

# PENGEMBANGAN APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK MONITORING GEMPABUMI

Edy Irwansyah<sup>1</sup>, Tri Buana Saputra<sup>2</sup>, Lim Piu<sup>3</sup>, dan Krisna Wirangga<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Department of Computer Science, School of Computer Science, Universitas Bina Nusantara

Jalan K.H. Syahdan No. 9 Palmerah Jakarta 11480

Email: edirwan@binus.ac.id

**ABSTRAK:** Penelitian yang dilakukan bertujuan mengembangkan sistem informasi geografis (SIG) yang dapat digunakan untuk mengelola data dan menyajikan informasi kegempaan. Metodologi penelitian terdiri dari pengumpulan data spasial dan data non spasial dan perancangan sistem. Perancangan sistem terdiri dari perancangan aliran data, perancangan basisdata, perancangan menu dan perancangan layar. Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah bahwa SIG yang dikembangkan dapat menampilkan informasi mengenai bagaimana gempa yang pernah dan sedang terjadi dengan parameter magnitudenya dalam bentuk visual sesuai kondisi yang ada. SIG ini dirancang menggunakan basisdata sendiri dan memiliki kapasitas untuk melakukan pengolahan data spasial dan non-spasial untuk menghasilkan sebuah sistem peringatan dini tsunami. Sistem ini juga dapat mempermudah dan mempercepat penyampaian informasi kegempaan kepada masyarakat.

**Kata kunci:** Sistem informasi geografis, gempabumi, tsunami.

**Abstract:** This Research conducted to develop geographic information system (GIS) that can be used to manage data and visualize the earthquake information. The research methodology consisted of collecting spatial data and non spatial data and system design. System design consists of designing the flow of data, designing databases, designing menus and design screens. The conclusion that can be drawn from this study is that GIS is developed to display information about how the earthquake that has been and is happening with magnitude parameters in a visual form suitable conditions. GIS is designed to use its own database and have the capacity to perform spatial data processing and non-spatial to generate a tsunami early warning system. This system can also simplify and accelerate the delivery of earthquake information to the public.

**Keywords:** Geographic information system, earthquake, tsunami.

## PENDAHULUAN

Gempabumi adalah berguncangnya bumi yang disebabkan oleh tumbukan antar lempeng bumi, patahan aktif aktivitas gunungapi atau runtuhannya batuan. Lempeng samudera yang rapat massanya lebih besar ketika bertumbukkan dengan lempeng benua akan mengalami perlambatan gerak menyebabkan penumpukkan energi di zona penunjaman. Pada kondisi batas elastisitas lempeng terlampaui, maka terjadilah patahan batuan yang diikuti oleh lepasnya energi secara tiba-tiba yang menimbulkan getaran partikel ke segala arah yang disebut gempabumi [4].

Indonesia sejak tahun 1900 tercatat telah mengalami tiga peristiwa gempabumi besar yaitu gempa Banda tahun 1983 dengan intensitas 8,5 skala richter, gempa Sumatera tahun 2004 dengan intensitas 9,0 skala richter yang diikuti oleh tsunami dan gempa Nias tahun 2005 dengan intensitas 8,7 skala richter [7]. Intensitas gempabumi yang besar ini, disebabkan oleh posisi kepulauan Indonesia yang secara geografis terletak diantara tiga lempeng tektonik utama yaitu

lempeng Indo-Australia di Selatan yang menunjam relatif ke Utara dibawah lempeng Eurasia dan lempeng Pasifik di Timur Laut [2].

Gempabumi sebagai respon atas pergerakan lempeng, selain mengakibatkan jatuhnya korban jiwa juga berdampak pada kerusakan infrastruktur fisik. Di Indonesia, korban jiwa terbanyak tercatat di Aceh dan Sumatera Utara pada kejadian gempa bumi dan tsunami Sumatera bulan Desember 2004 dengan jumlah korban mencapai 110.229 jiwa meninggal, 12.123 lainnya hilang dan 703.518 jiwa terpaksa mengungsi [3].

Pada sisi yang lain, perkembangan teknologi informasi di Indonesia khususnya mengalami kemajuan yang pesat tanpa mengenal batas ruang dan waktu sehingga banyak organisasi atau instansi menggunakan teknologi informasi untuk meningkatkan kinerja operasional. Pemanfaatan teknologi dan sistem informasi mendukung proses pengolahan data menjadi informasi dapat dilakukan dengan lebih cepat sehingga setiap keputusan organisasi dapat dilakukan dengan lebih cepat. Penerapan Teknologi dan sistem

informasi menjadi hal yang sangat dibutuhkan tidak terkecuali menyangkut data dan informasi gempa bumi.

Saat ini instansi terkait masih terkendala oleh proses pengumpulan data dan pengolahan informasi yang manual dimana data dikumpulkan dari beberapa pos pemantauan yang selanjutnya diolah dan diputuskan untuk didesiminasikan kepada masyarakat. Proses pengumpulan dan pengolahan data manual menyebabkan penyajian tidak dapat dilakukan dengan cepat.

Penelitian ini pada prinsipnya bertujuan untuk mengembangkan sistem informasi geografis yang memiliki kemampuan untuk mengolah data kegempaan dan menyajikan secara cepat dalam bentuk informasi kegempaan yang meliputi lokasi, magnitudo dan intensitas gempabumi selain dapat digunakan untuk peringatan dini tsunami

## SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DAN GEMPA BUMI

Pengertian sistem informasi geografis (SIG) tidak dapat dilepaskan dari beberapa pengertian seperti sistem, informasi dan sistem informasi geografis itu sendiri.

Menurut [10], sistem adalah sekumpulan komponen yang saling berhubungan untuk menghasikan tujuan bersama dengan menerima sebuah input dan menghasilkan sebuah output dalam sebuah proses yang terorganisir. Menurut [6], sistem adalah elemen-elemen yang saling terintegrasi dengan maksud yang sama dalam mencapai suatu tujuan. Dari definisi-definisi tersebut diatas, dapat disimpulkan bahwa sistem terdiri dari komponen-komponen/elemen-elemen yang saling berhubungan dan berintegrasi satu sama lain untuk menerima input, proses inputan yang ada, dan akhirnya mengeluarkan output untuk mencapai suatu tujuan.

Menurut [8], sistem informasi merupakan kombinasi dari orang, perangkat keras, perangkat lunak, komunikasi jaringan, dan sumber data yang dikumpulkan, ditransformasikan, dan disebarkan informasi di dalam suatu organisasi atau perusahaan. Menurut [10], sistem informasi dapat diartikan sebagai sekumpulan komponen yang saling berhubungan dalam mengumpulkan atau menerima, memproses, menyimpan, dan mendistribusikan informasi untuk mendukung pengambilan keputusan dalam organisasi atau perusahaan. Agar supaya sistem informasi dapat dimanfaatkan dengan efektif, maka informasi mengenai organisasi atau perusahaan, manajemen dan teknologi informasi yang membentuk sistem harus diketahui dengan pasti.

Menurut [9], Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah suatu sistem yang berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan, memanipulasi, dan menganalisis informasi geografis. Teknologi ini berkembang pesat sejalan dengan perkembangan teknologi informatika atau teknologi komputer.

Secara umum, Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat didefinisikan sebagai suatu sistem berbasis komputer yang dapat memanajemen, memanipulasi, menganalisis informasi-informasi kebumihan dan menampilkan keluaran/output informasi geografis berikut data dan atribut-atributnya. Komponen-komponen SIG, sebagai suatu sistem berbasis komputer termasuk perangkat keras, perangkat lunak, data atau informasi, dan juga operator yang mengoperasikan serangkaian proses manipulasi

Gempa bumi adalah peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energi di dalam bumi secara tiba-tiba yang ditandai dengan patahnya lapisan batuan pada kerak bumi. Akumulasi energi penyebab terjadinya gempabumi dihasilkan dari pergerakan lempeng-lempeng tektonik [1]. Gempa bumi dengan *magnitude* cukup besar ( $> 5,9$  skala Richter) mampu merusakkan bangunan melalui dua cara, yaitu dengan cara langsung dari getaran yang memberikan efek gaya horisontal, dan secara tidak langsung melalui *liquefaction* [5].

Menurut [11], penyebab terjadinya gempa bumi dapat disebabkan oleh adanya (a) *tectonic force* yang berkaitan erat dengan pembentukan patahan (*fault*), sebagai akibat langsung dari interaksi antar lempeng pembentuk kulit bumi, (b) gempa vulkanik yang berkaitan dengan aktivitas gunung api (c) Jatuhan atau runtuhannya massa batuan/tanah yang berukuran besar (d) ledakan konvensional dan nuklir serta (e) dampak tumbukan meteorit. Penyebab gempa akibat peristiwa vulkanik, jatuhnya/runtuhnya massa batuan, ledakan konvensional dan nuklir serta dampak meteorit relative jarang terjadi serta hanya berdampak pada daerah yang terbatas.

## METODOLOGI

### Data dan Perangkat Lunak

Data yang digunakan dalam pengembangan sistem terdiri dari data spasial berupa peta administrasi Indonesia skala 1 : 1.000.000 yang bersumber dari Badan Koordinasi dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal) dan data atribut yang terdiri dari lokasi koordinat gempa, waktu, magnitudo, intensitas, kedalaman gempa dan keterangan tambahan. Data atribut kegempaan ini bersumber dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG).

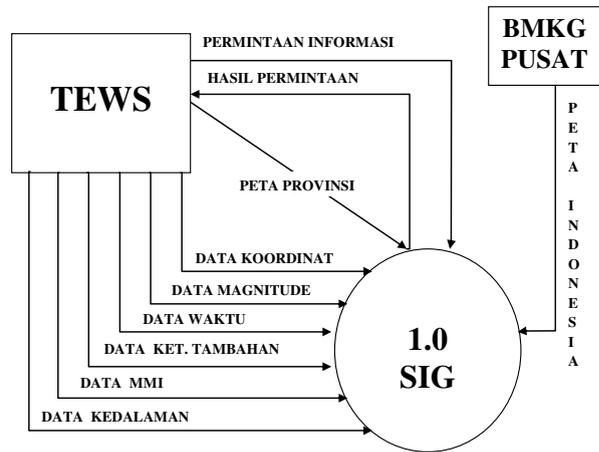
Perangkat lunak utama yang digunakan untuk pengembangan aplikasi terdiri dari perangkat lunak Visual Basic 6.0 (VB 6.0) dan perangkat lunak Sistem Informasi geografis ArcView. Perangkat lunak utama tersebut dalam implementasinya memerlukan dukungan dari perangkat lunak lain seperti Microsoft Windows XP Service Pack 2, Microsoft Visual Basic 6.0 Enterprise dan Map Object 2.0

**Metode Perancangan**

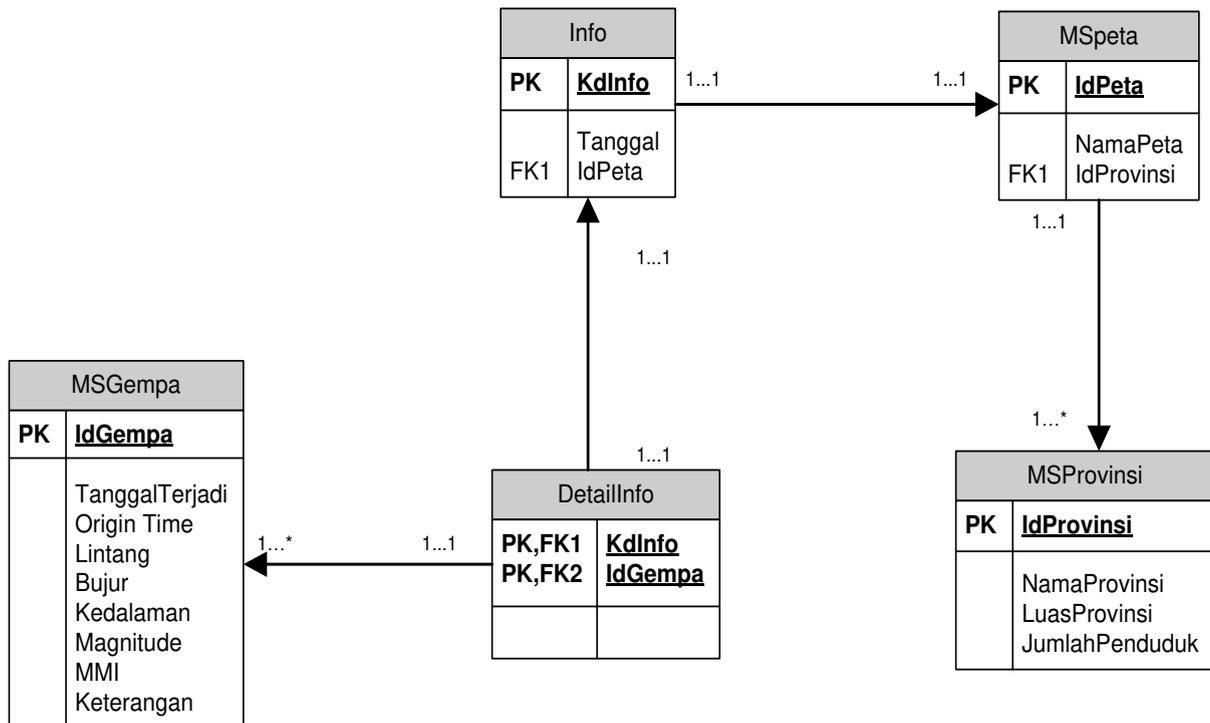
Metode pengembangan sistem informasi geografis kegempaan terdiri dari perancangan sistem, perancangan database, perancangan menu dan perancangan layar. Perancangan sistem yang utama, dilakukan dengan menyusun diagram konteks sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 1.

Rancangan aliran informasi pada sistem, dimulai dari pengguna memanggil informasi berupa peta Indonesia yang tersedia di BMKG Pusat. Pengguna juga memasukan data-data non spasial dan data spasial sesuai dengan kebutuhan sistem. Kemudian data-data tersebut diolah dalam sistem informasi geografis untuk memperoleh keluaran berupa informasi kegempaan.

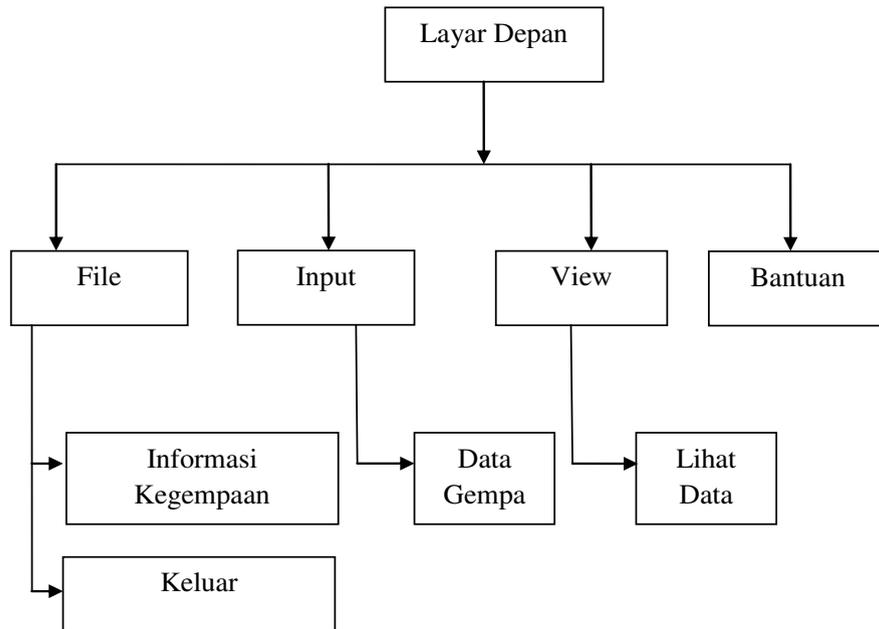
Selanjutnya dibuat rancangan basisdata berdasarkan ketersediaan data dan aliran informasi yang diharapkan. Rancangan basisdata dibuat dalam bentuk entity relational digram (ERD). Rancangan ERD pada sistem adalah sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 2. Guna melengkapi rancangan sistem, selanjutnya dibuat rancangan menu dan rancangan tampilan layar sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



**Gambar 1.** Diagram Konteks



**Gambar 2.** Entity Relationship Diagram (ERD)



Gambar 3. Rancangan Menu

Gambar 4. Rancangan Menu Informasi Gempa

**IMPLEMENTASI SISTEM**

Implementasi sistem dapat diawali dengan masuk ke menu utama yang merupakan form awal mengakses SIG kegempaan (Gambar 5). Pada halaman ini beberapa fungsi dapat dipilih antara lain seperti : File, Input , View dan Bantuan.



Gambar 5. Tampilan Tombol File

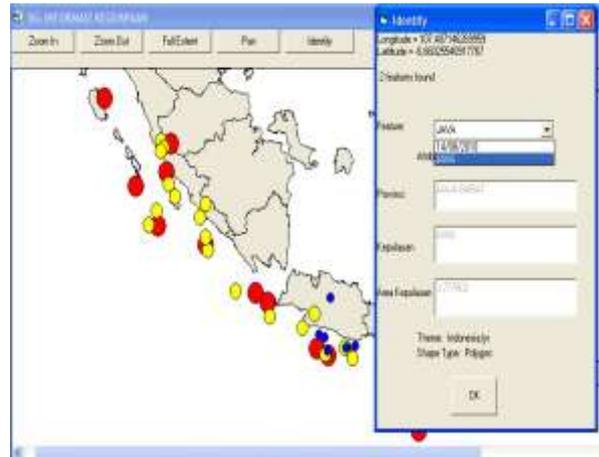
Memilih tombol File maka akan muncul dua sub menu yaitu sub menu Informasi Kegempaan dan sub menu Keluar. Pilihan sub menu Informasi Kegempaan akan menampilkan visualisasi peta Indonesia dengan batas administrasi provinsi dan beberapa kolom isian untuk mencari informasi kegempaan. Sistem menggunakan legenda dengan tiga kelas magnitudo gempa yaitu kelas magnitudo kecil dengan simbol berwarna biru, kelas magnitudo sedang dengan simbol berwarna kuning dan kelas magnitudo besar dengan simbol berwarna merah. Sebagai contoh jika ingin menampilkan seluruh gempa yang terjadi dari tahun 2007 hingga tahun 2010 dengan kekuatan gempa antara 2SR sampai 6SR dan kedalaman antara 1KM sampai 50 KM maka akan muncul detail dari informasi Gempa beserta lokasi gempa sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 6.

Detail dari titik gempa yang terjadi dapat diketahui dengan menggunakan fungsi Identify. Dengan memilih salah satu titik gempa, maka akan muncul sebuah form yang menjelaskan tentang data gempa yang dipilih (Gambar 7). Jika dilakukan pilihan pada tombol Input maka akan muncul sub menu "DataGempa" yang akan menghasilkan tampilan yang berbeda jika dilakukan pilihan pada sub Menu "DataGempa" maka yang akan muncul adalah form tambah data baru yang berfungsi untuk menginput data ke dalam basisdata. Pada form tambah data baru, dapat diisi tanggal, Origin Time, Lintang, Bujur, Kedalaman, Magnitude, Intensitas Max, Kota dengan Intensitas Max, Keterangan, Propinsi, Nama Petugas/ Operator, dan Keterangan Tambahan.

Jika data pada form tambah data baru sudah terisi semua, maka untuk menambahkan data tersebut ke dalam basisdata dapat digunakan tombol 'submit'. Data pada form tersebut telah masuk ke dalam basisdata dan pada peta akan muncul titik gempa yang baru di input tersebut. Hasil input dan visualisasinya pada sistem adalah sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 6. Tampilan Informasi Kegempaan



Gambar 7. Tampilan Identify

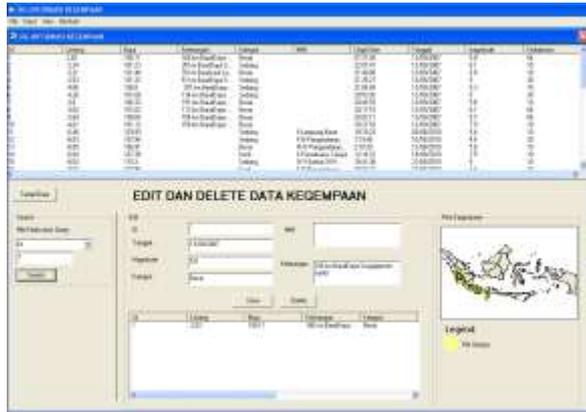


Gambar 8. Tambahan Data Gempa Baru dan Visualisasinya

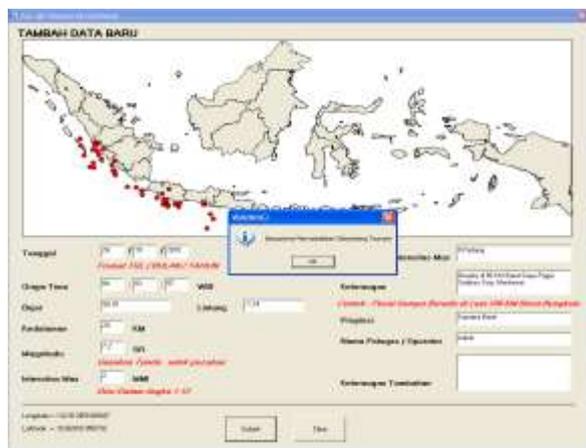
Pilihan pada sub Menu "Lihat Data" maka akan memunculkan form Lihat data seperti gambar diatas yang berfungsi untuk menampilkan dan memanipulasi data di dalam basisdata. Selanjutnya pilih tombol 'tampil data' untuk menampilkan data. Setelah data-data di dalam basisdata tampil, jika ingin melakukan update pada table dapat menggunakan tombol 'search'. Lakukan 'search' berdasarkan field yang ingin dipilih dan isi pada textbox yang disediakan. Setelah data yang dicari berhasil ditemukan, maka jika ingin melakukan update data, ubahlah record yang ada pada kolom edit yang telah disediakan lalu tekan tombol 'Save'. Maka data yang baru saja di ubah akan di update ke dalam basisdata. Jika ingin menghapus data, dapat menggunakan tombol 'Delete' (Gambar 9)

Pada saat melakukan input data kegempaan, aplikasi ini dapat menghitung potensi terjadinya Tsunami dengan ketentuan tertentu melalui *message box*. Ketentuan itu meliputi Magnitude(besaran kekuatan gempa dalam skala *Richter*) lebih besar dari

5.5 SR sampai dengan 9.0 SR, dan kedalaman antara 5 KM – 20 KM. Dengan Ketentuan tersebut maka dapat dibuat kesimpulan untuk pengambilan keputusan akan potensi terjadinya bencana Tsunami (Gambar 10)



Gambar 9. Tampilan Layar hasil Update Data



Gambar 10. Tampilan Layar Dengan Informasi Potensi Tsunami

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil implementasi sistem, dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. SIG yang dikembangkan dapat menampilkan informasi mengenai bagaimana gempa yang pernah dan sedang terjadi dengan parameter magnitudenya dalam bentuk visual sesuai kondisi yang ada.

2. SIG ini dirancang menggunakan basisdata sendiri dan memiliki kapasitas untuk melakukan pengolahan data spasial dan non-spasial untuk menghasilkan sebuah sistem peringatan dini tsunami. Sistem ini juga dapat mempermudah dan mempercepat penyampaian informasi kegempaan kepada masyarakat.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), 2010. Gempa Bumi. [Online]. Available [http://www.bmkg.go.id/BMKG\\_Pusat/Geofisika/gempabumi.bmkg](http://www.bmkg.go.id/BMKG_Pusat/Geofisika/gempabumi.bmkg)
2. Hamilton W.B. 1979. *Tectonic of Indonesian Region-USGS Numbered Series*. U.S. Govt. Print. Off.
3. Indonesia. State Ministry for National Planning Development Agency/BAPPENAS. 2005. *Preliminary damage and loss assessment-the December 26, 2004 natural disaster*. Jakarta: Government Printer.
4. Indonesia. Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral/ESDM. 2008, *Pengenalan Gempa Bumi*. [Online] [http://www.esdm.go.id/publikasi/lain-lain/doc\\_download/488-pengenalan-gempabumi.html](http://www.esdm.go.id/publikasi/lain-lain/doc_download/488-pengenalan-gempabumi.html) (last update 2008)
5. Kramer. S.L., 1996. *Geotechnical Earthquake Engineering*, Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
6. McLeod, Raymond. 2001. *Sistem Informasi Manajemen*. Jilid ke-1. Prehallindo, Jakarta.
7. United State Geological Survey (USGS). 2011. *Earthquake Hazard Program*. [Online] <http://earthquake.usgs.gov/> (last update March, 21, 2011).
8. O'Brien, James. A. 2005. *Introduction To Information Systems*, 12 Edition. Mc Graw-Hill, New York.
9. Paryono. 1994. *Sistem Informasi Geografis*, edisi pertama, Andi Office, Yogyakarta.
10. Turban, Efraim, Rainer, R.kelly Jr., Potter, Richard E. 2003. *Introduction to Information Technology*. 2nd Edition. John Wiley & sons, Inc., New York.
11. Villaverde. R. 2009, *Fundamental Concepts of Earthquake Engineering*, CRC Press-Taylor and Francis Group, Boca Raton, FL, USA.