstract

Mount Merapi is one of one active volcanoes in Indonesia, located between the two provinces, Central Java and Yogyakarta. Mount Merapi has an altitude 2968 masl. Secondary impacts (after eruption) Mount Merapi is still threatening lives of the people around Mount Merapi. By looking at the impact of the eruption, it needed an accurate and effective information. In this research made geographic information system web based, using method linear sequential, PHP/Mapscript as programming language, storing data using PostgreSQL and PostGIS extension. For visualization in web using mapserver. With this geographic information system is expected can overcome hazard risk, reduce the victims, and helps the government observe hazard zone and evacuation shelters. Besides that, the visitor know the impact village hazard zone of Merapi Mount, lava flows and evacuation shelters.

Keywords : Mount Merapi, Geographic Information System, Mapserver, Hazard Zone, Impact Village**1. Pendahuluan**

Secara geografis Indonesia terletak di antara dua benua dan dua samudra yang menjadikan negara ini kaya akan sumber daya alam. Indonesia juga terletak pada pertemuan tiga lempeng yaitu lempeng Eurasia, lempeng Pasifik, dan lempeng India-Australia. Posisi ini kurang menguntungkan bagi Indonesia, yang mana pertemuan ketiga lempeng ini menjadikan Indonesia menjadi negara yang rawan akan berbagai ancaman bencana (*multihazard*), mulai dari rawan gempa bumi, tanah longsor, bahkan tsunami. [16]

Dari permukaan bumi Indonesia, dapat terlihat gunung berapi yang berjajar dari Sabang sampai Merauke. Gunung berapi di Indonesia merupakan bagian dari rangkaian gunung api dunia, yang menjadikan tanah negeri ini makin subur. Di sisi lain, ancaman bahaya akan letusan (erupsi) juga mengancam penduduk khususnya yang tinggal di sekitar gunung berapi yang menambah tingkat kerawanan bencana yang mengancam negeri ini.

Salah satu gunung berapi yang masih aktif yaitu Gunung Merapi. Gunung ini terletak di antara dua propinsi, yaitu Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Merapi memiliki ketinggian 2968 meter di atas permukaan laut, gunung ini

1)
UNDIP
2)
FSM UNDIP

1
Mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer / Informatika FSM
Staf Pengajar Jurusan Ilmu Komputer / Informatika

SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK PENANGGULANGAN RISIKO BENCANA ERUPSI GUNUNG MERAPI

Sasmita Liestyasari¹, Beta Noranita, S.Si, M.Kom², Nurdin Bahtiar, S.Si, M.T²

terakhir kali meletus dua tahun yang lalu, tepatnya tanggal 25 Oktober- 7 November 2010 silam. Letusan ini merupakan letusan yang lebih besar dari letusan tahun 1872[6].

Kawasan Gunung Merapi dikelilingi oleh empat Kabupaten, yaitu Sleman, Magelang, Klaten, dan Boyolali. Di lereng Gunung Merapi masih terdapat pemukiman penduduk. Hal ini sungguh sangat mengkhawatirkan apabila terjadi letusan tanpa adanya peringatan dini dan kesiapsiagaan dari penduduk maupun pemerintah setempat. Bahaya yang ditimbulkan oleh gunung berapi berupa awan panas, abu vulkanik, dan lahar dingin.

Salah satu cara dalam meminimalisir jumlah korban jiwa jika terjadi letusan adalah dengan memetakan kawasan yang berisiko terhadap letusan. Sehingga dapat diperoleh informasi, daerah yang rawan maupun yang aman dari bencana tersebut. Penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk memetakan kawasan yang berisiko dari ancaman erupsi Gunung Merapi, aliran lahar, posko pengungsian dan posko kesehatan terdekat akan dapat membantu untuk mengantisipasi bencana. Sistem Informasi Geografis yang menyajikan informasi dalam bentuk spasial dan non-spasial. Data spasial yaitu data yang berkaitan dengan letak suatu tempat di permukaan bumi, sedangkan data non-spasial yaitu data atribut yang berupa penjelasan dari data spasial.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka pada penelitian ini dibuat sebuah Sistem Informasi Geografis yang berbasis web yang dapat menampilkan kawasan rawan bencana Gunung Merapi, letak posko pengungsian di sekitar Gunung Merapi, dan sungai yang dilalui lahar dingin. Sistem Informasi Geografis Penanggulangan Risiko Bencana Erupsi Gunung Merapi ini juga dapat melakukan pencarian posko yang dapat membantu pengunjung web dalam mengetahui kondisi posko terkini. Selain itu, sistem informasi geografis ini juga dapat digunakan oleh masyarakat sekitar Gunung Merapi agar lebih waspada terhadap ancaman erupsi Gunung Merapi.

2. Dasar Teori

2.1 Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis pertama kali dikembangkan oleh Tomlinson tahun 1967 [5]. Istilah sistem informasi geografis merupakan gabungan dari tiga unsur pokok : sistem, informasi, dan geografis. Penggunaan kata “Geografis” mengandung pengertian suatu persoalan atau hal mengenai (wilayah di permukaan) bumi: baik permukaan dua dimensi atau tiga dimensi. Istilah “informasi geografis” mengandung pengertian informasi mengenai tempat-tempat yang terletak di permukaan bumi, pengetahuan mengenai posisi dimana suatu objek terletak di permukaan bumi, atau informasi mengenai keterangan-keterangan (atribut) objek penting yang terdapat di permukaan bumi yang posisinya diberikan atau diketahui. [9]

2.2 Subsistem Sistem Informasi Geografis

Sistem informasi geografis diuraikan menjadi beberapa subsistem sebagai berikut [9]:

1. Data Input

Subsistem ini bertugas untuk mengumpulkan, mempersiapkan dan menyimpan data spasial dan atribut dari berbagai sumber. Subsistem ini pula yang bertanggung jawab dalam mengkonversi atau mentransformasikan format-format data aslinya ke dalam format (*native*) yang dapat digunakan oleh perangkat SIG yang bersangkutan.

2. Data Output

Subsistem ini bertugas untuk menampilkan atau menghasilkan keluaran (termasuk mengekspornya ke format yang dikehendaki) seluruh atau sebagian basis data (spasial) baik dalam bentuk *softcopy* maupun *hardcopy* seperti halnya tabel, grafik, *report*, peta, dan lain sebagainya.

3. Data Management

Subsistem ini mengorganisasikan baik data spasial maupun tabel-tabel atribut terkait ke dalam sebuah sistem basis data sedemikian rupa hingga mudah dipanggil kembali atau di-retrieve (di-load ke memori), di-update, dan di-edit.

1) UNDIP
2) FSM UNDIP

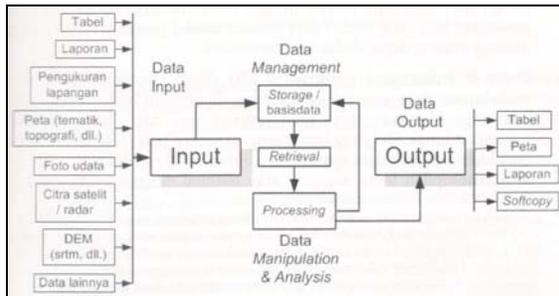
SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK PENANGGULANGAN RISIKO BENCANA ERUPSI

GUNUNG MERAPI

Sasmita Liestyasari¹, Beta Noranita, S.Si, M.Kom², Nurdin Bahtiar, S.Si, M.T²

4. Data Manipulation dan Analysis

Subsistem ini menentukan informasi-informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG. Selain itu, subsistem ini juga melakukan manipulasi (evaluasi dan penggunaan fungsi-fungsi dan operator matematis dan logika) dan pemodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan.



Gambar 1 Uraian Sub-sub Sistem Informasi Geografis [5]

2.3 Fungsi Analisis

Secara umum, sesuai dengan *nature* datanya, terdapat, dua jenis fungsi analisis dalam SIG, yaitu fungsi analisis spasial dan atribut. Fungsi analisis atribut (non-spasial) antara lain, terdiri dari operasi-operasi dasar sistem pengelolaan basis data (DBMS) beserta perluasannya[9].

Fungsi-fungsi analisis spasial antara lain terdiri dari [9]:

1. 3D Analysis

Fungsi ini terdiri dari sub-sub fungsi yang terkait dengan dengan presentasi data spasial di dalam ruang tiga dimensi.

2. Network atau jaringan

Fungsionalitas ini merujuk data spasial titik-titik atau garis-garis sebagai jaringan yang tidak terpisahkan

3. Overlay

Fungsionalitas ini menghasilkan layer data spasial yang baru yang merupakan hasil kombinasi dari minimal dua layer yang menjadi masukannya.

2.4 Mapserver

MapServer adalah perangkat lunak *free* dan *open-source* yang telah dikembangkan oleh beberapa personel atau team yang berasal dari Universitas Minnesota (UMN); Amerika Serikat. Perangkat lunak ini dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi-aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) yang berbasis internet atau intranet; *web-based*. [9]

Mapserver merupakan sebuah program *Common Gateway Interface* (CGI) yang tidak aktif dan terletak pada *web server*. Ketika sebuah *request* dikirimkan ke Mapserver, mapserver menggunakan informasi melalui *request URL* dan *Mapfile* membuat sebuah *image* peta. Request juga mengembalikan *images* untuk legenda, skala, peta index, dan nilai melalui variabel CGI. Mapscript mendukung bahasa pemrograman PHP, Perl, Python, Ruby, Java dan .NET. [14]

2.5 PostgreSQL

PostgreSQL merupakan *Object Relational Database Management System* (ORMDBS) dikembangkan oleh Departement *Computer Science* Universitas California di Berkeley[15]. PostgreSQL awalnya disebut sebagai Postgres ini dikembangkan oleh seorang professor sains komputer yang bernama Michael Stonebraker pada tahun 1986 [9]. Setelah dikembangkan secara radikal oleh kelompok global selama 8 tahun, sistemnya mengalami banyak perbaikan *bugs*, menerima beberapa *feature* baru yang dilengkapi dokumentasi pengembang dan pengguna selanjutnya, sehingga menghasilkan sistem basis data baru yang bersifat *open source* dan jauh lebih stabil [9].

3. Analisis dan Perancangan

3.1 Deskripsi Sistem Kini

Untuk mendapatkan informasi yang berkaitan dengan Gunung Merapi yang berupa kawasan rawan, posko yang tersebar di sekitar Gunung Merapi, informasi arah aliran lahar dingin masih sangat terbatas. Untuk mengetahui posko yang tersebar di sekitar Gunung Merapi yang berada di

- 1) UNDIP
- 2) FSM UNDIP

SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK PENANGGULANGAN RISIKO BENCANA ERUPSI GUNUNG MERAPI

Sasmita Liestyasari¹, Beta Noranita, S.Si, M.Kom², Nurdin Bahtiar, S.Si, M.T²

suatu kabupaten misalnya, dilakukan dengan cara bertanya kepada pemerintah setempat. Hasilnya berupa daftar (*list*) posko dengan alamatnya. Hal ini sangat kurang efisien, jika yang bertanya adalah para relawan yang berasal dari luar daerah tersebut, karena belum mengetahui daerah posko yang berada di dalam daftar itu. Selain itu, masyarakat yang tinggal di sekitar Gunung Merapi kurang memahami kawasan-kawasan rawan bencana yang bisa saja mengancam desa mereka.

Dasar penetapan kawasan rawan bencana adalah sejarah aliran lahar yang terjadi sebelumnya, mengacu pada jarak luncuran lahar, dan juga jarak antara sungai yang dilalui lahar dengan wilayah ancaman bencana [11].

Terdapat tiga jenis Kawasan Rawan Bencana atau yang biasa disebut KRB yang berada di sekitar Gunung Merapi [11], yaitu:

1) Kawasan Rawan Bencana I

Merupakan daerah atau kawasan rawan bencana yang mempunyai risiko bencana paling kecil. Ancaman yang bisa terjadi di kawasan ini yaitu banjir lahar dingin bahkan dapat terkena dampak perluasan awan panas.

2) Kawasan Rawan Bencana II

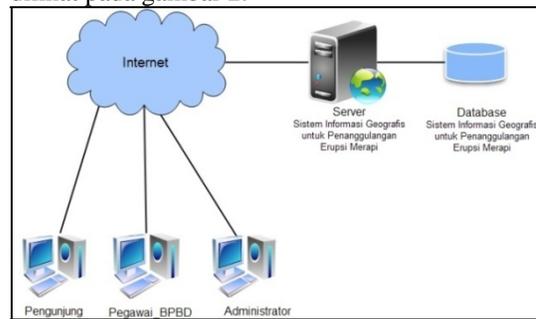
Merupakan kawasan rawan bencana yang memiliki tingkat risiko sedang. Ancaman yang bisa terjadi pada kawasan ini yaitu, awan panas, gas racun, guguran batu dan aliran lahar.

3) Kawasan Rawan Bencana III

Kawasan ini merupakan kawasan yang mempunyai tingkat paling berisiko. Kawasan ini paling dekat dengan puncak Gunung Merapi. Ancaman yang bisa terjadi yaitu awan panas, aliran lava, guguran batu, gas racun, dan luncuran batu pijar.

Oleh karena itu, pemetaan posko-posko baik posko kesehatan maupun pengungsian serta pemetaan kawasan rawan bencana dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis sangat diperlukan, khususnya informasi yang *update*. Selama ini posko pengungsian tersebut kurang dipelihara sehingga informasinya kurang *update*, kurang sesuai dengan kondisi saat ini. Untuk

informasi kawasan rawan bencana pun masih sangat minim. Dengan memanfaatkan teknologi informasi yang semakin canggih, pemanfaatan *database* tepat untuk menjamin integrasi dan konsistensi data. Dari data yang ada di dalam database akan diolah menjadi informasi yang disertai peta untuk memperjelas dan dapat diakses melalui Internet. Untuk lebih memperjelas tentang sistem yang akan dikembangkan, dapat diuraikan dilihat pada arsitektur sistem. Gambar arsitektur sistem dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Arsitektur Sistem Informasi Geografis untuk Penanggulangan Risiko Bencana Erupsi Gunung Merapi

3.2 Software Requirement Specification (SRS)

Sistem yang akan dikembangkan ini yaitu Sistem Informasi Geografis untuk Penanggulangan Risiko Bencana Erupsi Gunung Merapi yang disingkat menjadi **SIGERI** memiliki kebutuhan fungsional, yaitu suatu kebutuhan yang harus ada pada sistem, yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 SRS SIGERI

No	SRS ID	Deskripsi
1.	SRS-SIGERI-F01	Pemetaan daerah yang ada di sekitar Gunung Merapi hingga tingkat desa/ kelurahan
2.	SRS-SIGERI-F02	Pemetaan kawasan rawan (Area Terdampak Langsung/ ATL)
3.	SRS-SIGERI-F03	Pemetaan posko baik (Tempat Pengungsian Akhir/TPA) maupun (Tempat Pengungsian

1) *UNDIP*
2) *FSM UNDIP*

SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK PENANGGULANGAN RISIKO BENCANA ERUPSI

GUNUNG MERAPI

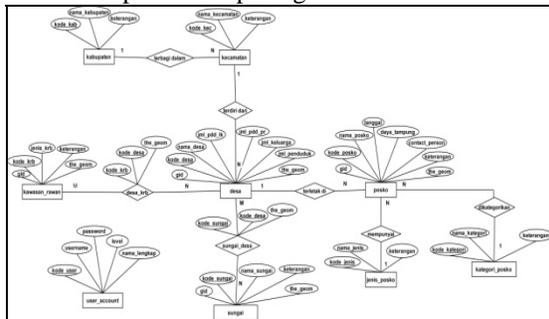
Sasmita Liestyasari¹, Beta Noranita, S.Si, M.Kom², Nurdin Bahtiar, S.Si, M.T²

		Sementara/TPS)
4.	SRS-SIGERI-F04	Pemetaan sungai yang dilalui aliran lahar dingin
5.	SRS-SIGERI-F05	Menampilkan informasi detail objek terpilih
6.	SRS-SIGERI-F06	Manajemen data
7.	SRS-SIGERI-F07	Melakukan pencarian posko
8.	SRS-SIGERI-F08	Melakukan otentikasi pengguna

3.3 Entity Relationship Diagram (ERD)

Untuk menghasilkan suatu informasi diperlukan beberapa data sebagai pembangunnya. Data yang digunakan dalam Sistem Informasi Geografis ini diambil dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Jawa Tengah.

Data spasial yang digunakan berupa peta di sekitar Gunung Merapi yang meliputi tiga kabupaten, yaitu Magelang, Klaten, dan Boyolali. Pemodelan data digambarkan dengan ERD. ERD SIGERI dapat dilihat pada gambar 3.

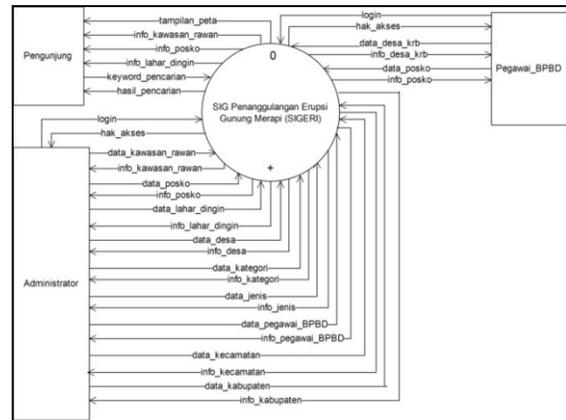


Gambar 3 ERD SIGERI

3.4 Pemodelan Fungsi

Pemodelan fungsi digambarkan dengan *Data Flow Diagram*, yang disingkat dengan DFD. DFD mempunyai beberapa tingkatan (level), untuk DFD tingkat 0, sering disebut DCD (*Data Context Diagram*).

Gambar DFD SIGERI dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 DFD Level 0 SIGERI

SIGERI memberikan informasi mengenai letak persebaran posko pengungsian, informasi kawasan yang rawan terhadap ancaman erupsi Gunung Merapi serta informasi arah aliran lahar dingin yang ditimbulkan oleh erupsi gunung tersebut. Dari diagram konteks di atas terlihat beberapa entitas luar, yaitu :

- 1) **Pengunjung**, yaitu pengguna umum yang dapat melihat informasi posko, kawasan rawan dan informasi lahar dingin.
- 2) **Pegawai BPBD**, yaitu pegawai yang mempunyai wewenang untuk masuk ke sistem dengan menggunakan *username* dan *password* yang sah. Pegawai ini hanya dapat mengatur data yang bisa dilihat oleh pengunjung.
- 3) **Administrator**, yaitu pengguna sistem yang bertanggung jawab penuh terhadap sistem, yaitu salah satu pegawai yang berada di bagian program BPBD Jawa Tengah.

3.5 Desain Basis Data

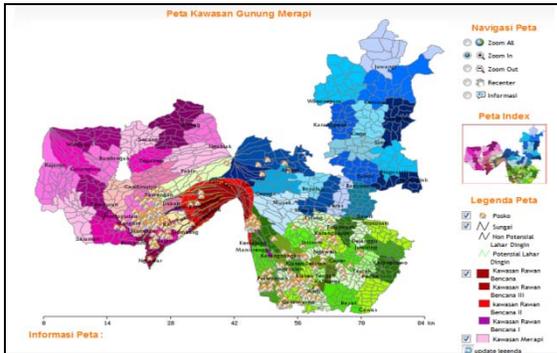
Desain basis data merupakan suatu tahapan awal yang dilakukan untuk menentukan data apa saja yang dibutuhkan. *Physical data model (PDM)* yaitu diagram tabel referensi yang menggambarkan sistem, termasuk implementasi fisik secara rinci.

Gambar PDM SIGERI dapat dilihat pada gambar

- 1) UNDIP
- 2) FSM UNDIP

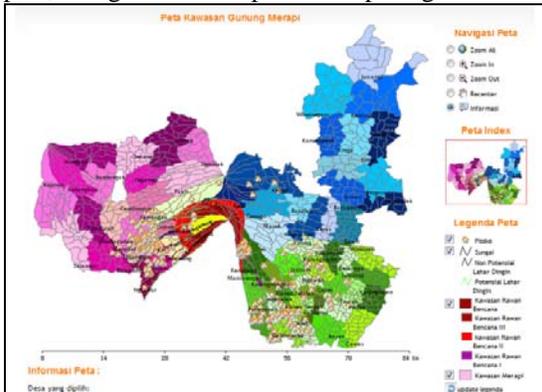
SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK PENANGGULANGAN RISIKO BENCANA ERUPSI GUNUNG MERAPI

Sasmita Liestyasari¹, Beta Noranita, S.Si, M.Kom², Nurdin Bahtiar, S.Si, M.T²



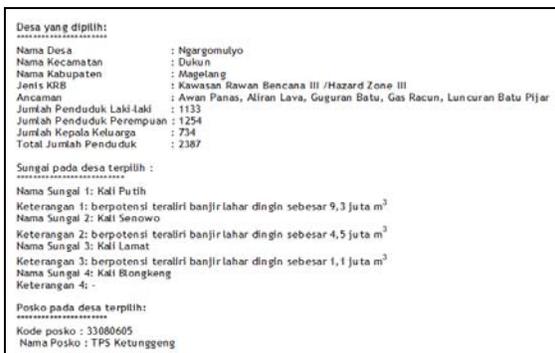
Gambar 6 Tampilan Submenu Peta

Untuk menampilkan informasi terkait peta, dipilih dengan *mouse* pada salah satu bagian pada peta, sebagai contoh dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7 Tampilan Peta Jika dipilih Salah Satu Bagian

Informasi yang muncul, dapat dilihat pada gambar 8



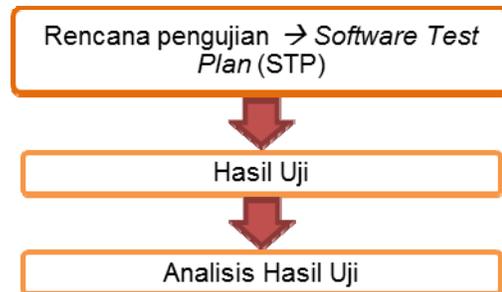
Gambar 8 Tampilan Informasi Rinci Sebuah Desa di suatu Kawasan Rawan Bencana

4.3 Pengujian

Pengujian dilakukan dengan metode *black box* yaitu pengujian yang berfokus pada persyaratan fungsional perangkat lunak.

Pengujian dilaksanakan dengan cara membagi pengujian atas beberapa kelas sesuai dengan fungsi-fungsi yang telah didefinisikan. Untuk melakukan pengujian dibuat skenario pengujian dengan menggunakan *Software Test Plan* (STP) yang didasarkan SRS (Tabel 1)

Tahapan pengujian dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9 Tahapan Pengujian Perangkat Lunak

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa sistem ini telah memenuhi untuk :

1. Melakukan pemetaan daerah sekitar Gunung Merapi hingga tingkat desa /kelurahan
2. Melakukan pemetaan Area Terdampak Langsung atau Kawasan Rawan Bencana 1, 2, dan 3
3. Melakukan pemetaan posko
4. Melakukan pemetaan sungai yang dilalui aliran lahar dingin
5. Menampilkan detail informasi objek terpilih
6. Melakukan manajemen data
7. Melakukan pencarian posko
8. Melakukan otentikasi pengguna

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

SIGERI dapat digunakan sebagai alat bantu bagi pemerintah baik pusat maupun daerah dalam memantau kawasan di sekitar Gunung

- 1) UNDIP
- 2) FSM UNDIP

SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK PENANGGULANGAN RISIKO BENCANA ERUPSI GUNUNG MERAPI

Sasmita Liestyasari¹, Beta Noranita, S.Si, M.Kom², Nurdin Bahtiar, S.Si, M.T²

Merapi sekaligus untuk memetakan sebaran ancaman bencana yang ada.

5.2 Saran

SIGERI sebaiknya dilengkapi dengan gambar atau foto, sehingga pengguna atau pengunjung web memiliki gambaran tentang situasi yang ada.

REFERENSI

- [1] Arief, M. Rudyanto, 2011, *Pemrograman Web Dinamis menggunakan PHP dan MySQL*, Yogyakarta : Penerbit Andi
- [2] Aziz, Muh & Slamet Pujiono, 2006, *Sistem Informasi Geografis Berbasis Desktop dan Web*, Jogjakarta: Gava Media
- [3] Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2012, *Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana (No 1 Tahun 2012) Tentang : Pedoman Umum Desa/Kelurahan Tangguh Bencana*, Jakarta
- [4] Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2012, *Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana (No 07 Tahun 2012) Tentang: Pengelolaan Data Dan Informasi Bencana Indonesia*, Jakarta
- [5] Elly, Muhammad Jafar, 2009, *Sistem Informasi Geografis Menggunakan Aplikasi ArcView 3.2 dan ERMapper 6.4*, Yogyakarta : Graha Ilmu
- [6] Joewono, Benny N, 2010, *Erupsi Merapi 2010 Lebih Besar dari 1872*, disadur dari www.kompas.com pada tanggal 25 Maret 2012 pukul 09.40 WIB
- [7] Ladjamudin, ABB, 2006, *Rekayasa Perangkat Lunak*, Yogyakarta: Graha Ilmu
- [8] Nuryadin, Ruslan, 2005, *Panduan Menggunakan MapServer*, Penerbit Informatika: Bandung
- [9] Prahasta, Eddy, 2009, *Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografis (Perspektif Geodesi & Geomatika)*, Bandung : Informatika
- [10] Pressman, Roger S, 2002, *Software Engineering : a practitioner's (5th edition)*, New York: Mc-Graw-Hill Companies
- [11] Rakom Lintas Merapi, 2008, *Dasar Penetapan Kawasan Rawan Bencana*, disadur dari <http://merapi.combine.or.id> pada tanggal 20 Maret 2013 pukul 09.15 WIB
- [12] Simarmata, Janner & Iman Paryudi, 2006, *Basis Data*, Yogyakarta : Penerbit Andi
- [13] Sybase Inc., 2010, *Data Modeling Power Designer 15.3*, Dublin
- [14] The MapServer Team, 2012, *Mapserver 6.0.3 Documentation*, disadur dari <http://mapserver.org> pada tanggal 8 Desember 2012 pukul 8.55 WIB
- [15] The PostgreSQL Global Development Group, *PostgreSQL 9.0.3 Documentation*, disadur dari www.postgresql.org pada tanggal 26 November 2012 pukul 10.15 WIB
- [16] Wacana, Petrasa, 2011, *Konsep Pemetaan Risiko Bencana*, disadur dari <http://petrasawacana.wordpress.com>, pada tanggal 17 Maret 2012 pukul 08.40 WIB

1)
UNDIP
2)
FSM UNDIP