

Aplikasi Web Sistem Informasi Geografis Untuk Multi Risiko Bencana Aceh

Raihan Islamadina dan Nasaruddin

Jurusan Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala

Jl. T. Syech Abdurrauf No. 7 Darussalam Banda Aceh

email: raihan.heri@yahoo.co.id dan nasaruddin@elektro.unsyiah.ac.id

Abstrak—Aceh merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang rawan terhadap bencana alam seperti gempa bumi, tanah longsor, letusan gunung api, kemarau, abrasi, tsunami, banjir dan lain-lain. Salah satu faktor pengurangan risiko bencana (PRB) adalah tersedianya informasi yang dapat diakses oleh publik. Sehingga aplikasi web sistem informasi geografis untuk multi risiko bencana sangat penting di Aceh. Aplikasi ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran dan kesiap-siagaan dari pengambil keputusan dan masyarakat dalam upaya PRB. Aplikasi ini dibangun dan dirancang berdasarkan arsitektur *client-server* dengan menggunakan *software open source* sebagai penyedia data *geospatial* yang dapat diakses melalui *web* berbasis sistem informasi geografis (SIG). Adapun hasil aplikasinya adalah visualisasi peta-peta multi risiko bencana alam Aceh yang dapat memberikan informasi daerah rawan bencana kepihak terkait dengan cepat, tepat dan akurat secara *online* melalui internet.

Kata Kunci. *SIG, Bencana alam, Aplikasi web, Multi Risiko, PRB.*

Abstract— *Aceh is one of the areas in Indonesia which is vulnerable to natural disasters such as earthquake, landslides, volcanoes, drought, abration, tsunami, flood, etc. One of the factor for disaster risk reduction (DRR) is the availability of information that can be accessed by public. So that the web application of geographical information system (GIS) for multi-risk disaster is very important in Aceh. This application aims to increase the awareness and preparedness of the decision makers and society in an effort to DRR. Moreover, The application is designed and developed based on client-server architecture by using open source software as geospatial data provider which can be accessed through web based GIS. As for the results, the application is the visualization of multi-risk maps of Aceh natural disaster that can provide the information of natural hazard areas to the related institutions that are fast, precise and accurate through online system via Internet.*

Keywords: *GIS, natural disaster, web application, multi risk, DRR.*

I. PENDAHULUAN

Secara geografis, Aceh terletak antara Benua Asia dan Australia serta antara Samudera Hindia dan Selat Malaka, sehingga menyebabkan Aceh memiliki kondisi iklim yang khas dengan musim hujan dan kemarau yang panjang. Dari kondisi geologis, Aceh berada pada jalur pegunungan aktif, kawasan beriklim tropik dan berada pada pertemuan dua lempeng Eurasia dan Indo-Australia yang bertumbukan, sehingga menyebabkan Aceh berpotensi terhadap berbagai bencana alam. Bencana yang menimpa Aceh sering kali menimbulkan kerugian yang sangat besar.

Beberapa penyebab tingginya jumlah korban adalah kurangnya pemahaman terhadap karakteristik ancaman (*hazards*), sikap atau perilaku yang mengakibatkan penurunan kualitas sumber daya alam dan kurangnya informasi/peringatan dini (*early warning*) yang menyebabkan ketidaksiapan dan ketidakmampuan dalam menghadapi bencana. Untuk mencegah dan mengurangi dampak dari bencana yang terjadi, sebuah sistem penanganan bencana sangat diperlukan. Sistem informasi yang mampu menangani basis data kebencanaan dan menampilkan dalam bentuk peta adalah sistem informasi geografis (SIG). Untuk itu, paper ini mengusulkan suatu Prototipe aplikasi *web* sistem informasi geografis untuk

multi risiko bencana Aceh dalam upaya mengurangi risiko bencana melalui diseminasi informasi bencana dan pengetahuan untuk meningkatkan kesiap-siagaan dalam mengambil tindakan untuk mengurangi risiko bencana alam.

Adapun tujuan dari aplikasi ini adalah untuk menentukan tingkatan multi risiko bencana alam yang mungkin terjadi pada suatu daerah di Aceh. Hal ini akan memudahkan masyarakat dan pemangku jabatan dalam mendapatkan informasi mengenai bencana disekitarnya dengan teknologi berbasis *geo-spatial*. Disamping itu juga akan menjadi acuan informasi yang akurat tentang pengurangan risiko bencana (PRB) di Aceh, serta langkah-langkah yang diperlukan untuk mengurangi dampaknya sehingga penanganan bencana dapat dilakukan secara efektif dan efisien.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Analisis dari Risiko Bencana Alam

Untuk mengaplikasikan sistem informasi multi risiko bencana alam, terlebih dahulu dilakukan analisis terhadap beberapa hal berikut [1] :

1. Analisis terhadap zona-zona yang termasuk kategori kawasan rawan bencana alam, kategori kawasan rentan

bencana alam, kategori kawasan kapasitas bencana alam dan kategori kawasan risiko bencana alam.

2. Analisis terhadap rencana kawasan lindung, kawasan budidaya dan kawasan tertentu untuk menentukan risiko bencana alam yang sesuai ditiap peruntukan lahan.
3. Analisis terhadap rencana sistem transportasi, sistem komunikasi dan sistem utilitas/fasilitas.
4. Pertimbangan terhadap berbagai teknologi yang tersedia dalam kaitannya dengan analisis risiko bencana alam.

Pemetaan analisis risiko bencana alam dilakukan dengan pengumpulan data primer yang berupa data spasial yang memiliki referensi ruang kebumihan (*georeference*) dan data sekunder yang berupa data temporal yang menentukan lokasi dan koordinat pada suatu peta. Data-data tersebut adalah seperti pada dibawah ini :

Dari 1, metode analisis risiko bencana sesuai dengan formula:

$$R = H*V/C \tag{1}$$

dimana: R adalah risiko bencana, H adalah *Hazard* (Ancaman), V adalah *Vulnerability* (Kerentanan) dan C adalah *Capacity* (Kapasitas)

Secara substansial, analisis risiko bencana dilakukan dengan mengurangi ancaman, meningkatkan kapasitas dan mengurangi kerentanan individu dan masyarakat.

B. Sistem Informasi Geographis (SIG)

SIG adalah suatu sistem informasi yang dirancang untuk bekerja dengan data yang bereferensi spasial atau berkoordinat geografi [2],[6]. Teknologi SIG mengintegrasikan operasi pengolahan data berbasis data spasial yang biasa digunakan saat ini, seperti pengambilan data berdasarkan kebutuhan, serta analisis statistik dengan menggunakan visualisasi yang khas serta berbagai keuntungan yang mampu ditawarkan melalui analisis geografis melalui gambar-petanya [2].

Kemampuan dari SIG adalah sebagai berikut [6] :

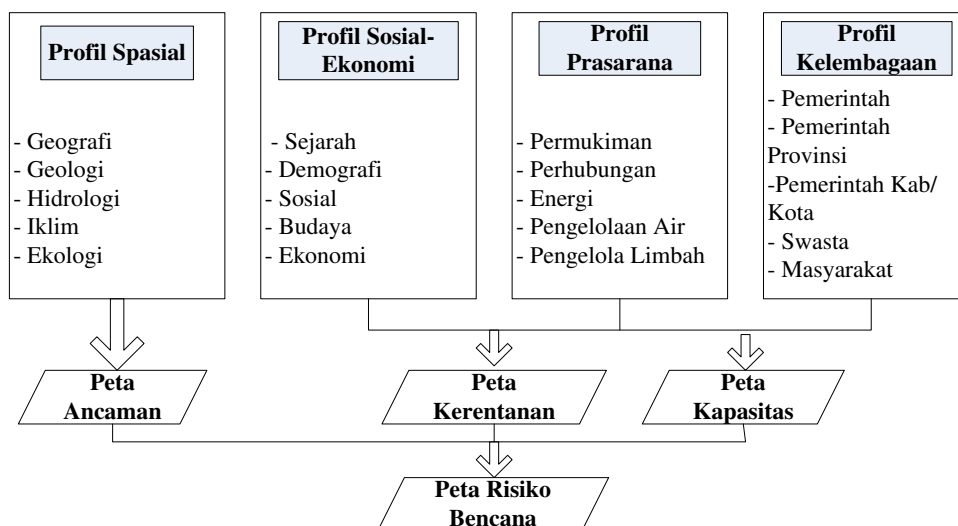
- ✓ Menggunakan data spasial maupun atributnya secara terintegrasi.

- ✓ Dapat digunakan sebagai alat bantu interaktif yang menarik dalam usaha meningkatkan pemahaman mengenai konsep lokasi, ruang, kependudukan dan unsur-unsur geografi yang ada dipermukaan bumi.
- ✓ Dapat memisahkan antara bentuk presentasi dan basis data.
- ✓ Memiliki kemampuan menguraikan unsur-unsur yang ada dipermukaan bumi kedalam beberapa *layer* atau *coverage* data spasial.
- ✓ Memiliki kemampuan yang sangat baik dalam *memvisualisasikan* data spasial dan atributnya.
- ✓ GIS dengan mudah menghasilkan peta-peta tematik.
- ✓ Semua operasi GIS dapat di *customize* dengan menggunakan perintah-perintah dalam bahasa *script*.

C. Web SIG

Web SIG merupakan suatu teknologi yang memungkinkan informasi spasial yang disajikan dalam format *user* di Internet. *Web SIG* dapat memungkinkan dalam pembuatan data, peng-editan data, analisis data dan memberikan *query* informasi [4]. *Web SIG* merupakan gabungan antara desain grafis pemetaan, peta digital dengan analisis geografis, pemrograman komputer dan sebuah *database* yang saling terhubung menjadi satu bagian *web desain* dan *web* pemetaan [1]. Ada beberapa teknologi yang dapat digunakan untuk membangun sistem *Web SIG*, salah satunya adalah *GeoServer*, yang menggunakan konsep *Open Source*.

Geoserver merupakan aplikasi pemetaan *online* (*web mapping*) yang ditulis dalam bahasa pemrograman JAVA yang memungkinkan pengguna untuk berbagi dan mengedit data *geospasial* [3]. *Geoserver* dirancang untuk *interoperabilitas*, menyajikan data dari semua sumber data *spasial* utama [4]. Konsep *Geoserver* merangkul standar *Open Geospatial Consortium* (OGC), yang termasuk *Web Map Service* (WMS), yang merupakan standar yang digunakan untuk pengiriman dan penerimaan data geospasial melalui protocol HTTP, *Web Feature Service* (WFS) yang memungkinkan berbagi dan pengeditan data yang digunakan untuk membuat peta, serta *Styled Layer Descriptor* (SLD) merupakan bahasa *markup* berbasis XML yang menyediakan *styling* untuk menampilkan data secara visual [5].



Gambar 1. Pemetaan risiko bencana alam [2]

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu:

1. Studi literatur terkait referensi pengetahuan risiko bencana, SIG dan aplikasi web.
2. Observasi merupakan studi lapangan yang dilakukan untuk pencarian dan pengumpulan data spasial untuk berbagai bencana alam yang ada di Aceh.
3. Perancangan aplikasi dengan menganalisa data risiko bencana dari interaksi antara ancaman bahaya (*hazard*), kerentanan (*vulnerability*) dan kapasitas (*capacity*).
4. Pembangunan aplikasi meliputi kebutuhan *hardware* dan *software* untuk aplikasi yaitu:
 - *Hardware* menggunakan *Laptop Aspire 5572ANWXM*
 - *Software* yang digunakan meliputi :
 - o ArcGIS Desktop versi 9.3
 - o Java jdk_6U7_windows_i586_p, versi 1.6.0_07
 - o Apache-Tomcat-6.0.20 sebagai *server*
 - o PostgreSQL-8.4.0-windows sebagai *database*
 - o *GeoServer* versi 2.0.3 sebagai tempat penyimpanan dan pengeditan data.
5. Pengujian aplikasi dimana output adalah peta risiko tunggal dan multi risiko untuk beberapa bencana alam yang ada di Aceh.
6. Teknik *overlay* multi risiko bencana Aceh didapat dari penggabungan beberapa jenis bencana yang ada pada suatu wilayah/kabupaten.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Prototipe Aplikasi Web Sistem Informasi Geografis Multi Risiko Bencana Alam di Aceh merupakan suatu sistem komputer berbasis *open source* yang memerlukan basis data spasial sebagai data yang memiliki referensi ruang kebumihan (*georeference*) yang diolah pada perangkat lunak pengolah data spasial *ArcGis* dan disimpan pada *geoserver* sehingga mampu memberikan hasil pemrosesan dalam bentuk file HTML dalam bentuk *web browser*.

Prototipe Aplikasi Sistem Informasi ini didasarkan pada interaksi *client-server*, dimana semua proses komputasi,

pengaksesan basis data dan peta dilakukan pada *server*, sedangkan pada *client* (pengguna) hanya membutuhkan *web browser* yang sudah ter-*install* untuk dapat menjalankan aplikasi SIG tersebut.

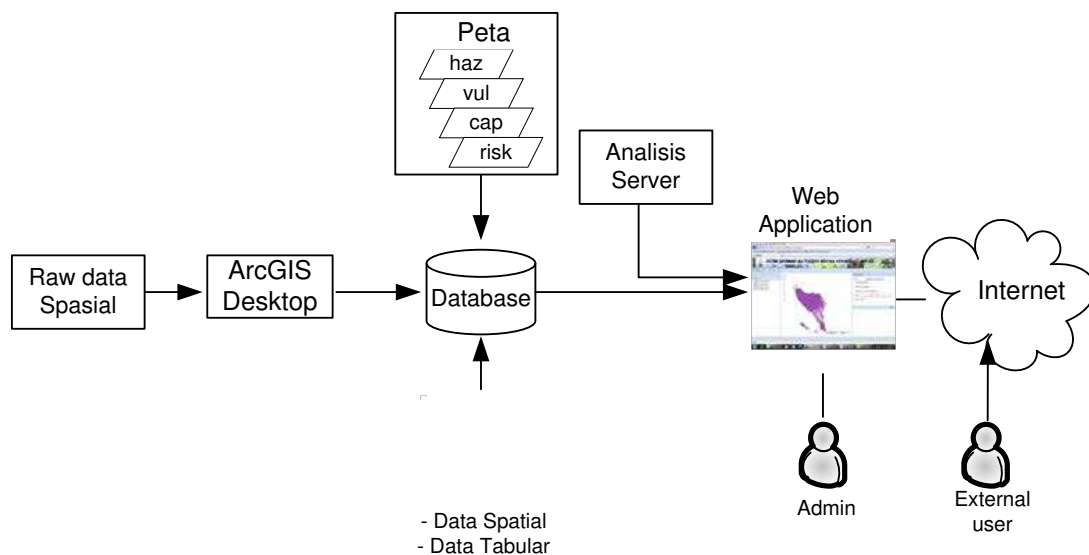
Komponen utama yang menghubungkan antara *client* dan *server* adalah *user interface*. Pembuatan *interface* digunakan untuk memberikan informasi kepada *client* dalam menggunakan SIG. Hasil dari aplikasi ini berupa suatu peta multi risiko bencana di Aceh yang mampu menampilkan informasi-informasi berdasarkan jenis risiko bencana yang dikaji, sehingga dapat menjadi suatu pendukung dalam PRB.

A. Perancangan Sistem Informasi Geografis

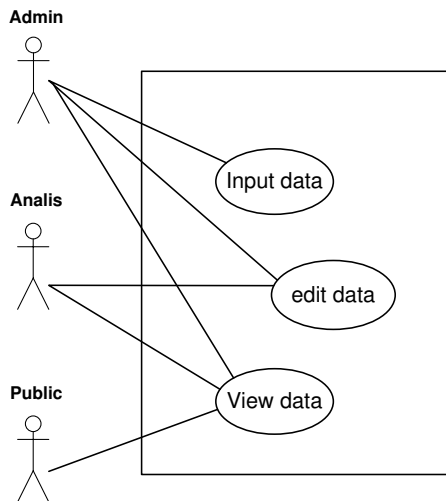
Paper ini akan merancang dan membangun aplikasi *web SIG* untuk multi risiko bencana di Aceh dengan menggunakan *software open source*. Dalam perancangan, arsitektur aplikasi adalah model *client-server*, dimana jaringan akan memisahkan *client* dengan *server*. Namun demikian, pada penelitian ini model *client-server* dibangun dalam satu konfigurasi komputer. Pemrosesan output dalam file HTML untuk visualisasi informasi tingkatan risiko bencana ditulis dengan menggunakan bahasa pemrograman JAVA.

Konsep Perancangan Prototipe Aplikasi Web Sistem Informasi Geografis untuk Multi Risiko Bencana Aceh seperti pada Gambar 2.

Database terdiri dari data spasial, data tabular, data peta yang berupa peta ancaman, kerentanan, kapasitas dan risiko, serta data spasial mentah yang sudah mengalami proses pengolahan dan analisis data pada *software ArcGIS Desktop*. Didalam *software ArcGIS Desktop*, data spasial mentah yang berupa data raster mengalami proses pengolahan data dalam ArcMap (bagian dari ArcGIS Desktop selain ArcInfo dan ArcCatalog) menjadi sebuah data spasial dalam format *shapefile* (*shp*) yang sudah mempunyai koordinat-koordinat bumi, sehingga memudahkan untuk menentukan posisi pada suatu titik pada peta. Data yang sudah diolah ini kemudian dimasukkan ke *server* agar dapat diakses oleh aplikasi-aplikasi lainnya seperti *browser*, *mobile* dan *desktop*. Data



Gambar 2. Konsep perancangan aplikasi sistem.



Gambar 3. Use case

tersebut kemudian disimpan dalam *database* sebagai tempat penyimpanan data dan juga berfungsi sebagai tempat pemrosesan data.

Pada *database*, data tersebut mengalami proses pemrosesan data untuk menentukan 5 tingkatan risiko bencana alam yang berupa risiko bencana sangat tinggi, tinggi, menengah, rendah dan sangat rendah yang ditandai dengan nomor (5, 4, 3, 2 dan 1), serta dapat dipetakan ke peta *online* dalam format HTML. Dalam perancangan aplikasi, *analysis server* digunakan untuk membuat dan menganalisis *script-script layer*, sehingga dapat menghasilkan *Web Application* yang dapat memungkinkan berbagi informasi yang dibutuhkan oleh Admin dan

external user melalui jaringan internet.

B. Use Case

Use Case dari aplikasi akan menjelaskan suatu teknik pemodelan *functional requirement* dari sebuah sistem dan menggambarkan interaksi antara pengguna dan sistem untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Terdapat tiga level *use case* yang digunakan dalam perancangan sistem ini yaitu Admin yang merupakan pengatur dari seluruh *content* dan memiliki hak akses untuk *input data*, *edit data* dan *view data*, Analis yang merupakan fungsi yang memiliki hak akses untuk *edit data* dan *view data* dan *Public* yang hanya untuk *view data* saja, seperti pada Gambar 3.

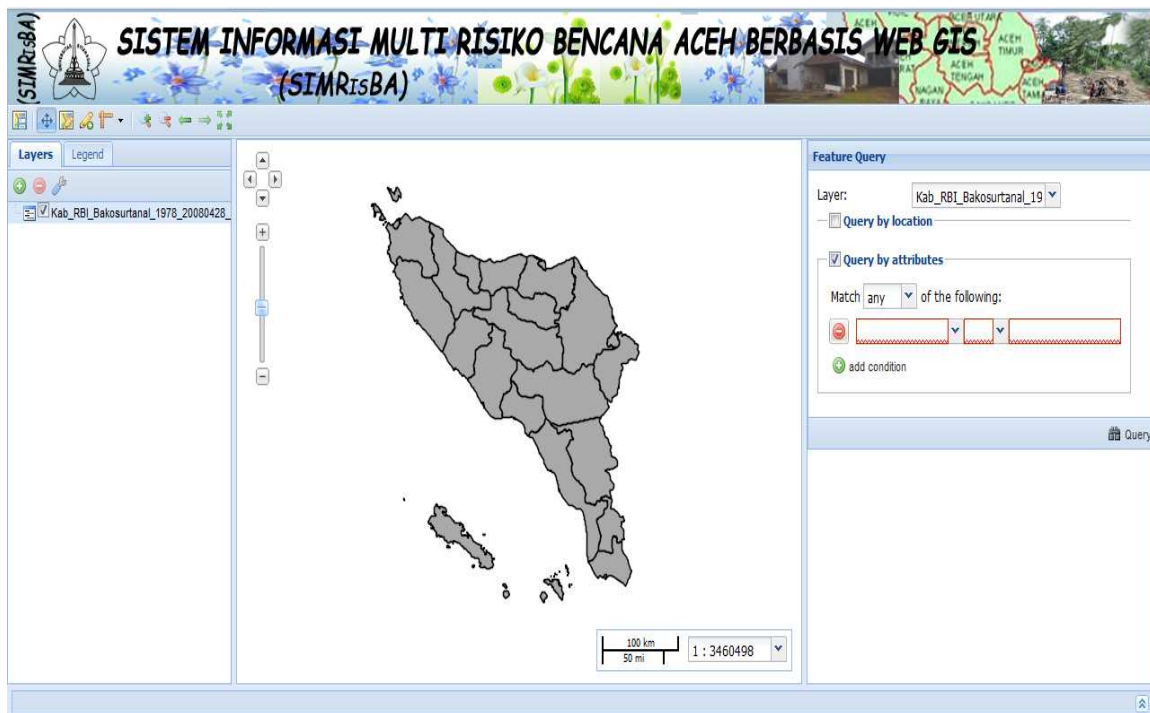
C. Implementasi Sistem

Komponen utama yang menghubungkan antara *client* dan *server* adalah *user interface*. Pembuatan *interface* digunakan untuk memberikan informasi kepada *client* dalam menggunakan aplikasi ini. Hasil dari aplikasi ini berupa suatu peta risiko bencana di Aceh yang mampu menampilkan informasi-informasi berdasarkan jenis risiko bencana yang dikaji, sehingga dapat menjadi suatu pendukung dalam mengurangi risiko bencana alam.

Gambar 4 menunjukkan *interface* untuk peta risiko bencana alam dalam bentuk *web browser*.

Tampilan *layout* terdiri dari:

1. *Header*, berisikan judul
2. *Toolbar*, merupakan area peletakan tombol-tombol untuk *tool control* pada peta
3. Panel menu kiri, berisikan *layer* dan *legend*.
4. Panel menu kanan, berisikan *feature query* dan *atribut query*
5. *Map panel*, area peletakan *image* peta.
6. *Footer web*, bagian bawah *web* yang berisikan data



Gambar 4. Interface peta multi risiko bencana alam

tabular dari *layer* yang ditampilkan.

Sumber data yang digunakan dalam mempresentasikan peta Aceh adalah sebagai berikut:

1. Data *Hazard* untuk Abrasi, Banjir, Gempa Bumi, Gunung Api, Kebakaran, Kekeringan, Angin Topan, Tsunami dan Tanah Longsor.
2. Data *Vulnerability* terkait dengan elemen kerentanan Sosial, Ekonomi, Fisik dan Ekologi.
3. Data *Capacity* terkait dengan identifikasi kekuatan atau potensi sumber daya yang dimiliki komunitas masyarakat untuk mengantisipasi dan mengurangi dampak risiko bencana.
4. Data Risiko Bencana diperoleh dari perkalian antara data *Hazard* dengan *Vulnerability* dan *Capacity*.

D. Peta Multi Risiko Bencana Alam

Paper ini menyediakan peta multi risiko bencana alam yang mengidentifikasi dua atau lebih bencana pada suatu daerah dengan melakukan *overlay* antara poligon dan memiliki 5 tingkatan risiko bencana alam yang berupa risiko bencana sangat tinggi, tinggi, menengah, rendah dan sangat rendah yang ditandai dengan nomor (5, 4, 3, 2 dan 1). Penentuan *base layer* untuk suatu jenis bencana tidak memiliki aturan khusus, sehingga pemilihan *base layer* dipilih sesuai dengan keinginan penulis. Adapun visualisasi dari peta multi risiko bencana yang tersedia pada aplikasi ini adalah sebagai berikut :

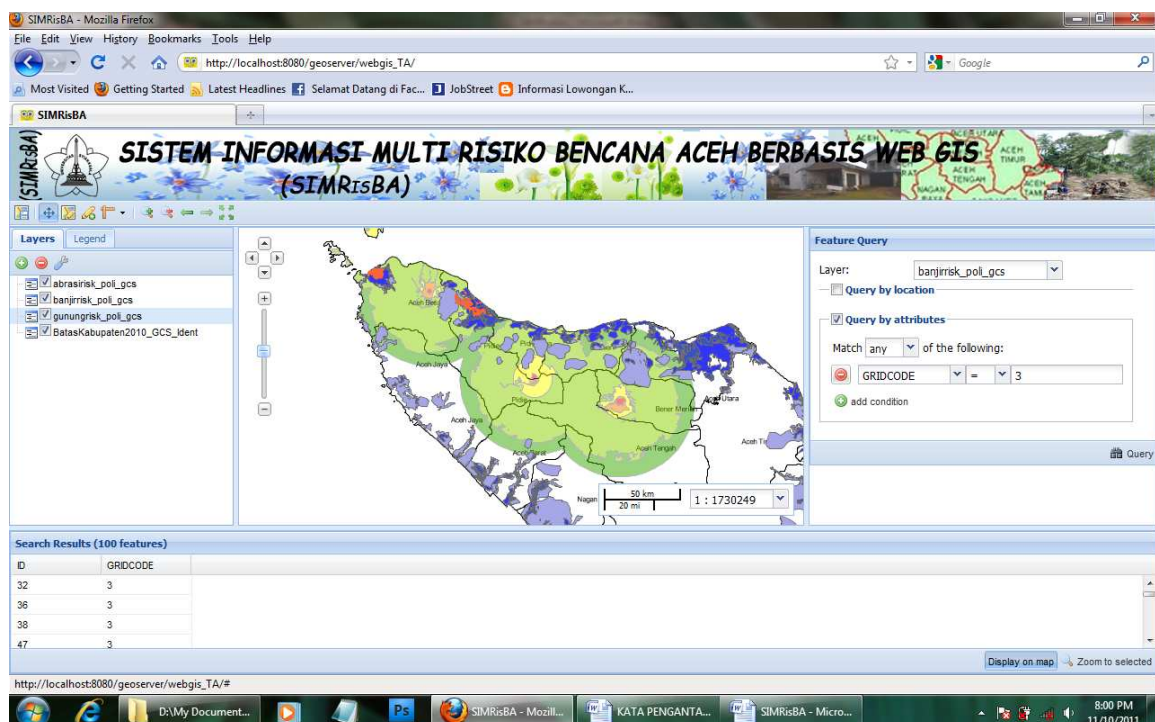
1. Peta multi risiko: bencana gunung api, abrasi dan banjir seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Gambar 5 menunjukkan *overlay* antara bencana gunung api, abrasi dan banjir. Dari ketiga *overlay* bencana tersebut, dipilih *layer* banjir sebagai *base layer* untuk *web* dibawah sebagai *sample*. Setelah dilakukan *query* dengan memilih *gridcode* bernilai 3, sehingga didapatkan titik merah pada peta yang menunjukkan bahwa bencana banjir memiliki tingkat risiko menengah pada daerah Banda Aceh dan Pidie. Sedangkan tingkat

risiko untuk gunung api dan abrasi yang berada pada kota Banda Aceh dan kabupaten Pidie adalah rendah.

2. Peta multi risiko dari bencana tsunami, gunung api dan gempa bumi seperti ditunjukkan pada Gambar 6. Secara keseluruhan, Aceh berada pada wilayah dengan tingkat potensi risiko paling tinggi terhadap bencana gunung api seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. Hal ini disebabkan karena terdapat 3 gunung api tipe A, yaitu Gunung Peut Sagoe di kabupaten Pidie, Gunung Bur Ni Telong di kabupaten Bener Meriah dan Gunung Seulawah Agam di kabupaten Aceh Besar. Dari Gambar 6 didapatkan bahwa kabupaten Aceh Besar dan Bener Meriah mempunyai tingkatan risiko bencana tinggi terhadap bencana gunung api. Sedangkan gempa bumi memiliki potensi risiko menengah pada ke dua kabupaten tersebut. Untuk bencana tsunami, kabupaten Aceh Besar dan Bener Meriah memiliki potensi risiko yang rendah.
3. Peta multi risiko bencana angin topan, kebakaran dan kekeringan seperti ditunjukkan pada Gambar 7. Pada Gambar 7, layer kekeringan dipilih sebagai *base layer* dari layer bencana angin topan dan kebakaran. ini menunjukkan bahwa Aceh terletak pada wilayah berisiko tinggi terhadap bencana kekeringan. Menurut peta multi risiko bencana tersebut, kekeringan terjadi pada kabupaten Kota Sabang, Nagan Rayan, Aceh Timur, Kota Langsa, Aceh Selatan, Aceh Singkil dan Subulussalam. Sedangkan bencana Kebakaran dan angin topan menunjukkan bahwa Aceh berada pada wilayah yang kondisi yang rawan.

E. Analisis dari aplikasi

Bencana alam merupakan interaksi antara ancaman bahaya (*hazard*), kerentanan (*vulnerability*) dan kapasitas (*capacity*) dalam masyarakat. Interaksi ketiga faktor tersebut akan menjadi dasar untuk melakukan analisis risiko yang mungkin terjadi dari bencana alam yang ada. Tujuan dari analisis risiko bencana adalah untuk membantu

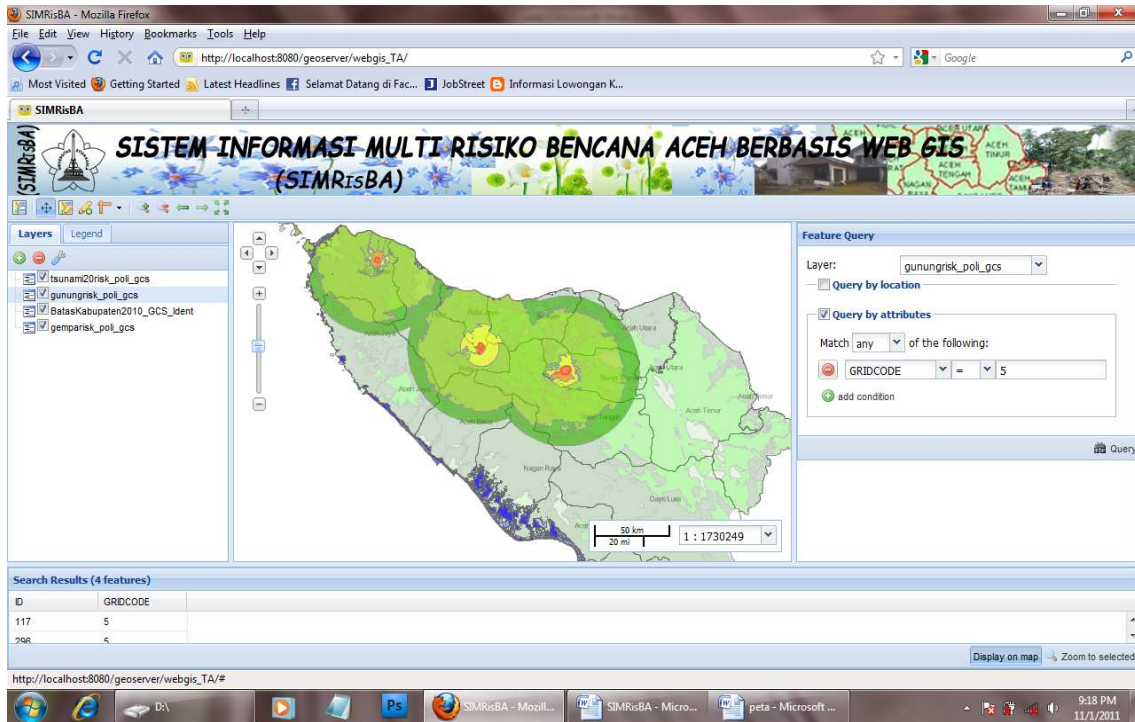


Gambar 5. Peta multi risiko bencana gunung api, abrasi dan banjir

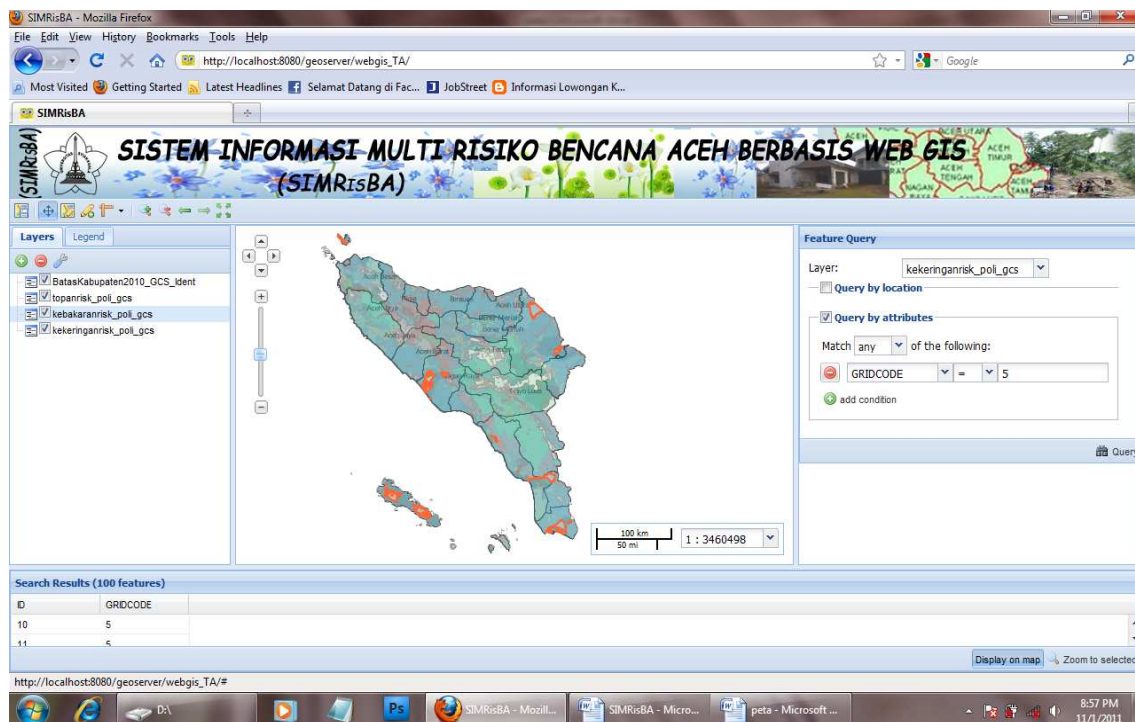
merancang dan memilih langkah-langkah penanganan bencana serta upaya pengurangan risiko bencana. Tingkat kerusakan bencana dapat diketahui dengan mengetahui dampak yang ditimbulkan. Semakin kecil dampak yang ditimbulkan, maka semakin baik tingkat pengelolannya.

Pengujian yang dilakukan pada aplikasi ini dalam

makalah ini adalah menampilkan tingkatan risiko bencana alam yang terdiri dari peta-peta rawan bencana, peta-peta kerentanan, peta-peta kapasitas dan peta-peta risiko bencana serta menginformasikan jenis bencana yang berupa bencana abrasi, banjir, gunung api, gempa bumi, tanah longsor, epidemi, kekeringan, kebakaran, angin topan



Gambar 6. Peta multi risiko bencana tsunami, gunung api dan gempa



Gambar 7. Peta multi risiko bencana angin topan, kebakaran dan kekeringan

dan tsunami dengan tingkatan risiko bencana yang berbeda-beda.

Aplikasi sistem informasi geografis untuk multi risiko bencana merupakan hasil dari *overlay* peta yang terdiri dari dua atau lebih peta bencana dan berdasarkan pada *base layer* yang dipilih serta berdasarkan *query* yang ditentukan. Sehingga hasil *overlay* peta-peta tersebut menunjukkan peta multi risiko bencana untuk kabupaten/kota yang saling bersinggungan.

Layer kabupaten merupakan *layer* utama dalam menentukan daerah yang berpotensi terjadinya risiko bencana alam dan juga merupakan parameter awal dalam menampilkan informasi-informasi berdasarkan jenis bencana yang dikaji. Hal ini akan menjadi suatu pendukung dalam pengurangan risiko bencana alam di Aceh..

V. KESIMPULAN

Paper ini telah membahas tentang prototipe aplikasi web sistem informasi geografis untuk multi risiko bencana alam di Aceh. Arsitektur aplikasi telah dipilih berdasarkan model *client-server*, dimana jaringan memisahkan antara *client* dan *server*. Aplikasi ini dirancang dan dibangun dengan menggunakan *software* ArcGIS yang memiliki kemampuan untuk memvisualisasikan, meng-*explore*, menjawab *query* (baik basis data spasial maupun *non spasial*), menganalisa data dan sebagainya serta disimpan pada *Geoserver* dalam satu konfigurasi komputer. Beberapa kombinasi multi risiko bencana telah didemonstrasikan pada aplikasi web.

Kemudian analisis peta multi risiko telah dilakukan pada paper ini. Sehingga dengan adanya aplikasi ini dapat memudahkan pengguna untuk mendapatkan informasi tingkatan risiko bencana aceh dengan cepat, tepat dan akurat. Prototipe aplikasi ini dipersiapkan untuk dapat diakses secara *online* dimanapun dan kapanpun melalui koneksi internet.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ati Widiati. (2008). *Aplikasi Manajemen Risiko Bencana Alam Dalam Penataan Ruang Kabupaten Nabire*, Pusat Pengkajian Kebijakan Peningkatan Daya Saing, BPPT, Jakarta.
- [2] GIS Konsorsium Aceh-Nias. (2007). *Modul Pelatihan ArcGIS Tingkat Dasar*, Banda Aceh.
- [3] Rodhian Fahmi. (2011). Rancang Bangun Aplikasi Pemetaan Informasi Online Wilayah Bencana Aceh Berbasis SMS Gateway, Banda Aceh. Tugas Akhir Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Syiah Kuala.
- [4] Islamadina Raihan. (2011). *Sistem Informasi Peta Ancaman Bencana Alam berbasis Web GIS*. Laporan Kerja Praktek Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- [5] Budiawan. (2009). Aplikasi GIS Berbasis Web Menggunakan GeoServer Pada Sistem Informasi Trafo Gardu Induk di PLN Surabaya, ITS, Surabaya.
- [6] Islamadina Raihan dan Nasaruddin. (2011). *Rancang Bangun Sistem Informasi Multi Risiko Bencana Aceh berbasis Open Source*. Karya Ilmiah Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.