IMPLEMENTASI LOGIKA *FUZZY* METODE SUGENO PADA PEMODELAN PENGOLAHAN DATA PETA DAERAH RAWAN BENCANA BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFI

(1.Studi Kasus wilayah Lembang, Kabupaten Bandung, Jawa Barat terhadap bencana erupsi Gunung Tangkuban Parahu)

M. Alliman[1], John Adler[2]

[1]*Sistem Komputer UNIKOM, Bandung,* [2]*Teknik Komputer UNIKOM, Bandung*

[1]Alliman.Muhammad@gmail.com, [2] john.adler@email.unikom.ac.id

Abstrak

Pola penanggulangan bencana sekarang ini sudah efektif di bagian tanggap darurat, tetapi penanggulangan bencana tidak hanya dibagian tanggap darurat. Masih ada bagian mitigasi atau sebelum terjadi bencana dan pasca terjadi bencana. Pola penanggulangan bencana kurang efektif karena tidak saling koordianasi antara masyarakat, pemerintah dan lembaga swadaya masyarakat yang bergerak di bidang kebencanaan. Prilaku masyarakat bagian terpenting dalam pola penanggulangan bencana bisa berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Memberikan bantuan kepada korban tanpa di menajemen selalu menjadi bencana susulan yang disebut dengan bencana sosial.

Pada penelitian ini membuat sistem pendukung keputusan penanganan bencana, menggunakan Logika Fuzzy metode Sugeno sebagai pendukung keputusan agar bisa memberikan pengetahuan kepada masyarakat mengenai mitigasi bencana seperti jalur evakuasi dan Assembly Point atau titik aman . Selain itu, sistem ini dapat membantu pemerintah dan relawan pada penanganan bencana seperti menentukan kebutuhan logistik (sandang, pangan dan papan) dan kebutuhan medis korban bencana ketika terjadi bencana.

Secara umum dapat disimpulkan bahwa aplikasi sistem informasi geografi bencana sudah dapat membantu dalam Pra-bencana seperti jalur evakuasi dan Assembly Point atau titik aman dan Penanganan bencana seperti kebutuhan logistik dan kebutuhan medis, dengan persentase bermanfaat sangat setuju 25%, setuju 50% dan cukup 20% setelah melakukan wawancara dan kuesioner kepada relawan-relawan yang sering terlibat di kebencanaan.

Kata kunci : Sistem Informasi Geografi Bencana, Logika *Fuzzy*.

1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan yang secara geografis terletak di daerah khatulistiwa, di antara Benua Asia dan Australia serta di antara Samudera Pasifik dan Hindia, berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama dunia. Ditinjau dari segi geologi, sebagian wilayah Indonesia adalah tempat pertemuan antara dua rangkaian jalur pegunungan muda dunia yaitu sirkum Pasifik dan sirkum Mediteran karena itu Indonesia merupakan wilayah teritorial yang sangat rawan terhadap bencana alam.
Susunan tanah di kepulauan Indonesia tidak terikat kuat pada poros bumi, dan oleh sebab itu bencana alam seperti gempa tektonik yang mungkin terjadi di sekitarnya tidak berpengaruh banyak karena goncangan bencana tersebut tersalur ke berbagai selat di antara pulau. Dengan demikian, susunan lapisan tanah yang tidak terlalu padat ini sangat berpotensi terhadap bencana, katakanlah seperti tanah longsor. Di samping itu, berbagai aktivitas yang dilakukan manusia dengan tidak mengindahkan aspek kelestarian alam dan lingkungan dapat mengakibatkan terjadinya banyak daerah rawan bencana seperti banjir,gempa bumi, tanah longsor dan erupsi gunung api.

Dalam kurun waktu sepuluh tahun 2004-2013 Indonesia dilanda oleh beragambencana besar dengan total kerugian mencapai Rp126,7 triliun. Kejadian bencana itu antara lain gempa bumi dan tsunami Aceh-Nias 2004, gempa bumi Yogyakarta dan Jawa Tengah 2006, gempa bumi Sumatera Barat 2007, banjir Jakarta 2007, gempabumi Bengkulu 2007, gempa bumi Sumatera Barat 2009, tsunami Mentawai 2010, banjir bandang Wasior 2010, erupsi Gunung Merapi 2010,lahar dingin Gunung Merapi 2011, serta banjir Jakarta pada akhir 2012 dan awal 2013 [1].

Tampaknya bencana akan terus menghampiri negeri ini, karena Indonesia memiliki geografis dan geologis yang potensial terkena bencana alam. Dari perkiraan para ahli, saat ini terdapat 20 gunung yang tersebar di beberapa wilayah tengah menunjukkan tanda-tanda keaktifannya, salah satunya Gunung Tangkuban Perahu yang jaraknya dekat dengan Kota Bandung, Kabupaten Subang, Kabupaten Bandung, Kabupaten Bandung Barat. Sejarah mencatat telah terjadi 20 letusan Gunung Tangkuban Perahu dan yang terakhir pada tahun 2013, erupsi gunung api merupakan bahaya alam yang tidak dapat dihindarkan keberadaan maupun kejadiannya

Sementara itu penanganan bencana di Indonesia cenderung kurang efektif. Hal ini disebabkan oleh berbagai hal, antara lain paradigma penanganan bencana yang parsial, sektoral dan kurang terpadu, yang masih memusatkan tanggapan pada upaya pemerintah, sebatas pemberian bantuan fisik, dan dilakukan hanya pada fase kedaruratan tidak sampai pada fase pemulihan terhadap bencana. Perubahan

pada sistem pemerintahan di Indonesia, yaitu pelaksanaan kebijakan otonomi daerah serta semakin terlibatnya organisasi non-pemerintah telah menimbulkan perubahan mendasar pada sistem penanganan bencana.

Kebijakan otonomi daerah ditujukan untuk memberdayakan pemerintah daerah dan mendekatkan serta mengoptimalkan pelayanan dasar kepada masyarakat, sekaligus mengelola sumber daya dan resiko bencana yang melekat pada kebijakan ini sering dipahami hanya sebagai keleluasaan untuk memanfaatkan sumberdaya tanpa dibarengi kesadaran untuk mengelola secara bertanggung jawab. Pelimpahan kewenangan dari pemerintah pusat kepada pemerintah daerah sering kali tidak diiringi dengan pengalihan tanggung jawab pelayanan dan perlindungan kepada masyarakat.

Akibatnya pada saat bahaya menjadi bencana, tanggapan daerah cenderung lambat dan seringkali mengharapkan tanggapan langsung dari pemerintah pusat. Keadaan ini menjadi semakin rumit apabila bencana tersebut meliputi lebih dari satu daerah, pada saat terjadi bencana kurangnya koordinasi antar tataran pemerintah menghambat pemberian tanggapan yang cepat, optimal dan efektif.

Implementasi Logika Fuzzy Dalam Pemodelan Pengelolahan Data Peta Daerah Rawan Bencana Berbasis Sistem Informasi Geografi, sebagai sistem pendukung keputusan penanganan bencana dengan cara komputerisasi memanfaatkan logika fuzzy sebagai pengambilan keputusan agar bisa memberikan tanggapan yang cepat, optimal dan efektif. Baik sebelum maupun ketika terjadinya bencana. Program pemodelan daerah rawan bencana dapat memberikan parameter/ukuran dalam penanganan bencana dan bimbingan dan arahan kepada masyarakat dalam melestarikan alam dan lingkungan sekitarnya. Misalnya saja, melindungi hutan dari penebangan liar, pelestarian sungai, menciptakan lingkungan yang sehat, nyaman dan aman. Selain itu, program pemodelan daerah rawan bencana juga dapat melakukan upaya antisipasi dan penyelamatan diri ketika bencana tiba.

2. TEORI PENUNJANG

2.1 Definisi Bencana

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, bencana mempunyai arti sesuatu yang menyebabkan atau menimbulkan kesusahan, kerugian atau penderitaan. Sedangkan bencana alam artinya adalah bencana yang disebabkan oleh alam [2].

Menurut Undang-Undang No.24 Tahun 2007, bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Bencana merupakan pertemuan dari tiga unsur, yaitu ancaman bencana, kerentanan, dan kemampuan yang dipicu oleh suatu kejadian [3].

Bencana alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh gejala-gejala alam yang dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan, kerugian materi, maupun korban manusia

2.2 Jenis Bencana

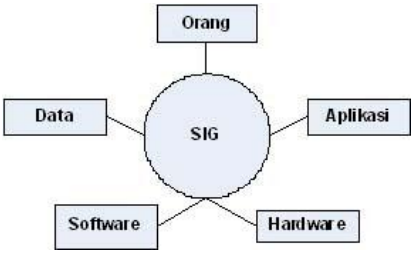
Jenis-jenis bencana menurut Undang-Undang No.24 Tahun 2007, antara lain:

1 Bencana alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan tanah longsor.
2 Bencana non alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau rangkaian peristiwa non alam yang antara lain berupa gagal teknologi, gagal modernisasi, epidemi dan wabah penyakit.
3 Bencana sosial adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang diakibatkan oleh manusia yang meliputi konflik sosial antarkelompok atau antarkomunitas masyarakat, dan teror (UU RI, 2007).

2.3 Sistem Informasi Geografis

Jenis-jenis bencana menurut Undang-Undang No.24 Tahun 2007, antara lain:

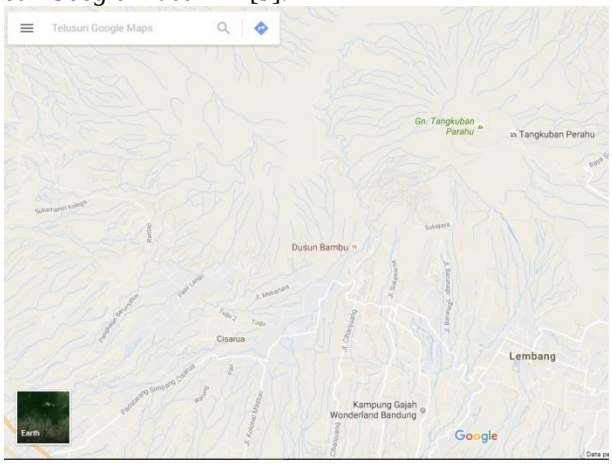
1 Bencana alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan tanah longsor.
2 Bencana non alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau rangkaian peristiwa non alam yang antara lain berupa gagal teknologi, gagal modernisasi, epidemi dan wabah penyakit.
3 Bencana sosial adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang diakibatkan oleh manusia yang meliputi konflik sosial antarkelompok atau antarkomunitas masyarakat, dan teror (UU RI, 2007).



Gambar 2.1 Komponen-komponen Sistem Informasi System

2.4 Google Maps API

API adalah kependekan dari *Application programming interface*. Dengan bahasa yang lebih sederhana, *API* adalah fungsi fungsi pemrograman yang disediakan oleh aplikasi atau layanan agar layananan tersebut bisa di integrasikan dengan aplikasi yang kita buat. Jadi *Google maps API* adalah fungsi fungsi pemrograman yang disediakan oleh *Google maps* agar *Google maps* bisa di integrasikan kedalam Web atau aplikasi yang sedang buat. Contoh sederhanya misalkan ingin membuat Sistem informasi Geografis Bencana, dengan memanfaatkan Google Maps API kita bisa membuat Sistem Informasi Geografi tanpa perlu memikirkan Peta daerah rawan bencana, pake Google maps dan memanggil fungsi fungsi yang dibutuhkan seperti menampilkan peta, menempatkan marker dan sabagainya. Google Maps API sendiri menyediakan fungsi yang sangat banyak, seperti *Google maps Javascript API v3*, *Google Maps API Webservice* dan *Google Place API* [9].



Gambar II.1 Tampilan Google Map Gunung Tangkuban Parahu

2.5 Logika Fuzzy

Pada tahun 1965, ketika Lotfi A. Zadeh mempublikasikan tulisannya "*Fuzzy Sets*" yang mendeskripsikan teori himpunan fuzzy dan perluasannya tentang logika fuzzy, konsep multivalue logic mulai disoroti secara luas. Pada awal-awal kemunculannya, logika fuzzy mendapatkan banyak kritikan. Bahkan meskipun telah ada ratusan aplikasi fuzzy yang cukup berhasil, beberapa ilmuwan masih meragukan konsep fuzzy.

Teori yang dikemukakan oleh Lotfi A. Zadeh mengusulkan adanya fungsi keanggotaan yang dioperasikan dengan bilangan real diantara nilai benar "1" dan salah "0". Lotfi A. Zadeh pula yang mempopulerkan aturan maksimum dan minimum yang diperoleh dari operasi himpunan fuzzy. Logika fuzzy dapat dianggap sebagai kotak hitam yang berhubungan antara ruang input menuju ruang output [4]. Kotak hitam tersebut berisi cara atau metode yang dapat digunakan untuk mengolah data input menjadi output dalam bentuk informasi yang baik.

Menurut Agus Naba, logika fuzzy adalah "Sebuah metodologi berhitung dengan variable kata-kata *(linguistic variable*) sebagai pengganti berhitung dengan bilangan. Kata-kata digunakan dalam logika fuzzy memang tidak sepresisi bilangan, namun kata-kata jauh lebih dekat dengan intuisi manusia [5]. Mengenai logika fuzzy pada dasarnya tidak semua keputusan dijelaskan dengan 0 atau 1, namun ada kondisi diantara keduanya yang disebut dengan fuzzy. Secara umum ada beberapa konsep sistem logika fuzzy, sebagai berikut dibawah ini:

1. Himpunan tegas yang merupakan nilai keanggotaan suatu item dalam suatu himpunan tertentu.
2. Himpunan fuzzy yang merupakan suatu himpunan yang digunakan untuk mengatasi kekakuan dari himpunan tegas.
3. Fungsi keanggotaan yang memiliki interval 0 sampai 1
4. Variabel linguistic yang merupakan suatu variabel yang memiliki nilai berupa kata-kata yang dinyatakan dalam bahasa alamiah dan bukan angka.
5. Operasi dasar himpunan fuzzy merupakan operasi untuk menggabungkan dan atau memodifikasi himpunan fuzzy.
6. Aturan (rule) if-then fuzzy merupakan suatu pernyataan if-then, dimana beberapa kata-kata dalam pernyataan tersebut ditentukan oleh fungsi keanggotaan.

Dalam proses pemanfaatan logika fuzzy, ada beberapa hal yang harus diperhatikan salah satunya adalah cara mengolah input menjadi output melalui sistem inferensi fuzzy. Metode inferensi fuzzy atau cara merumuskan pemetaan dari masukan yang diberikan kepada sebuah keluaran. Proses ini melibatkan fungsi keanggotaan, operasi logika, serta aturan IF-THEN. Hasil dari proses ini akan menghasilkan sebuah sistem yang disebut dengan FIS (Fuzzy Inferensi System). Dalam logika fuzzy tersedia beberapa jenis FIS diantaranya adalah Mamdani, Sugeno, dan Tsukamoto.

2.5.1 Sistem Pengambilan Keputusan

Konsep sistem pendukung keputusan diperlenalkan pertama kali oleh Michael S. Scoott Morton pada tahun 1970-an dengan istilah Management Decision System. SPK dirancang untuk mendukung seluruh tahap pengambilan keputusan mulai dari mengidentifikasi masalah, memilih data yang relevan, dan menentukan pendekatan yang digunakan dalam proses pengambilan keputusan, sampai mengevaluasi pemilihan alternatif.

2.5.2 Sistem Pendukung Keputusan

Sistem Pendukung Keputusan merupakan suatu sistem interaktif yang mendukung keputusan dalam proses pengambilan keputusan melalui alternatif – alternatif yang diperoleh dari hasil pengolahan data, informasi dan rancangan model. Sistem pendukung keputusan adalah system berbasis

komputer yang dibangun lewat sebuah proses adaptif dari pembelajaran, pola-pola penggunan dan evolusi sistem. Tahapan Sistem Pendukung Keputusan :

1. Definisi masalah
2. Pengumpulan data atau elemen informasi yang relevan
3. pengolahan data menjadi informasi baik dalam bentuk laporan grafik maupun tulisan
4. menentukan alternatif-alternatif solusi (bisa dalam persentase) Tujuan dari Sistem Pendukung Keputusan :
5. Membantu manajer menyelesaikan masalah semi-terstruktur
6. Mendukung manajer dalam mengambil keputusan
7. Meningkatkan efektifitas bukan efisiensi pengambilan keputusan Dalam pemrosesannya, SPK dapat menggunakan bantuan dari sistem lain seperti *Artificial Intelligence, Expert Systems, Fuzzy Logic.*

2.5.3 Tahap-tahap PengambilanKeputusan

Menurut Herbert A. Simon, tahap – tahap yang harus dilalui dalam proses pengambilan keputusan sebagai berikut :

1. Tahap Pemahaman (*Inteligence Phace*)
   Tahap ini merupakan proses penelusuran dan pendeteksian dari lingkup problematika serta proses pengenalan masalah. Data masukan diperoleh, diproses dan diuji dalam rangka mengidentifikasikan masalah.
2. Tahap Perancangan (*Design Phace*)
   Tahap ini merupakan proses pengembangan dan pencarian alternative tindakan / solusi yang dapat diambil. Tersebut merupakan representasi kejadian nyata yang disederhanakan, sehingga diperlukan proses validasi dan vertifikasi untuk mengetahui keakuratan model dalam meneliti masalah yang ada.
3. Tahap Pemilihan (*Choice Phace*)
   Tahap ini dilakukan pemilihan terhadap diantara berbagai alternatif solusi yang dimunculkan pada tahap perencanaan agar ditentukan / dengan memperhatikan kriteria – kriteria berdasarkan tujuan yang akan dicapai.
4. Tahap Impelementasi (*Implementation Phace*)
   Tahap ini dilakukan penerapan terhadap rancangan sistem yang telah dibuat pada tahap perancanagan serta pelaksanaan alternatif tindakan yang telah dipilih pada tahap pemilihan.

2.5.4 Jenis Keputusan

Keputusan – keputusan yang dibuat pada dasarnya dikelompokkan dalam 2 jenis, antara lain :

1. Keputusan Terprogram
   Keputusan ini bersifat berulang dan rutin, sedemikian hingga suatu prosedur pasti telah dibuat menanganinya sehingga keputusan tersebut tidak perlu diperlakukan de novo (sebagai sesuatu yang baru) tiap kali terjadi.
2. Keputusan Tak Terprogram
   Keputusan ini bersifat baru, tidak terstruktur dan jarang konsekuen. Tidak ada metode yang pasti untuk menangani masalah ini karena belum ada sebelumnya atau karena sifat dan struktur persisnya tak terlihat atau rumit atau karena begitu pentingnya sehingga memerlukan perlakuan yang sangat khusus

2.6 Microsoft Visual Studio

Visual Studio merupakan sebuah perangkat lunak yang mencakup kompiler, SDK *(Software Development Kit*) dan IDE *(Integrated Development Environment*) yang dikembangkan oleh Microsoft. Kompiler yang dimasukan ke dalam paket Visual Studio antara lain *Visual C++,Visual C#, Visual Basic, Visual basic .NET, Visual InterDev, Visual J++, Visual J#, Visual FoxPro, dan Visual SourceSafe.*

Microsoft Visual Studio dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi dalam *native code* (dalam bentuk *Microsoft Intermediate Language* di atas *.NET Framework*) selain itu, Visual studio juga dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi *Silverlight*, aplikasi *Windows Mobile.*

3. ANALISIS DAN PERANCANGAN SIS-TEM

3.1 Analisis

Analisis bertujuan untuk melakukan identifikasi suatu permasalahan yang terdapat pada suatu sistem serta uraian dari keseluruhan sistem yang akan dibangun. Analisis tersebut meliputi analisis masalah, analisis kebutuhan non fungsional, dan analisis kebutuhan fungsional.

3.1.1 Analisis Masalah

Beberapa permasalahan yang muncul dari sistem Pra-bencana dan Pananganan Bencana yang dilakukan oleh Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Jawa Barat atau Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten atau Kota, antara lain:

1. Masalah yang sering terjadi yaitu tidak adanya pengetahuan masyarakat mengenai mitigasi bencana atau Pra-bencana seperti titik assembly point atau titik aman suatu daerah dan jalur evakuasi menuju titik aman tersebut. Padahal masyarakat tersebut berada pada daerah rawan bencana, tidak adanya pengetahuan tersebut yang menyebabkan banyaknya korban jiwa ketika terjadi bencana
2. Terjadinya ketidakmeratanya bantuan logistik dan medis ketika penanganan bencana dikarenakan tidak melakukan

pendataan dan menajemen kebutuhan logistik dan kebutuhan medis terlebih dahulu ketika terjadi bencana. Hal ini dapat menyebabkan datang bencana susulan seperti bencana sosial terhadap korban

3.1.2 Analisis Kebutuhan Non Fungsional

Analisis kebutuhan non fungsional merupakan analisis yang menggambarkan kebutuhan luar sistem yang akan diperlukan untuk menjalankan aplikasi yang dibangun. Adapun kebutuhan non fungsional yang diperlukan untuk menjalankan Sistem Informasi Geografi Bencana adalah kebutuhan perangkat keras dan kebutuhan perangkat lunak serta kebutuhan pengguna.

3.1.2.1 Analisis Perangkat keras

Analisis perangkat keras bertujuan untuk memudahkan peroses perancangan dan implementasi dalam pembangunan perangkat lunak Sistem Informasi Geografi Bencana. Adapun kebutuhan minimum perangkat keras yang dibutuhkan untuk menjalankan aplikasi yang akan dibangun sebagai tabel berikut :

Tabel III.1 Kebutuhan Minimum Perangkat Keras

No	Perangkat Keras	Spesifikasi
1	Processor	Dual Core
2	Memory RAM	DDR3 2GB
3	VGA card atau Onboard	512 MB
4	Space Harddisk	10GB
5	Keyboard dan Mouse	Standard

Keterangan :

Kecepatan pada Processor dan RAM sangat dibutuhkan karena dalam pengolahan data berbasis Sistem Informasi Geografi Bencana memerlukan pemrosesan yang cepat.

3.1.2.2 Analisis Perangkat Lunak

Sistem Informasi Geografi Bencana yang dibangun membutuhkan perangkat lunak pendukung sehingga aplikasi tersebut dapat berjalan dengan baik. Adapun perangkat lunak minimum yang dibutuhkan untuk menjalankan aplikasi yang akan dibangun sebagai tabel berikut :

Tabel III.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

No	Perangkat Lunak	Keterangan
1	Sistem Operasi	Windows 7 64bit
2	Microsoft Visual Studio	Editor Program
3	XAMPP	Menajemen database PHPMyAdmin

Keterangan :

Kebutuhan perangkat lunak yang dibutuhkan untuk menjalankan aplikasi sisteem Informasi Geografi

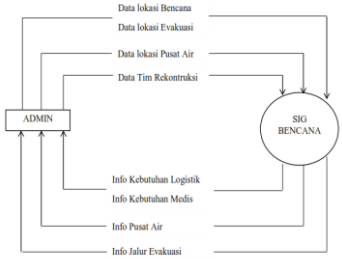
3.1.2.3 Analisis Pengguna

Pengguna untuk mengoperasikan Aplikasi Sistem Informasi Geografi Bencana adalah pegawai Badan Penanggulangan Bencana Daerah dan Relawan. Untuk melakukan penyuluhan kepada masyarakat mengenai mitigasi bencana dan untuk Penanganan bencana seperti tanggap darurat ketika terjadi bencana dengan membantu memberikan informasi kebutuhan logistik dan kebutuhan medis kepada korban bencana. Aplikasi Sistem Informasi Geografi ini hanya digunakan oleh Admin.

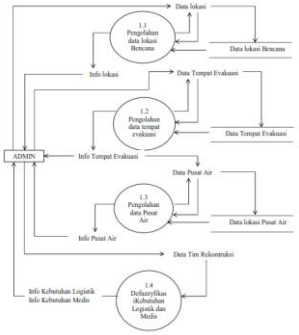
3.1.3 Analisis Kebutuhan Fungsional

Analisis kebutuhan fungsional merupakan gambaran proses-proses mengenai sistem yang berjalan pada Sistem Informasi Geografi Bencana.

3.1.3.1 *Data Flow Diagram* (DFD*)*

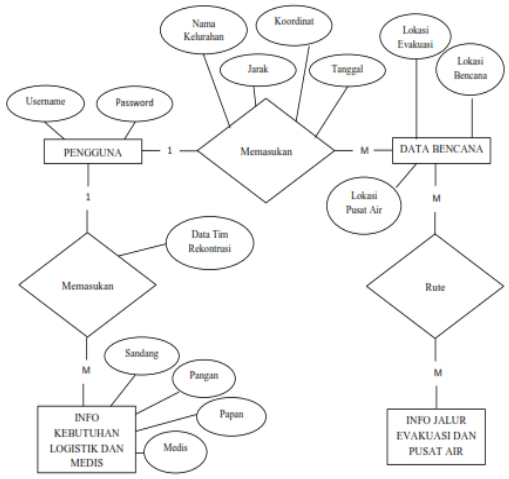


Gambar III.1 Context Diagram



Gambar III.2 Diagram Level 1

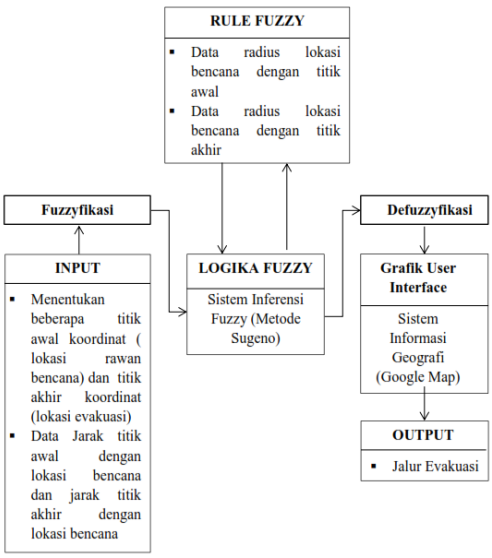
3.1.3.1 *Entity Relationship Diagram* (ERD)



Gambar III.3 Diagram ERD Sistem Informasi Geografi Bencana

3.2 Perancangan Sistem Pra-Bencana

Perancangan Sistem Penanganan Bencana merupakan Visualisasi cara kerja sistem secara keseluruhan untuk kebutuhan logistik dan kebutuhan medis dengan menggunakan logika *fuzzy* Metode *Sugeno*. Adapun diagram blok dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Pra-Bencana

3.1.4 Input

Adapun input dalam diagram blok sistem ini yaitu :

- Menentukan beberapa titik akhir sebagai tempat evakuasi ketika terjadi bencana khususnya bencana alam erupsi Gunung Tangkuban Perahu. Mencegah agar tidak terjadi penumpukan pada satu jalur ketika terjadi bencana (bottle neck).
- Menetukan jarak tempuh dan waktu tempuh menuju titik akhir sebagai tempat evakuasi.

3.1.5 Output

Adapun Output dalam Diagram Blok Sistem ini yaitu :

- Jalur Evakuasi berfungsi mengarahkan korban bencana alam gempa bumi ke titik evakuasi terdekat dari titik dia berada

.

3.1.6 Sistem Inferensi Fuzzy (Metode Sugeno)

Setelah fungsi keanggotaan untuk variabel masukan dan keluarannya ditentukan, basis aturan pengendalian dapat dikembangkan untuk menghubungkan aksi keluaran pengendali terhadap kondisi masukannya. Tahap ini disebut sebagai tahap inferensi, yakni bagian penentuan aturan dari sistem logika fuzzy. Sejumlah aturan dapat dibuat untuk menentukan aksi pengendali fuzzy

Penalaran dengan Metode Sugeno, outputnya (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985.

1. Model Fuzzy Sugeno Orde-Nol
   cara umum bentuk model fuzzy SUGENO Orde-Nol adalah :
   IF (x1 is A1) . (x2 is A2) . (x3 is A3) . ….. . (xn is An) THEN z = k
   dengan Ai adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai anteseden, dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.
2. Model Fuzzy Sugeno Orde-Satu
   Secara umum bentuk model fuzzy SUGENO Orde-Satu adalah :
   IF (x1 is A1) . …. . (xn is An) THEN z = p1 * x1 + … + pn * xn + q
   dengan Ai adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai anteseden, dan pi adalah suatu konstanta (tegas) ke-i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen.

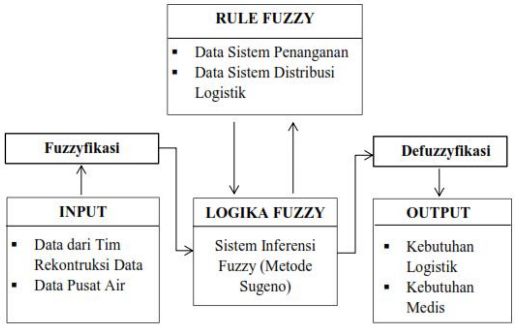
3.1.7 Rule / Aturan

Pembuatan aturan / rule dari variabel masukan yang telah ada. Nilai μ yang telah didapatkan dari tahap fuzzifikasi akan diterapkan dalam perhitungan aturan. Apabila aturan menggunakan “and” maka μ yang diambil adalah μ yang terkecil dari μ kedua variabel masukan dan sebaliknya apabila aturan menggunakan “or” maka μ yang diambil adalah μ yang terbesar dari μ kedua variable masukan Aturan :

1. If jarak radius lokasi bencana masuk ke titik awal (Desa lokasi bencana) and titik akhir (Desa lokasi evakuasi) then tidak ada jalur evakuasi

2. If jarak radius lokasi bencana masuk ke titik awal (Desa lokasi bencana) and titik akhir (Desa lokasi evakuasi) tidak masuk radius then ada jalur evakuasi

3.3 Perancangan Sistem Penanganan Bencana



Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem Penanganan Bencana

3.2.1 Input

Adapun input dalam diagram blok system ini yaitu

- Memasukan data dari tim Rekontruksi Data seperti
  - Jumlah Kepala Keluarga
  - Jumlah total pria di pengungsian, jumlah pria tidak terluka, terluka ringan, terluka berat dan korban jiwa
  - Jumlah total wanita di pengungsian, jumlah wanita tidak terluka, terluka ringan, terluka berat dan korban jiwa
  - Jumlah total balita laki-laki di pengungsian, jumlah balita laki-laki tidak terluka, terluka ringan, terluka berat dan korban jiwa
  - Jumlah total balita perempuan di pengungsian, jumlah balita perempuan tidak terluka, terluka ringan, terluka berat dan korban jiwa

- Memasukan data pusat air seperti lokasi terdekat dengan pusat air dan system penyaluran air ke lokasi yang terkena bencana alam.

3.2.2 Output

Adapun Output dalam diagram blok system ini yaitu :

- Kebutuhan Logistik untuk korban bencana alam seperti :
  Kebutuhan sandang, pangan dan papan
- Kebutuhan Medis untuk korban bencana alam seperti :
  Posko medis berdasarkan jumlah korban yang terluka dan kebutuhan tenaga ahli penangan pertama korban bencana alam

3.2.3 Sistem Inferensi Fuzzy (Metode Sugeno)

Setelah fungsi keanggotaan untuk variabel masukan dan keluarannya ditentukan, basis aturan pengendalian dapat dikembangkan untuk menghubungkan aksi keluaran pengendali terhadap kondisi masukannya. Tahap ini disebut sebagai tahap inferensi, yakni bagian penentuan aturan dari sistem logika fuzzy. Sejumlah aturan dapat dibuat untuk menentukan aksi pengendali fuzzy

Penalaran dengan Metode Sugeno, outputnya (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985.

1. Model Fuzzy Sugeno Orde-Nol
   cara umum bentuk model fuzzy SUGENO Orde-Nol adalah :
   IF (x1 is A1) . (x2 is A2) . (x3 is A3) . ….. . (xn is An) THEN z = k
   dengan Ai adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai anteseden, dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.
2. Model Fuzzy Sugeno Orde-Satu
   Secara umum bentuk model fuzzy SUGENO Orde-Satu adalah :
   IF (x1 is A1) . …. . (xn is An) THEN z = p1 * x1 + … + pn * xn + q
   dengan Ai adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai anteseden, dan pi adalah suatu konstanta (tegas) ke-i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen.

3.2.4 Rule / Aturan

Pembuatan aturan / rule dari variabel masukan yang telah ada. Nilai μ yang telah didapatkan dari tahap fuzzifikasi akan diterapkan dalam perhitungan aturan. Apabila aturan menggunakan “and” maka μ yang diambil adalah μ yang terkecil dari μ kedua variabel masukan dan sebaliknya apabila aturan menggunakan “or” maka μ yang diambil adalah μ yang terbesar dari μ kedua variable masukan

Aturan Kebutuhan Logistik :

1. If Jumlah Pria yang selamat and Jumlah wanita yang selamat then kebutuhan logistik berdasarkan jumlah yang selamat
2. If Jumlah balita laki-laki yang selamat and Jumlah balita perempuan yang selamat then kebutuhan logistik untuk balita berdasarkan jumlah yang selamat

Aturan Kebutuhan Medis :

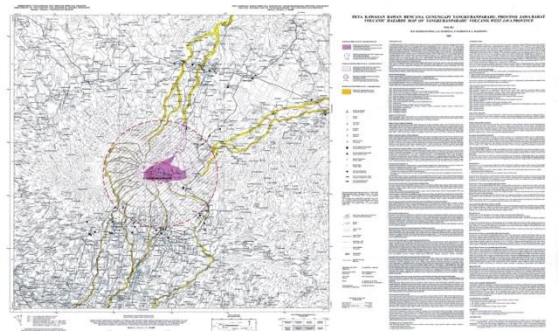
1. If pria tidak terluka and wanita tidak terluka then tidak ada kebutuhan medis
2. If pria terluka and wanita terluka then ada kebutuhan medis berdasarkan jumlah total yang terluka terdiri dari 1 posko medis (200 yang terluka)

4. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab ini menjelaskan tentang pengujian dan analisis dari istem Pendukung Keputusan Pra-Bencana (Jalur evakuasi) dan Penanganan Bencana (Titik Pusat Air dan Kebutuhan Logistik dan KebutuhanMedis) menggunakan *Fuzzy Inference System* Metode *Sugeno*. Proses pengujian dibagi menjadi dua jenis yaitu pengujian *Alpha* dan pengujian *Beta*. Pengujian *Alpha* merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui seberapa baik dan benar sistem yang dijalankan. Pada pengujian *Alpha* percobaan yang dilakukan pada pengujian kualitas sistem pendukung keputusan yang dijalankan. Selain pengujian *Alpha*, terdapat pula pengujian *Beta*. Pengujian *Beta* merupakan pengujian yang dilakukan langsung dilapangan dengan wawancara dan mengisi kuesioner.

4.1 Pengumpulan Data dan Hasil Pengolahan Data Peta

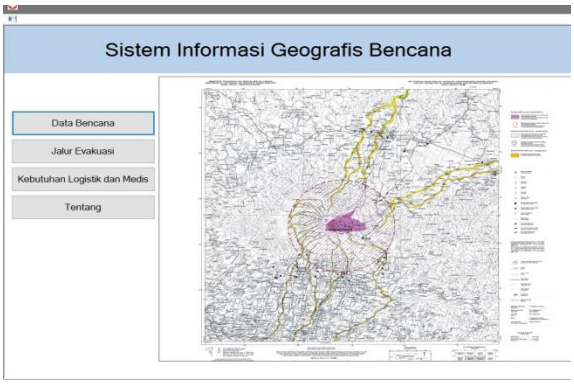
Seperti yang disebut sebelumnya data ini diperoleh dari pengolahan Data Peta Kawasan Rawan Bencana Gunung Tangkuban Parahu, Provinsi Jawa Barat yang dikeluarkan oleh Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi.



Gambar IV.1 Data Peta Kawasan Rawan Bencana Gunung Tangkuban Parahu, Provinsi Jawa Barat

4.2 Implementasi Aplikasi

.



Gambar IV.2 Tampilan Antarmuka (User Interface) Aplikasi

4.3 Pengujian *Alpha*

Sebuah program diterapkan di instansi, maka program harus bebas dari kesalahan-kesalahan atau error. Oleh karena itu, program harus diuji coba terlebih dahulu untuk menemukan kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi, pengujian ini menggunakan metode pengujian *black box*. Pengujian *black box* berfokus persyaratan fungsional perangkat lunak. Pengujian ini berusaha menemukan kesalahan antara lain :

1. Fungsi-fungsi yang tidak benar atau hilang
2. Kesalahan *interface*
3. Kesalahan dalam struktur data
4. Kesalahan kinerja

4.3.1 Rencana Pengujian

Rencana pengujian yang akan dilakukan dengan menguji sistem secara *Alpha*. Rencana pengujian selanjutnya terlihat pada tabel dibawah ini:

Tabel IV.1 Rencana Pengujian

Menu yang diuji	Detail pengujian	Jenis uji
Login	*Login* sebagai Admin	*Black box*
Data Bencana	Lokasi Bencana, Tambah dan Delete	*Black box*
	Lokasi Eakuasi, Tambah dan Delete	*Black box*
	Lokasi Pusat Air, Tambah dan Delete	*Black box*
Jalur Evakuasi	Radius, Cari rute, Clearatauhapus	*Black box*
Kebutuhan Logistik dan Medis	Pusat Air, Cari rute,	*Black box*
	Input Data Penduduk,	*Black box*
	Input Data Medis	*Black box*
	Kebutuhan Logistik dan Medis, Save dan History	*Black box*

Keterangan :

Menggunakan metode pengujian Black box pada rencana pengujian aplikasi.

4.4 Pengujian *Beta*

Pengujian *Beta* merupakan pengujian yang dilakukan secara objektif dimana diuji secara langsung kelapangan yaitu dengan wawancara dan kuesioner kepada pengguna aplikasi dan mencoba aplikasi dalam hal ini adalah seorang relawan yang sudah pernah ikut langsung di kebencanaan. (Form Wawancara dan Kuesioner terlampir)

4.4.1 Wawancara

1. Pertanyaan : *"Sudah berapa kali anda menjadi relawan kebencanaan dan kebencaan apa saja itu ?"*
   Jawab : " Sudah 7 kali, pertama pada tahun 2000 bencana gempa Bengkulu. Kedua pada tahun 2002 letusan Gunung

Papandayan, ketiga pada tahun 2004 stunami Aceh keempat 2005 gempa Jogyakarta kelima pada gempa Jawa Barat keenam pada tahun 2009 gempa padang dan yang baru-baru sekarang banjir Subang yang sekarang masih berlangsung, *Alhamdulillah* saya di tunjuk sebagai Koordinator Perencanaan Pendampingan Banjir Subang oleh Badan SAR FK-KBPA-BR (Forum Komunikasi Keluarga Besar Pecinta Alam Bandung Raya) ”

2. Pertanyaan : *“Menurut anda, Bagaimana Penanggulangan bencana di Indonesia . Apakah sudah baik ?”*
   Jawab : “Dari penanganan bencana sudah cukup, tetapi masih banyak yang kurang. Berbicara bencana sangatlah *compleks*, bencana bukan hanya penanganan saja, ada juga pra dan pasca yang masih kurang di kita sekarang (Indonesia) yaitu Pra bencana dimana sangat kurang sekali penyuluhan mengenai bencana terutama pada daerah yang rawan terkena dampak bencana. Mengenai pasca bencana ini masih kurang efektif dan efesien dalam penyaluran sumbanganataubantuan kebencanaan dimana sangat sering terjadi bencana susulan seperti bencana sosial. Dimana ini merupakan bencana yang paling berbahaya terhadap masyarakat. Contohnya, terjadi korupsi sumbanganatau bantuan sampai ke tingkat RT dan kecemburuan sosial antar sesama korban bencana mengenai dana sumbanganataubantuan.”
3. Pertanyaan : *“Menurut anda, Apakah langkah efesien dan efektif untuk Penanggulangan bencana di Indonesia ?”*
   Jawab : “Langkah yang sangat penting yaitu dengan cara memberikan pengetahuan kepada masyarakat mengenai bencana. Dimana nantinya masyarakat akan bisa menjadi mandiri ketika terjadi bencana.”
4. Pertanyaan *: “Menurut anda, Apakah aplikasi ini bisa menjadi efisien dan efektif di kebencanaan ?”*
   Jawab : “Melihat dari fitur yang ada pada aplikasi sudah membantu.”
5. Pertanyaan *: “Menurut anda, Apakah aplikasi ini dapat membantu sebagai pendukung keputusan kebencanaan”*
   Jawab : Bisa saja karena sudah membantu dalam memproses data dan memberikan informasi.
6. Pertanyaan : *“Menurut anda, Apakah fungsional aplikasi ini memenuhi kebutuhan ?”*
   Jawab : “Sudah cukup”
7. Pertanyaan *: “Menurut anda, Apakah aplikasi ini mudah digunakan ?”*
   Jawab : “Aplikasi ini mudah digunakan, dimana tidak perlu mempunyai kemampuan khusus (ahli) dalam menggunakannya.”
8. Pertanyaan : *“Menurut anda, Apakah aplikasi ini bermanfaat ?”*
   Jawab : Aplikasi sangat membantu dalam memproses data yang nantinya menjadi informasi untuk pendukung keputusan ketika di lapangan.”

4.4.2 Kuesioner

Kuesioner ini terdiri dari 7 pertanyaan dengan 5 alternatif jawaban seperti Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Cukup (C), Kurang Setuju (KS) dan Tidak Setuju (KS)

Adapun ketentuan skala untuk setiap pertanyaan adalah sebagai berikut :

No	Daftar Pertanyaan	Alternatif Jawaban				
		SS	S	C	KS	TS
1	Penanggulangan bencana di Indonesia sudah baik					
2	Prilaku masyarakat Indonesia menjadi salah satu faktor kurang baiknya penanggulangan bencana di Indonesia					
3	Aplikasi Sistem Informasi Geografi Bencana ini bisa menjadi efisien dan efektif di kebencanaan					
4	Aplikasi Sistem Informasi Geografi Bencana ini dapat membantu sebagai pendukung keputusan kebencanaan					
5	Fungsional aplikasi Sistem Informasi Geografi Bencana ini memenuhi kebutuhan kebencanaan					
6	Aplikasi Sistem Informasi Geografi Bencana ini mudah digunakan					
7	Aplikasi Sistem Informasi Geografi Bencana ini bermanfaat					

4.4.3 Kesimpulan Hasil Pengujian *Beta*

Dari hasil Pengujian *Beta* yang dilakukan yaitu dengan mewawancara dan kuesioner dengan responden (relawan) yang sering terlibat pada kebencanaan,dengan persentase bermanfaat sangat setuju 25%, setuju 50% dan cukup 20%. Maka dapat disimpulkan bahwa Aplikasi Sistem Informasi Geografi Bencana bisa membantu dalam hal Pra Bencana dan Penanganan Bencana.

4.5 Analisa

Setelah dilakukan pengujian dengan metode *Alpha (Pengujian terhadap aplikasi)* dan *Beta (Pengujian terhadap pengguna dengan cara wawancara dan kuesioner)*. Perlu melakukan analisa terhadap kekurangan dan kelebihan sistem untuk kemajuan sistem kedepannya. Selama pengujian terhadap sistem ada satu kondisi dimana membutuhan bantuan aplikasi google map untuk pengambilan titik koordianat lokasi bencana, lokasi evakuasi dan lokasi pusat air yang nantinya dimasukan sebagai input dalam aplikasi. Pada bagian kebutuhan logistik dan medis ada kekurangan keterangan pada bagian keluaran atau outputnya

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapat setelah melakukan penelitian adalah :

1. Aplikasi Sistem Informasi Geografi Bencana sudah dapat membantu dalam Pra-bencana seperti jalur evakuasi dan *Assembly Point* atau titik aman dengan memasukan data lokasi bencana, lokasi evakuasi dan lokasi pusat air berupa nama kelurahan, titik koordinat, tanggal dan jarak dari Gunung Tankuban Parahu. Agar pada menu jalur evakuasi bisa memilih dan mencarikan rute dari DesaatauKelurahan yang termasuk area rawan bencana menuju DesaatauKelurahan yang menjadi *assembly point* atau titik evakuasi. Pada penanganan bencana seperti kebutuhan logistik (Kebutuhan Sandang, Pangan dan Papan) dan kebutuhan medis didapatkan dari memasukan data dari Tim Rekontrusi data seperti pada tabel 4.4 dan tabel 4.5
2. Pengolahan peta daerah rawan bencana bisa menjadi data, dalam membantu dalam Pra-bencana. Seperti radius aman 10 KM dari area Gunung Tangkuban Parahu ketika terjadi bencana.
3. Logika *Fuzzy* bisa diterapkan dalam sistem kebencanaan sebagai pendukung keputusan pada bagian Pra-bencana untuk menentukan lokasi daerah rawan bencana yang termasuk dalam radius erupsi Gunung Tangkuban Parahu dan lokasi evakuasi yang tidak termasuk dalam radius erupsi Gunung Tangkuban Parahu. Pada bagian Penanganan Bencana untuk memproses data dan memberikan informasi Kebutuhan Logistik dan Medis pada korban bencana ketika terjadi bencana erupsi Gunung Tangkuban Perahu.

5.2 Saran

Adapun Saran yang dapat dikemukakan agar menjadi bahan perbaikan sistem kedepan adalah sebagai berikut :

1. Penambahan fitur jenis kebencanaan pada aplikasi, karena beda jenis bencana beda dalam penanganan.
2. Penambahan fitur pilih menu pangan pada bagian input agar output kebutuhan pangan logistik sesuai dengan menu yang di pilih.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2014). *Rencana Nasional Penanggulan Bencana 2015 - 2019.* Jakarta. Renas PB.

[2] Depdiknas. (2007). *Kamus Besar Bahasa Indonesia Edisi Ketiga.* Jakarta. Balai Pustaka.

[3] Indonesia, P. R. (2007). *Undang Undang Republik Indonesia No. 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana.* Jakarta. Sekretariat Negara.

[4] Kusumadewi, S. (2003). *Artificial Intelligence.* Yogyakarta. Graha Ilmu.

[5] Naba, A. (2009). *Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan.* Yogyakarta: Andi Offset.

[6] Prahasta, E. (2002). *Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografis.* Bandung: Informatika.

[7] Badan Penanggulan Bencana Daerah. (2014). *Dokumen Rencana Kontinjensi Erupsi Gunung Api Tangjuban Parahu.* Bandung Barat: BPBD. Kab, Bandung Barat.

[8] RI, K. K. (2012). *Pedoman Kegiatan Gizi dalam Penanggulanagan Bencana.* Jakarta. Direktorat Jenderal Bina Gizi dan Kesehatan Ibu dan Anak.

[9] Putra, C.A (2012, 27 September). *Pengantar Google Maps API.* Diakses: 23, Agustus 2016, Tersedia: www.Candra.web.id. http:atauatauwww.candra.web.idataupengantar-google-maps-apiatau

[10] Fadli, M. (2011, 11 Desember). *Sistem Terstruktur DFD dan ERD*. Diakses: 23, Agustus 2016, Tersedia: www.privateorpublish.blogspot.co.id. http:atauatauprivateorpublish.blogspot.co.idatau2011atau12atausistem-terstruktur-dfd-dan-erd.html