

**APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS
UNTUK MITIGASI BENCANA LETUSAN GUNUNG KELUD
(STUDI KASUS : KAWASAN KELUD)**



Diajukan untuk memenuhi persyaratan
Dalam mencapai gelar sarjana SI Teknik Geodesi

Disusun Oleh : DANIK SETIOWATI
Nim : 0325005

JURUSAN TEKNIK GEODESI SI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

2009

**APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK
MITIGASI BENCANA LETUSAN GUNUNG KELUD
STUDI KASUS : (KAWASAN KELUD)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Mencapai gelar Sarjana S1
Teknik Geodesi**

Oleh :

DANIK SETIOWATI

0325005

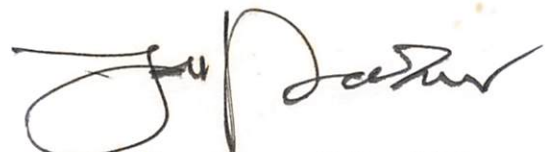
Menyetujui

Dosen Pembimbing I



(Ir. Agus Darpono, MT)

Dosen Pembimbing II



(Ir. Pradono Joanes D. Deo, Msi)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Geodesi





(Ir. Herry Purwanto Msc)

LEMBAR PERSETUJUAN

Dipertahankan di depan Panitia Penguji Tugas Akhir Jurusan Teknik Geodesi ,
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan , Institut Teknologi Nasional Malang dan
diterima untuk memenuhi sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana S-1
Teknik Geodesi.

Pada hari / tanggal : Rabu, 01 April 2009

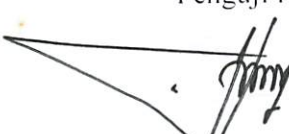

Ketua Panitia

(Ir. A. Agus Santoso, MT)
Dekan F.T.S.P


Panitia Ujian Tugas Akhir

Sekretaris


(Ir. Herry Purwanto, ST.Msc)
Ketua Jurusan Teknik Geodesi

Anggota Penguji

Penguji I

(Ir.Herry Purwanto, ST.Msc)

Penguji II

(Ir.Muhammad Nurhadi, MT)

Penguji III


(Silverter Sari Sai ST.MT)

KATA PENGANTAR

Ucapan syukur Alhamdulillah tak henti – hentinya saya panjatkan atas berkat rahmat Tuhan Yang Maha Esa, akhirnya penyusun dapat menyelesaikan seluruh kegiatan penelitian dan laporan Tugas akhir ini, terutama disaat segala sesuatu yang tak mungkin menjadi mungkin untuk terjadi, yang mana dalam hal ini pelaksanaannya dimulai dari survey lapangan , penelitian dilapangan, proses pengerjaan hingga akhirnya laporan Tugas akhir ini dapat diselesaikan. Tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana S- Teknik Geodesi di Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam hal ini tidak lupa penulis mengucapkan rasa terima kasih atas doa bapak dan ibu terkasih yang tak pernah putus dalam mendoakan putra – putrinya dan selalu menyertaiku disetiap langkah dan kehidupanku.

Dengan terselesainya laporan Tugas akhir ini, penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak. Ir. Herry Purwanto Msc, Selaku Ketua jurusan Teknik Geodesi S.1
2. Bapak Silvester Sari Sai MT, Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Geodesi S.1.
3. Bapak Ir. Agus Santoso MT, Selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Dan perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak. Ir. Agus Darpono, Selaku Dosen Pembimbing I Tugas akhir ini.
5. Bapak Ir. Pradono Joanes D. Deo, Selaku Dosen Pembimbing II Tugas akhir ini.

6. Bapak Chairul, Selaku Direktur Utama Kantor Vulkanologi Dan Mitigasi Bencana Geologi RI.
7. Teman – teman angkatan 2003 yang sudah membantu saya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
8. Teman SpesialKu Meggy Thanks atas pinjaman komputernya sampai tugas Akhir ini kelar.
9. Ucapan Terima Kasih yang sebesar – besarnya pada Mbob yang sudah bantuin aku dalam penyelesaian Tugas Akhirku ini.

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa Tugas akhir ini banyak kekurangan maka penyusun mengharapkan saran maupun kritik dari semua pihak yang bersifat membangun guna kesempurnaan tugas akhir ini.

Akhir kata, semoga Tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya, serta bagi penulis pada khususnya.

Malang, April 2009

DANIK SETIOWATI

Penyusun

DAFTAR ISI

Lembar Judul.....	i
Lembar Persetujuan.....	ii
Lembar Pengesahan.....	iii
Kata Pengantar.....	iv
Lembar Persembahan.....	v
Daftar isi.....	vi
Daftar Gambar.....	vii
Daftar Tabel.....	ix
BAB I : PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Faedah Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Tinjauan Pustaka.....	4
BAB II : LANDASAN TEORI	
2.1 Mitigasi Bencana	5
2.1.1 Terjadinya Gunung api.....	5
2.1.2 Bahaya Gunungapi.....	5
2.1.3 Daerah Bahaya.....	6
2.1.4 Daerah Waspada.....	6
2.1.5 Bahaya Letusan Gunung Berapi.....	6
2.1.6 Tanda Bahaya Gunung Berapi.....	7
2.1.7 Material –material letusan	7

2.1.8	Kriteria – kriteria daerah rawan bencana gunung kelud	8
2.1.9	Penyiapan lokasi aman untuk tempat pengungsian	10
2.2	Sistem Informasi Geografis.....	10
2.2.1.	Sub sistem-Sub sistem SIG	12
2.2.2.	Komponen SIG.....	14
2.2.3.	Jenis data dalam SIG.....	16
2.2.4.	Tahapan Pembangunan SIG	16
1.	Rektifikasi.....	17
2.	Digitasi.....	19
3.	Pembuatan Topologi.....	19
4.	Editing.....	20
5.	Pembuatan Tabular.....	20
6.	Analisa Tabular.....	20
7.	Overlay.....	20
2.2.5.	Pengolahan Data Dengan SIG.....	20
a.	<i>Reclassify</i>	20.
b.	<i>Network</i>	21
c.	<i>Overlay</i>	21
d.	<i>Buffering</i>	22
2.2.6	Keluaran Data.....	23

BAB III PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1	Bahan dan alat penelitian.....	24
3.1.1	Bahan Penelitian	24
3.1.2	Alat Penelitian	24
3.2	Langkah-Langkah Studi.....	26

3.2.1	Persiapan data.....	27
3.2.2	Rektifikasi.....	27
3.2.3	Digitasi.....	28
3.2.4	Topologi.....	30
3.2.5	Konversi data spasial dalam format cad kedalam format shapefile.....	34
3.2.6	Penggabungan Data Spasial dan Data Atribut.....	37
3.2.7	Proses data.....	39
3.2.8	Analisa daerah rawan, penentuan arah pengungsian dan daerah pengungsian	45

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1	Wilayah Studi.....	50
4.2	Analisa daerah rawan bencana.....	50
4.3	Analisa lokasi pengungsian.....	51
4.4	Analisa penentuan jalur mitigasi bencana (arah pengungsian	53

BAB PENUTUP

5.1	Kesimpulan.....	54
5.2	Saran.....
	55

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

Daftar Gambar

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Uraian – uraian Sub sistem SIG.....	14
Gambar 2.2 Komponen SIG.....	15
Gambar 2.3 Layer ,Tabel dan Basis data SIG.....	23
Gambar 3.1 Jendela bidang gambar AutoCad yang digunakan untuk proses Rektifikasi.....	27
Gambar 3.2 Jendela bidang gambar AutoCad Map yang digunakan sebagai wahana penggambaran garis dan teks.....	29
Gambar 3.3 Jendela bidang gambar AutoCad yang digunakan sebagai wahana penggambaran lingkaran, titik dan teks.....	30
Gambar 3.4 Jendela <i>create polygon topology – select topology</i>	31
Gambar 3.5 Jendela <i>create polygon topology – select link</i>	32
Gambar 3.6 Jendela <i>create polygon topology – select node</i>	32
Gambar 3.7 Jendela <i>create polygon topology select- centroids</i>	33
Gambar 3.8 Jendela <i>create polygon topology – create centeroids</i>	33
Gambar 3.9 Jendela <i>create polygon topology – set error markers</i>	34
Gambar 3.10 Jendela export location.....	35
Gambar 3.11 Jendela export data polygon.....	35
Gambar 3.12 Jendela export data text.....	36
Gambar 3.13 Data spasial polygon pemukiman.....	37
Gambar 3.14 Data spasial point dengan atribut pemukiman.....	38
Gambar 3.15 Jendela Add join.....	38
Gambar3.16Data spasial polygon pemukiman yang sudah mempunyai atribut.....	39
Gambar 3.17 Jendela <i>buffer</i>	40
Gambar 3.18 Jendela <i>union</i>	40
Gambar 3.19 Jendela <i>Attributes table</i>	41
Gambar 3.20 Pemilihan <i>fungsi add field</i> pada jendela atribut.....	41

Gambar 3.21 Jendela <i>Add Field</i>	42
Gambar 3.22 Jendela atribut yang telah ditambahkan kolom kawasan.....	42
Gambar 3.23 Jendela Query atribut.....	43
Gambar 3.24 Pemilihan fungsi <i>calculation</i>	43
Gambar 3.25 Pemberian nilai pada baris atribut.....	44
Gambar 3.26 Tampilan peta mitigasi bencana menggunakan ArcGis 9.2.....	44
Gambar 3.27 Hasil analisa arah pengungsian.....	49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Gunung Kelud merupakan sebuah gunung berapi strato aktif tipe A yang mempunyai ketinggian 1,731 meter diatas permukaan laut atau sekitar 1,650 meter diatas permukiman padat penduduk yang dipuncaknya terdapat danau kawah pada ketinggian 1113,9 meter diatas permukaan laut. Gunung kelud terletak di perbatasan 3 wilayah administratif yaitu kabupaten Kediri, Blitar dan Malang propinsi Jawa Timur.

Sepanjang sejarah Gunung Kelud telah meletus lebih dari 30 kali. Letusan yang tercatat mulai tahun 1000 hingga tahun 2007 lalu. Letusan terakhir tahun 2007 lalu , gunung kelud membentuk kubah di danau kawah dengan ketinggian 200 meter.

Jika tekanan di dalam tubuh Gunung Kelud terus bertambah karena naiknya magma menuju ke permukaan sedangkan hembusan asap tidak dapat menyeimbangkan tekanan di dalam tubuh Gunung Kelud, akan terjadi akumulasi tekanan semakin membesar yang kemungkinan akan terjadi letusan. Dengan situasi dan kondisi tersebut sangatlah penting adanya informasi guna melakukan pencegahan bencana besar yang akan mengancam banyak jiwa dan juga kerugian material, dengan pembuatan informasi untuk mitigasi bencana dapat dijadikan informasi penting dalam penanganan bencana jika bencana letusan itu terjadi. Bentuk dari informasi ini berupa peta mitigasi bencana gunung kelud sebagai petunjuk tingkat kerawanan bencana suatu daerah apabila

terjadi letusan meliputi daerah rawan bencana, jalur atau arah penyelamatan diri dan lokasi pengungsian.

Seiring dengan berkembangnya teknologi komputer yang mampu menampilkan gambar maupun grafik serta menangani basis data, maka dikembangkan suatu sistem yang berbasis komputer untuk berbagai tujuan salah satunya adalah untuk menyajikan peta mitigasi bencana dalam bentuk peta yang bisa bermanfaat untuk mengidentifikasi daerah – daerah mana saja yang sepatutnya rawan terhadap bencana letusan gunung kelud juga daerah – daerah mana saja yang dikatakan aman sebagai tempat pengungsian dan arah penyelamatan diri agar tidak memotong aliran sungai – sungai besar yang sangat berpotensi sebagai media transportasi lahar hujan dan lahar letusan dan kemungkinan terjadi penyimpangan atau luapan. Sistem tersebut kita kenal dengan sistem informasi geografis (SIG). Kemampuan SIG adalah dapat mengumpulkan, menyimpan, memanipulasi, menampilkan dan menganalisa data spasial dan non spasial dari fenomena geografis suatu wilayah.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan peta mitigasi bencana untuk letusan gunung kelud, meliputi daerah – daerah mana saja yang rawan bencana, daerah aman sebagai tempat pengungsian serta arah jalan aman menuju tempat pengungsian sehingga dapat dijadikan referensi untuk peringatan dini terhadap ancaman bahaya letusan gunung kelud, sehingga memudahkan pihak penanggulangan bencana dalam kegiatan evakuasi.

1.3 Faedah Penelitian

- 1.3.1 Hasil penelitian ini bermanfaat bagi masyarakat sekitar kawasan gunung kelud pada umumnya , khususnya instansi – instansi terkait apabila hasil penelitian ini dapat dipakai sebagai pembandingan atau bahkan acuan untuk mitigasi bencana.
- 1.3.2 Agar masyarakat sekitar gunung kelud dapat mengantisipasi sejak dini akan daerah – daerah yang rawan terhadap bencana letusan gunung kelud, hal ini dimaksudkan supaya dapat menekan terjadinya korban jiwa maupun korban material sebagai dampak dari letusan gunung kelud.

1.4 Batasan Masalah

Dari penelitian ini permasalahan dibatasi pada :

- a. Wilayah penelitian terletak di 3 Kabupaten yaitu : Kabupaten Kediri, Kabupaten Blitar dan Kabupaten malang
- b. Objek penelitiannya ialah daerah rawan bencana letusan gunung kelud radius 20 Km dari pusat kawah.
- c. Parameter yang akan diteliti yaitu penentuan daerah aman sebagai lokasi pengungsian serta arah atau jalur aman (bisa berupa jalan aspal atau desa) yang dilalui menuju tempat pengungsian dari jalur yang telah ada ketika akan terjadi letusan Gunung Kelud.

1.5 Tinjauan Pustaka

(Aronoff, 1993) mendefinisikan sistem informasi geografis adalah sistem berbasis komputer yang digunakan untuk membangun, menyimpan, memanipulasi dan menampilkan informasi dengan bereferensi geografis. Sedangkan (Handoyo, 1997) mengatakan bahwa persyaratan pokok untuk data sumber adalah diketahui variabel- variabel lokasi. Setiap variabel yang dapat dilokasikan secara spasial dapat dimasukkan kedalam SIG.

Gunung api adalah tempat keluarnya magma ke permukaan bumi membentuk suatu kerucut raksasa, dibagian atasnya seperti terpancung dan bila didatangi ke puncak biasanya terdapat sesuatu yang berbentuk kubah atau bukit atau sebuah lubang besar yang disebut kawah dan kadang-kadang kawah itu terisi air membentuk suatu danau (Wasono, 2007).

Mitigasi bencana adalah satu istilah kolektif yang digunakan untuk mencakup semua aktifitas yang dilakukan untuk mengantisipasi munculnya suatu potensi kejadian yang mengakibatkan kerusakan, termasuk kesiapan dan tindakan – tindakan pengurangan resiko jangka panjang. (Coburn, 1994).

BAB II

Landasan Teori

2.1 Mitigasi Bencana

Adalah suatu istilah kolektif yang digunakan untuk mencakup semua aktifitas yang dilakukan untuk mengantisipasi munculnya suatu potensi kejadian yang mengakibatkan kerusakan, termasuk kesiapan dan tindakan – tindakan pengurangan resiko jangka panjang.

2.1.1 Terjadinya Gunung api

Gunung api adalah tempat keluarnya magma ke permukaan bumi membentuk suatu kerucut raksasa, dibagian atasnya seperti terpancung dan bila didatangi ke puncak biasanya terdapat sesuatu yang berbentuk kubah atau bukit atau sebuah lubang besar yang disebut kawah dan kadang-kadang kawah itu terisi air membentuk suatu danau.

Saat ini secara ilmiah sudah dapat dikategorikan sebagai individual dan unik. Aktivitas Gunungapi yang dapat menimbulkan bencana bagi manusia, adalah pada saat terjadinya Vulkanisme. Vulkanisme adalah keluarnya magma ke permukaan, baik berupa lelehan pijar (*lava*), bahan gas (*exhalasi*) maupun bahan padat atau setengah padat yang dilempar ke udara (*piroklastik*).

2.1.2 Bahaya Gunungapi

Bahaya gunungapi adalah bahaya yang ditimbulkan oleh letusan/kegiatan yang menyemburkan benda padat, cair dan gas serta campuran diantaranya yang mengancam dan cenderung merusak serta menimbulkan korban jiwa dan kerugian harta dalam tatanan kehidupan manusia.

Derajat bahaya erupsi suatu gunungapi tergantung dari beberapa faktor diantaranya :

- Sifat Erupsi
- Keadaan lingkungan dan kepadatan penduduknya
- Sifat gunungapi itu sendiri

2.1.3 Daerah Bahaya

Daerah bahaya adalah wilayah disekitar gunung berapi yang secara langsung akan terancam bahan letusan berupa luncuran awan panas, jatuhnya bom vulkanik dan aliran lava serta lahar.

2.1.4 Daerah Waspada

Daerah waspada adalah daerah luasan dari bahaya meliputi daerah dengan radius 6Km dari kawah aktif.

2.1.5 Bahaya Letusan Gunung Berapi

Kawasan Rawan Bahaya gunung api dapat dibagi menjadi 2 (dua) kategori, yaitu bahaya secara langsung (primer) dan bahaya secara tidak langsung (sekunder). Kedua bahaya tersebut dapat menimbulkan kerugian harta benda dan jiwa manusia.

1. **Bahaya langsung (primer)** merupakan bahaya yang ditimbulkan secara langsung pada saat terjadi letusan gunungapi. Hal ini disebabkan oleh lemparan material yang langsung dihasilkan oleh letusan gunungapi seperti: aliran lava, atau leleran batu pijar, aliran piroklastika atau awan panas, jatuhnya piroklastika atau hujan abu lebat, lontaran material pijar. Selain itu bahaya primer juga dapat ditimbulkan karena hembusan gas beracun.

2. **Bahaya tidak langsung (sekunder)** merupakan bahaya akibat letusan gunungapi yang terjadi setelah atau selama letusan gunungapi tersebut terjadi. Bahaya tidak langsung yang umumnya terjadi di Indonesia adalah bahaya lahar, baik Lahar dingin maupun Lahar Panas.

Lahar Panas, Terjadi bila gunung api mempunyai danau kepundan. Bila terjadi erupsi (gejala keluarnya magma melalui saluran, maka lumpur panas terdiri dari air danau yang mendidih beserta hasil-hasil gunungapi lainnya akan mengalir kebawah dengan deras.

Lahar Dingin, bila setelah peledakan gunungapi terjadi hujan lebat yang cukup lama, maka air hujan yang menyeret hasil-hasil gunungapi dalam jumlah besar akan mengalir kebawah. Hal ini sangat umum terjadi disetiap gunungapi di Indonesia.

2.1.6 Tanda-tanda bahaya ketika gunung berapi mulai aktif antara lain berupa:

1. Meningkatnya kegempaan vulkanik.
2. Peningkatan suhu kawah.
3. Meningkatnya gelombang magnet dan listrik, hingga terjadinya deformasi pada tubuh gunung berapi.

2.1.7 Material –material yang dihasilkan dari letusan tersebut yaitu :

1. Lava adalah cairan larutan silika pijar yang mengalir keluar dari dalam bumi melalui kawah gunungapi atau melalui celah (patahan) yang kemudian membeku menjadi batuan yang bentuknya bermacam-macam.
2. Awan panas (*Nue ardentes* / aliran piroklastik), terdiri dari batuan pijar bersuhu tinggi (>600 C), awan panas ini dapat dihasilkan langsung dari letusan gunungapi atau akibat gugurnya lava yang masih panas mengalir

melalui lembah sungai. Awan panas ini mengalir bergulung-gulung seperti awan padahal didalamnya batuan pijar dan material vulkanik yang padat bercampur gas yang suhunya tinggi.

3. Abu/pasir vulkanik atau jatuhan piroklastik adalah bahan material vulkanik jatuhan yang disemburkan keudara saat terjadi suatu letusan, terdiri dari batuan berukuran besar sampai berukuran halus, yang berukuran besar (bongkah - kerikil) biasanya jatuh disekitar kawah sampai radius 5 – 7 km dari kawah, dan yang berukuran halus dapat jatuh pada jarak mencapai ratusan km bahkan ribuan km, dari kawah karena dapat terpengaruh oleh adanya hembusan angin.
4. Gas vulkanik adalah gas-gas yang dikeluarkan saat terjadi letusan gunungapi, umumnya dikeluarkan saat terjadi letusan freatik, contoh gas vulkanik adalah gas *Carbon monooksida (CO)*, *Carbon dioksida (CO₂)*, *Gas hidrogen sulfida (H₂S)*, *gas sulfur dioksida (SO₂)*, *gas nitrogen (N₂, NO₂)*, dan lain-lain. Gas vulkanik tersebut mampu menjangkau sampai 18 Km atau lebih.
5. Hujan lumpur terjadi bila di kawah terdapat danau, maka bila terjadi suatu letusan dapat menghasilkan hujan lumpur.

2.1.8 Penetapan kriteria – kriteria daerah rawan bencana gunung kelud dapat dibagi menjadi 3 tingkatan yaitu : (Sumber : Data Rencana Tata Ruang Wilayah Untuk Mitigasi Bencana Gunung Api).

Kawasan rawan bencana Gunungapi dinyatakan dalam urutan-urutan angka dari tingkat kerawanan rendah ke tingkat kerawanan tinggi, yaitu : Kawasan Rawan Bencana I, Kawasan Rawan Bencana II dan Kawasan Rawan Bencana III.

1. Kawasan Rawan Bencana I (Radius 5Km – 10Km dari pusat kawah)

adalah kawasan yang berpotensi terlanda lahar/banjir dan tidak menutup kemungkinan dapat terkena perluasan awan panas dan aliran lava. Selama letusan membesar, kawasan ini berpotensi tertimpa material jatuhnya berupa hujan abu lebat dan lontaran batu (pijar). Kawasan ini dibedakan menjadi dua, yaitu :

- Kawasan rawan bencana terhadap aliran lava berupa lahar/banjir, dan kemungkinan perluasan awan panas dan aliran lava. Kawasan ini terletak di sepanjang sungai/dekat lembah sungai atau di bagian hilir sungai yang berhulu di daerah puncak .
- Kawasan rawan bencana terhadap jatuhnya berupa hujan abu tanpa memperhatikan arah tiupan angin dan kemungkinan dapat terkena lontaran batu (pijar). Pada kawasan ini, masyarakat perlu meningkatkan kewaspadaan jika terjadi erupsi/kegiatan gunung api dan turun hujan lebat.

2. Kawasan Rawan Bencana II (Radius 2Km – 5Km dari pusat kawah)

adalah kawasan yang berpotensi terlanda awan panas, aliran lava, lontaran atau guguran batu (pijar), hujan abu lebat, hujan lumpur (panas), aliran lahar dan gas beracun, umumnya menempati lereng dan kaki gunungapi.

Kawasan ini dibedakan menjadi dua, yaitu :

- Kawasan rawan bencana terhadap aliran lava berupa awan panas, aliran lava, guguran batu (pijar), aliran lahar dan gas beracun.
- Kawasan rawan bencana terhadap material lontaran dan jatuhnya seperti lontaran batu (pijar), hujan abu lebat, dan hujan lumpur (panas). Pada kawasan ini, masyarakat diharuskan mengungsi jika

terjadi peningkatan kegiatan gunungapi, sampai daerah ini dinyatakan aman kembali.

3. **Kawasan Rawan Bencana III (Radius 0Km – 2Km dari pusat kawah)** adalah kawasan yang berpotensi terlanda awan panas, aliran lava, lontaran atau guguran batu (pijar), hujan abu lebat, hujan lumpur (panas), aliran lahar dan gas beracun, umumnya menempati lereng dan kaki gunungapi. Kawasan ini hanya diperuntukkan bagi gunungapi yang sangat giat atau sering meletus. Pada kawasan ini tidak diperkenankan untuk hunian atau aktifitas apapun.

2.1.9 Penyiapan lokasi aman untuk tempat pengungsian yaitu dengan kriteria :
(Sumber : Data Rencana Tata Ruang Wilayah Untuk Mitigasi Bencana Gunung Api).

1. Berada ditempat yang tidak terjangkau secara langsung oleh aliran lahar.
2. Lokasi relatif terbuka jauh dari bangunan – bangunan tinggi.
3. Disiapkan jaringan jalan yang memadai untuk mencapai lokasi ini.
4. Tersedia sumber air bersih yang memadai.
5. Disiapkan fasilitas sanitasi yang memadai.
6. Disiapkan sarana kesehatan dan pelaksanaan pertolongan darurat yang memadai.
7. Disediakan sarana komunikasi yang tetap dapat berfungsi dalam kondisi terjadinya bencana.

2.2 Sistem Informasi Geografis

Pada dasarnya istilah sistem informasi geografis merupakan gabungan dari tiga unsur pokok yaitu: sistem, informasi dan geografis. Dengan demikian pengertian terhadap ketiga unsur- unsur pokok ini akan sangat membantu dalam

memahami SIG. Dengan demikian unsur- unsur pokoknya, maka jelas SIG merupakan salah satu sistem informasi, dengan tambahan unsur geografis .Atau SIG merupakan suatu sistem yang menekankan pada unsur” informasi geografis”.

Pengertian Sistem informasi geografis saat ini lebih sering diterapkan bagi teknologi informasi spasial atau geografi yang berorientasi pada penggunaan teknologi komputer. Pada pengertian yang lebih luas SIG mencakup juga pengertian suatu sistem yang berorientasi operasi secara manual, yang berkaitan dengan operasi pengumpulan, penyimpanan dan manipulasi data yang bereferensi geografi secara konvensional. Kegiatan seperti diatas telah berkembang sejak tahun 1960an, akan tetapi penggunaan nama SIG baru berkembang dalam dua decade terakhir. Untuk memberikan gambaran perkembangan pemikiran mengenai SIG, berikut ini akan disajikan berbagai definisi tentang SIG dari waktu ke waktu.

(Burrough ,1986) memberikan definisi yang bersifat umum, yaitu SIG sebagai perangkat lunak untuk mengumpulkan, menyimpan, memanipulasi, mentransformasi dan menyajikan data spasial dan aspek- aspek permukaan bumi.

Baru kemudian *(Aronoff ,1989)* secara lebih spesifik mendefinisikan SIG sebagai suatu sistem yang berbasis komputer yang mempunyai kemampuan untuk menangani data yang bereferensi geografis yang mencakup :

- a. Data input (pemasukan)
- b. Manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan data)
- c. Analisis dan manipulasi
- d. Data Keluaran

2.2.1 Sub Sistem SIG

Mengacu pada definisi-definisi di atas, maka SIG dapat diuraikan menjadi empat sub sistem, yaitu:

1. Pemasukan Data
2. Manajemen data
3. Manipulasi dan analisis data
4. Keluaran data

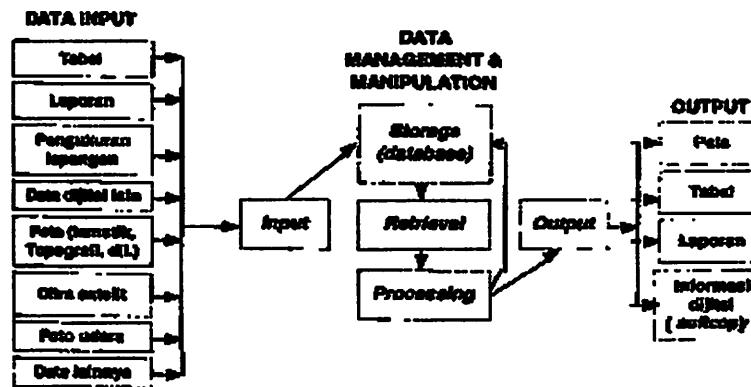
Sub sistem data /data input berfungsi untuk mengumpulkan data masukan data spasial dan atribut dari berbagai sumber yang relevan untuk kepentingan analisa. Sub sistem ini mengkonversi atau mentransformasikan dari format data aslinya kedalam bentuk digital sesuai format SIG. Pemasukan data dapat dilakukan dengan digitasi dimana digitasi adalah proses pengubahan data grafis analog menjadi data grafis digital, dalam struktur vektor. Hasil suatu proses digitasi adalah himpunan segmen maupun polygon. Pada peta garis setiap segmen sejenis diberi kode atau identitas yang sama. Manfaat utama penyimpanan informasi dalam bentuk kode atau ID ini adalah untuk pengaktifan kembali data secara selektif, untuk keperluan tertentu. Pada saat digitasi secara otomatis akan terbentuk suatu basis data pendamping yang berupa tabel yang menyertai peta digital tersebut. Tabel ini berisi informasi tentang urutan nama dan kode segmen dan poligon, berikut dengan ukuran matriknya (luas, keliling). Hal ini dimungkinkan karena sebelum memulai digitasi telah diberi informasi mengenai titik-titik kontrol peta tersebut.

Sub sistem manajemen data (*data management*) berfungsi sebagai pengorganisasian data yang meliputi semua operasi penyimpanan, pengaktifan, penyimpanan kembali dan pencetakan semua data yang diperoleh dari

pemasukan data. Basis data adalah himpunan dari beberapa berkas data atau tabel yang disimpan dengan suatu struktur tertentu, sehingga saling keterkaitan yang ada diantara anggota-anggota himpunan tersebut dapat diketahui, dimunculkan dan dimanipulasi oleh perangkat lunak manajemen basis data untuk keperluan tertentu. SIG adalah manajemen basis data spasial yang mampu memadukan informasi dalam bentuk tabel dengan informasi spasial berupa peta-peta dengan tingkat otomatisasi yang tinggi. Basis data spasial terbagi atas 2 bagian, yaitu sub himpunan data grafis dan sub himpunan data atribut.

Fungsi analisis dan manipulasi yang merupakan bagian dari subsistem data manipulasi (*manipulation and data analys*) ini berfungsi untuk menentukan informasi-informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG selain itu subsistem ini melakukan manipulasi dan pemodelan data untuk keperluan informasi yang diharapkan.

Keluaran data dari SIG adalah seperangkat prosedur yang digunakan untuk menampilkan informasi dari SIG dalam bentuk yang disesuaikan dengan keinginan pengguna (*Aronoff,1989*). Keluaran data dapat berbentuk *softcopy* maupun berbentuk *hardcopy* seperti tabel, grafik, peta. Apabila subsistem-subsistem diatas diperinci berdasarkan uraian jenis masukan, proses dan jenis keluaran yang ada di dalamnya maka sub sistem SIG dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.1. Uraian-Uraian Subsistem-Subsistem SIG

Sumber :Prahasta, 2005

2.2.2 Komponen SIG

SIG merupakan sistem kompleks yang biasanya terintegrasi dengan lingkungan sistem-sistem komputer yang lain di tingkat fungsional dan jaringan. Sistem SIG terdiri dari beberapa komponen berikut (Prahasta, 2005):

1. Perangkat Keras (*Hardware*)

Pada saat ini SIG tersedia untuk berbagai *platform* perangkat keras, mulai dari *PC desktop*, *workstation*, hingga *multiuser host* yang dapat digunakan oleh banyak orang secara bersamaan dalam jaringan komputer yang luas, berkemampuan tinggi, memiliki ruang penyimpanan (*harddisk*) yang besar, dan mempunyai kapasitas memori (RAM) yang besar. Walaupun demikian fungsionalitas SIG tidak terikat secara ketat terhadap karakteristik-karakteristik fisik perangkat keras ini sehingga keterbatasan memori pada PC dapat diatasi. Adapun perangkat keras yang sering digunakan untuk SIG adalah komputer (PC), *mouse*, *digitizer*, *printer*, *plotter* dan *scanner*.

2. Perangkat Lunak (*Software*)

Bila dipandang pada sisi lain, SIG juga merupakan sistem perangkat lunak yang tersusun secara modular dimana basisdata memegang peranan kunci.

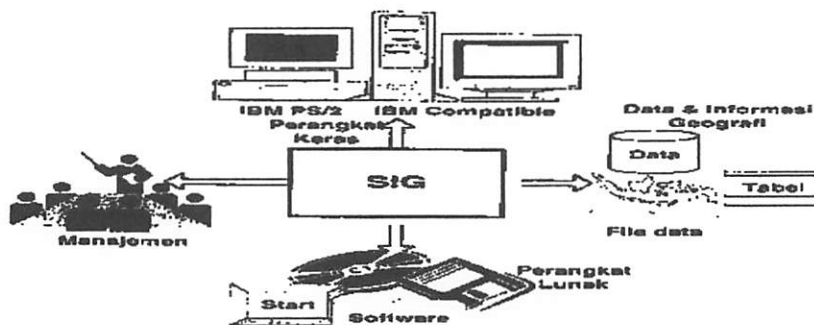
Setiap sub sistem diimplementasikan dengan menggunakan perangkat lunak yang terdiri dari beberapa modul hingga tidak mengherankan jika ada perangkat SIG yang terdiri dari ratusan modul program (*.exe) yang masing-masing dapat dieksekusi sendiri.

3. Data dan Informasi Geografi

Data tersebut dapat berupa foto udara, penginderaan jarak jauh dan image processing, peta digital, survei lapangan dan data tabular. SIG dapat mengumpulkan dan menyimpan data dan informasi yang diperlukan baik secara tidak langsung dengan cara mengimportnya dari perangkat-perangkat lunak SIG yang lain maupun secara langsung dengan cara mendigitasi data spasialnya dari peta dan memasukkan data atributnya dari tabel-tabel dan laporan dengan menggunakan *keyboard*.

4. Manajemen

Suatu proyek SIG akan berhasil jika di *manage* dengan baik dan dikerjakan oleh orang-orang memiliki keahlian yang tepat pada semua tingkatan. Secara skematik uraian diatas dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.2. Komponen SIG

Sumber : Prahasta, 2005

Sistem informasi geografis (SIG) merupakan suatu sistem informasi yang bereferensikan geografis yang diterapkan untuk mengelola informasi spasial yang dapat digunakan oleh perencana dan pengambil keputusan yang berhubungan dengan data- data spasial (keruangan).

2.2.3 Jenis data dalam SIG

Data geografi merupakan sekumpulan data yang bisa mempresentasikan permukaan bumi dalam format digital yang bisa dimasukkan dalam SIG. Secara garis besar data geografi dibagi menjadi 2 , yaitu :

1. Data spasial

Data spasial merupakan informasi tentang lokasi dan bentuk dari unsur geografi yang disimpan dalam bentuk koordinat. Point, garis dan luasan digunakan untuk merepresentasikan unsur geografi misalnya, sungai, waduk dan hutan. Komponen dari data spasial ini yaitu:

- a. Data vektor , dalam model data vektor objek atau kondisi dari bumi ditampilkan dengan point garis dan luasan.
- b. Data raster , yaitu struktur data dalam bentuk sel yang terbentuk atas baris dan kolom setiap sel mempunyai satu nilai dan terisi sebuah informasi.

2. Data non spasial

Data atribut menyediakan deskripsi informasi tentang data spasial misalnya nama dari sungai, kapasitas tampungan waduk, komposisi penggunaan lahan dan sebagainya.

2.2.4 Tahapan Pembangunan SIG

Tahapan pembangunan SIG pada dasarnya meliputi :

1. Rektifikasi

Data raster yang biasanya diperoleh dari hasil scanning peta resolusi alat scanner 24_bit RGB (*Full colour, Large Strorage Requered*, informasi yang belum menunjukkan referensi spasial yang tersimpan di dalam file atau yang disimpan sebagai suatu file yang terpisah. Sehingga untuk menggunakan beberapa data raster secara bersama dengan data spasial yang lain yang sudah ada, diperlukan proses *georeferencing* ke dalam sebuah sistem koordinat yang disebut koreksi geometrik.

Dalam pekerjaan koreksi geometrik, terdapat satu tahap yang dikenal dengan nama rektifikasi. Rektifikasi adalah suatu proses pekerjaan untuk memproyeksikan citra yang ada ke bidang datar dan menjadikan bentuk konform (sebangun) dengan sistem proyeksi peta yang digunakan, juga terkadang mengorientasikan citra sehingga mempunyai arah yang benar (*Erdas, 1991*).

Banyaknya titik kontrol yang harus anda buat tergantung pada kompleksitas dari bentuk transformasi *polynomial* yang rencananya akan anda gunakan untuk mengubah dataset raster ke dalam koordinat peta. Untuk hasil rektifikasi yang baik, anda harus menyebarkan secara merata titik kontrol dibandingkan dengan hanya memusatkannya dalam satu area.

Ada beberapa alasan untuk melakukan rektifikasi, antara lain :

1. Untuk perbandingan sebuah pixel dalam beberapa aplikasi seperti perubahan yang terjadi atau pemetaan kelembaman panas (perbandingan citra yang diambil pada siang dan malam hari)

2. Untuk membangun basis data sebuah pemodelan SIG
3. Untuk identifikasi sampel yang mengacu pada koordinat peta
4. Untuk membuat peta foto yang berskala tepat
5. Untuk keperluan tumpang susun (overlay) sebuah citra dengan data vektor
6. Untuk membandingkan sebuah citra dalam berbagai skala
7. Untuk meningkatkan ketepatan hitungan jarak dan luas pada citra
8. Untuk membuat mosaik citra
9. Berbagai aplikasi lain yang membutuhkan identifikasi sebuah lokasi geografis secara teliti.

Tingkat keakurasian dari proses rektifikasi ini adalah :

Point	Longitude	Latitude	Error
Point I	111°55'00"	7°34'00"	0,001
Point II	111°55'00"	8°09'30"	0,002
Point III	112°22'30"	8°09'30"	0,000
Point IV	112°22'30"	7°34'00"	0,001

nilai yang dipresentasikan oleh selisih antara koordinat titik kontrol hasil transformasi dengan koordinat titik kontrol, yang dikenal dengan nama RMS (*Root Mean Square*) Error. Nilai RMS Error yang rendah akan menghasilkan hasil rektifikasi yang akurat. Sebagai contoh, hasil transformasi boleh jadi masih berisi kesalahan yang signifikan karena

sedikitnya titik kontrol yang dimasukkan. Total error dari proses rektifikasi dari penelitian ini yaitu 0,004 RMS.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi RMS Error ini yaitu :

1. Tingkat ketelitian titik kontrol lapangan
 2. Tingkat ketelitian titik kontrol citra
 3. Jumlah dan distribusi letak titik kontrol
 4. Model transformasi yang digunakan
2. Digitasi

Digitasi dilakukan dengan cara menelusuri delienasi yang dibuat pada peta *analog* sehingga seluruhnya dipindahkan kedalam komputer dengan perantara meja digitizer. Proses digitasi dilakukan dengan memanfaatkan fasilitas ADS (*Arc Digitize System*) dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Menentukan titik-titik kontrol dengan maksud agar koordinat pada peta dapat dipindahkan pada sistem koordinat yang memiliki digitizer. Pada studi ini digunakan sistem koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*)
 - b. Digitasi dilakukan dengan menelusuri kenampakan dipeta yang berupa titik, garis dan area dengan alat penelusur pada meja digitizer. Setiap kenampakan diberikan ID yang berbeda. Perbedaan ID ini diberikan untuk mempermudah pemanggilan salah satu obyek. Setelah proses ini selesai, setiap kenampakan di peta disimpan dalam bentuk segmen.
3. Pembuatan Topologi

Pembuatan topologi berfungsi untuk membentuk hubungan eksplisit diantara feature geografi pada coverage , meliputi *konektivitas*, *kontiguitas*

dan definisi area. Proses pembuatan topologi ini membantu untuk mengidentifikasi kesalahan yang terdapat pada data, misalkan seperti :

- Arc yang tidak berhubungan dengan arc lainnya
- Poligon yang tidak tertutup
- Poligon yang tidak mempunyai titik label atau kelebihan titik label
- User_ID yang tidak unik

4. Editing

Perbaikan kesalahan adalah suatu tahap yang sangat penting dalam pembuatan data base. Jika kesalahan tidak diperbaiki dengan benar, maka perhitungan luas, analisis data peta berikutnya tidak valid.

5. Pembuatan Tabular

Pada tahap pembuatan tabular ini bertujuan untuk mengisikan informasi atribut atau data non spasial pada setiap feature_ID (point, line, poly) didalam suatu coverage.

6. Analisa Tabular

Pada proses analisa tabular yaitu bagaimana melakukan "Join Item" adalah proses penggabungan informasi atribut atau item dari suatu file ke file lainnya.

7. Overlay

Operasi overlay merupakan operasi tumpang susun/menggabungkan dua peta/coverage berikut feature atributnya untuk menghasilkan peta/coverage baru dari kedua coverage yang dioverlay.

2.2.5 Pengolahan Data Dengan SIG

- a. *Reclassify* (Klasifikasi): Fungsi ini mengklasifikasikan atau mengklasifikasi kembali suatu data spasial/atribut menjadi data spasial

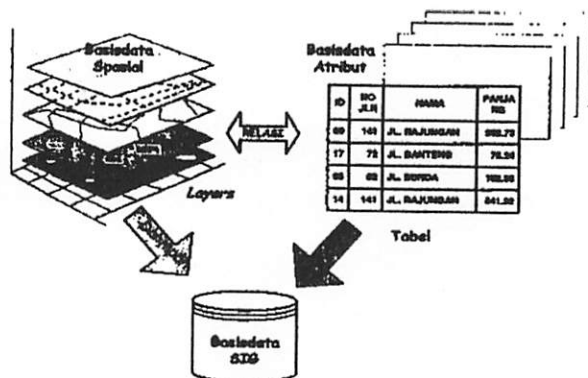
yang baru dengan menggunakan kriteria tertentu. Misalnya dengan menggunakan data spasial ketinggian dari permukaan bumi (topografi) dapat diturunkan data spasial kemiringan atau gradien permukaan bumi yang dinyatakan dalam prosentase nilai-nilai kemiringan. Nilai-nilai prosentase kemiringan ini dapat diturunkan lagi menjadi data spasial baru yang dapat digunakan untuk merancang suatu pengembangan wilayah.

- b. *Network* (Jaringan): Fungsi ini merujuk pada data-data spasial yang berupa titik-titik atau garis-garis sebagai suatu jaringan yang tak terpisahkan. Fungsi ini sering digunakan dalam bidang transportasi dan *utility* misalnya: aplikasi jaringan kabel, jaringan listrik, komunikasi telepon, pipa air, saluran pembuangan, jaringan drainase perkotaan.
- c. *Overlay* (tumpang susun) : Fungsi ini menghasilkan data spasial baru dari minimal dua data spasial yang menjadi masukannya. *Overlay* suatu data grafis adalah untuk menggabungkan antara dua atau lebih data grafis untuk dapat diperoleh data grafis baru yang memiliki satuan pemetaan gabungan dari beberapa data grafis tersebut. Untuk dapat melakukan tumpang susun, maka antara dua data grafis tersebut harus mempunyai sistem koordinat yang sama. Terdapat empat cara melakukan overlay data grafis yang dapat dilakukan pada perangkat lunak ArcGis yaitu:
 - *Identity* adalah *overlay* antara dua data grafis dengan menggunakan data grafis pertama sebagai acuan batas luarnya. Jadi apabila batas luar antara dua data grafis yang akan *dioverlay* tidak sama, maka batas luar yang akan digunakan adalah batas luar data grafis pertama.

- *Union* adalah *overlay* yang berupa penggabungan antara dua data grafis. Jadi apabila batas luar antara dua data grafis yang akan *dioverlay* tidak sama, maka batas luar yang baru adalah gabungan antara batas luar data grafis yang pertama atau gabungan batas paling luar.
 - *Intersection* adalah *overlay* antara dua data grafis tetapi apabila batas luar dari dua data grafis tersebut tidak sama, maka yang dilakukan *overlay* hanya pada daerah yang bertumpukan.
 - *Update* merupakan salah satu fasilitas untuk menumpang susunkan dua data grafis dengan menghapus informasi grafis pada coverage input dan diganti dengan dari informasi coverage update.
- d. *Buffering* : Fungsi ini akan menghasilkan data spasial baru yang berbentuk poligon atau zone dengan jarak tertentu dari data spasial yang menjadi masukannya. Data spasial titik akan menghasilkan data spasial baru yang berupa lingkaran-lingkaran yang mengelilingi titik-titik pusatnya. Untuk data spasial garis maka akan menghasilkan lingkaran-lingkaran yang melingkupi garis-garis. Demikian pula untuk data spasial poligon.

Dari uraian tentang SIG diatas dapat disimpulkan bahwa SIG bukan hanya sekedar alat bantu untuk membuat peta akan tetapi kemampuan SIG sesungguhnya adalah dalam melakukan analisis, kemampuan menyimpan dan mengolah data dalam volume yang besar, kemampuan otomatisasi dalam pemanggilan data dalam waktu yang sangat singkat. Sehingga dengan demikian kemampuan untuk membangun basis data yang berkualitas dan bagaimana cara menggunakannya secara tepat merupakan

kunci pokok dalam penggunaan SIG. Secara skematik uraian diatas dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.3. Layers, Tabel, dan basisdata SIG

Sumber: Prahasta, 2005

2.2.6 Keluaran Data

Keluaran dari data SIG adalah seperangkat prosedur yang digunakan untuk menampilkan informasi dari SIG dalam bentuk yang disesuaikan dengan pengguna. Keluaran data terdiri dari tiga bentuk yaitu cetakan, tayangan dan data digital.

Bentuk cetakan dapat berupa peta maupun tabel yang dicetak dengan media kertas, film atau media lain. Bentuk tayangan berupa tampilan gambar dimonitor komputer. Keluaran data dalam bentuk data digital berupa file yang dibaca oleh komputer yang lain ataupun untuk menghasilkan cetakan di lain tempat. Keluaran data pada studi ini berupa peta-peta tematik yang meliputi struktur data dalam format vektor dan raster. Peta-peta tematik tersebut dicetak dengan menggunakan printer.

BAB III

PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1 Bahan dan alat penelitian

Pada bab ini akan diuraikan mengenai pelaksanaan selama melakukan penelitian. Adapun perlengkapan yang digunakan, terdiri dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yaitu :

3.1.1 Bahan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini data yang digunakan adalah data spasial dan non spasial, data tersebut antara lain:

1. Peta Rupa Bumi Bakosurtanal Tahun 2006 Skala 1 :25.000, dengan nomor sheet 1508-314, 1508-312, 1507-634, 1508-323, 1508-321, 1507-643, 1508-324, 1508-322, 1507-644.
2. Peta aliran lahar Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi tahun 2005 Skala 1 :25.000.

3.1.2 Alat Penelitian

- a. Perangkat Keras (*hardware*)
 - PC Intel Celleron 400 Mhz
 - Memori 512 MB
 - Hardisk 80 GB
 - Monitor, Mouse, keyboard
 - Digitizer

b. Perangkat Lunak (*software*)

- **AutoCad Map 2004**

Digunakan untuk memasukkan data spasial yang berupa data analog dirubah menjadi data digital melalui proses digitasi.

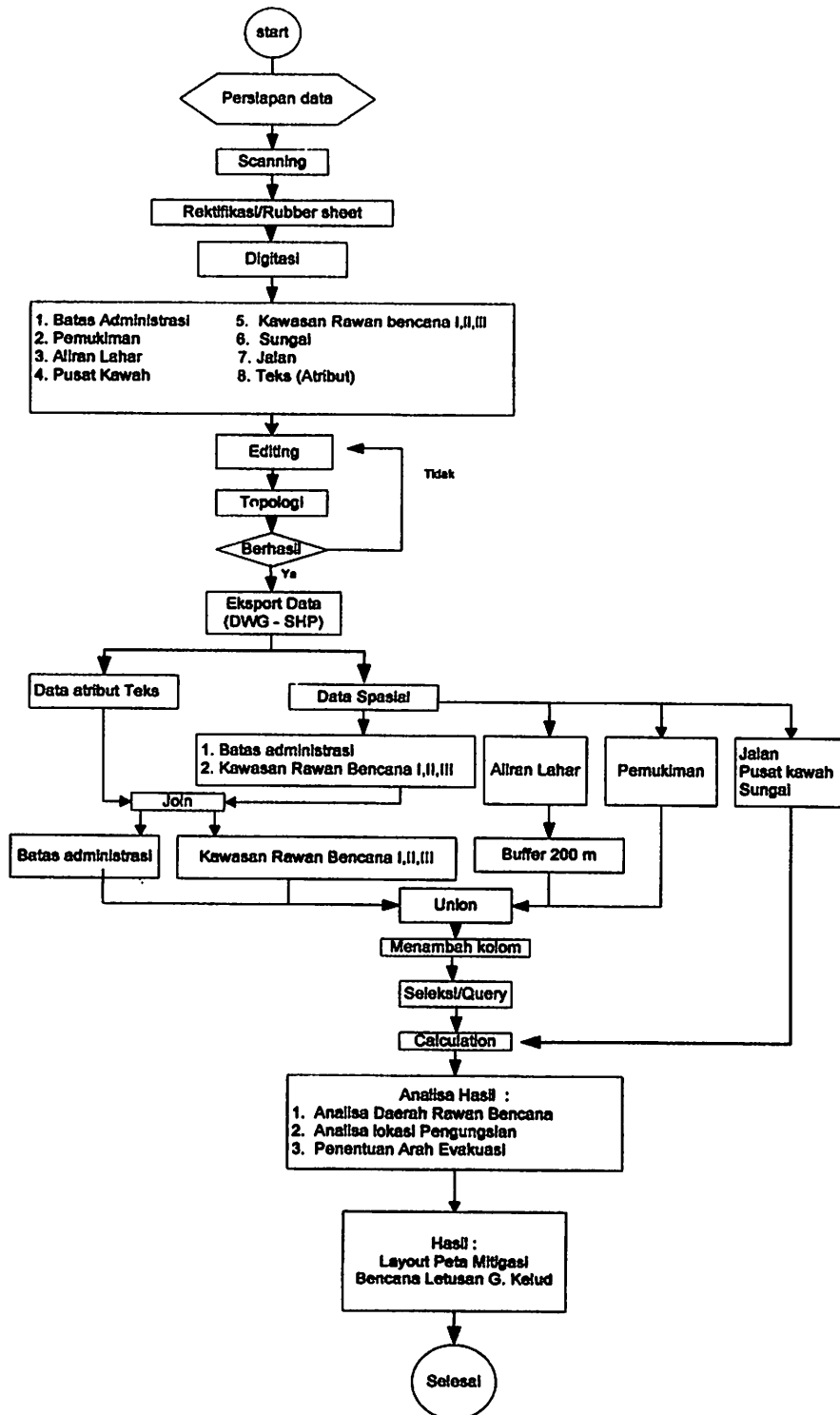
- **ArcGis 9.2**

Digunakan untuk menggabungkan coverage – coverage dan menganalisisnya kemudian ditampilkan dalam bentuk peta.

- **Freehand *versi MX***

Digunakan untuk memberikan sentuhan akhir pada proses kartografi.

3.2 Langkah-Langkah Studi



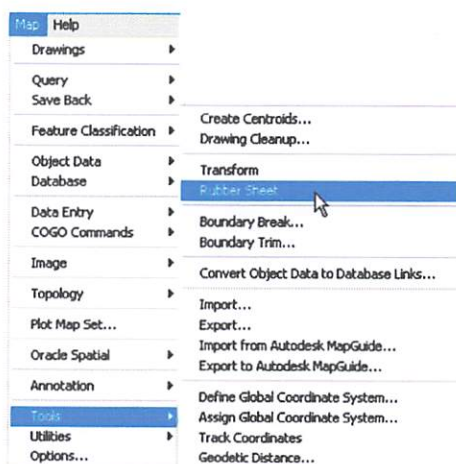
3.2.1 Persiapan data Spasial

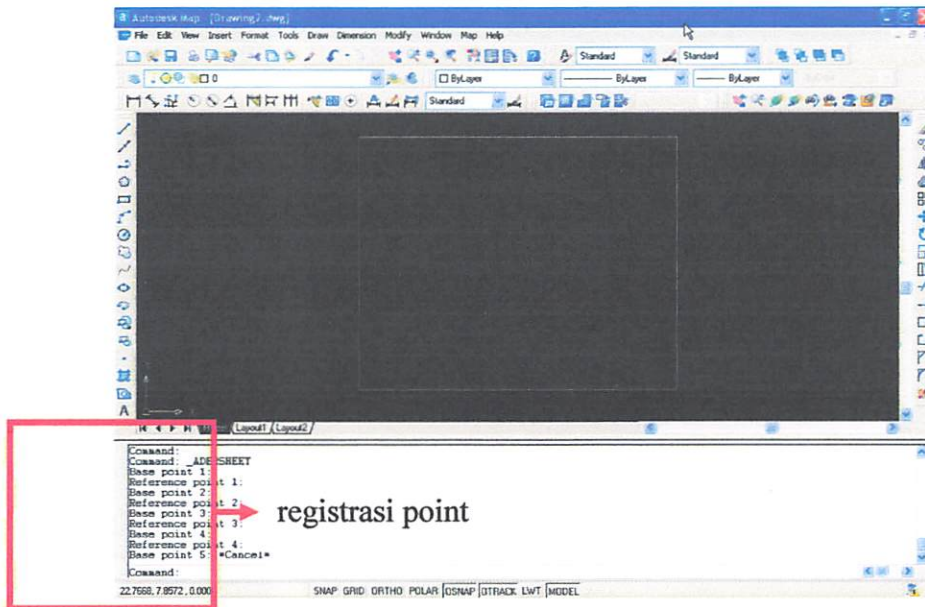
Persiapan dimulai dengan pengumpulan Peta Rupa Bumi Bakosurtanal Tahun 2006 Skala 1 :25.000, dengan nomor sheet 1508-314, 1508-312, 1507-634, 1508-323, 1508-321, 1507-643, 1508-324, 1508-322, 1507-644 serta Peta aliran lahar. Setelah peta-peta tersebut dikumpulkan kemudian dilakukan scanning untuk merubah data analog menjadi digital, yang nantinya dapat diolah dalam perangkat lunak AutoCad Map 2004.

3.2.2 Rektifikasi data spasial

Rektifikasi dilakukan dengan teknik *rubbersheet* pada AutoCad Map. Fungsi *Rubber Sheet* ini dimanfaatkan untuk mengelola lembar peta sehingga tampilannya (lokasinya) tepat sesuai dengan koordinat nyata/lapangan.

Fungsi *rubber sheet* dapat dijalankan dengan memilih menu *Map; Tools; Rubber Sheet*





Gambar 3.1 Jendela bidang gambar AutoCad yang digunakan untuk proses rektifikasi


3.2.3 Digitasi

Dalam digitasi Data Spasial ini menggunakan metode digitasi *On Screen*, yaitu menggunakan *software* AutoCad Map 2004.

Pada proses digitasi dapat dipilih perintah yang sesuai dengan bentuk objek seperti *text*, *polyline* atau yang lainnya

- Digitasi garis

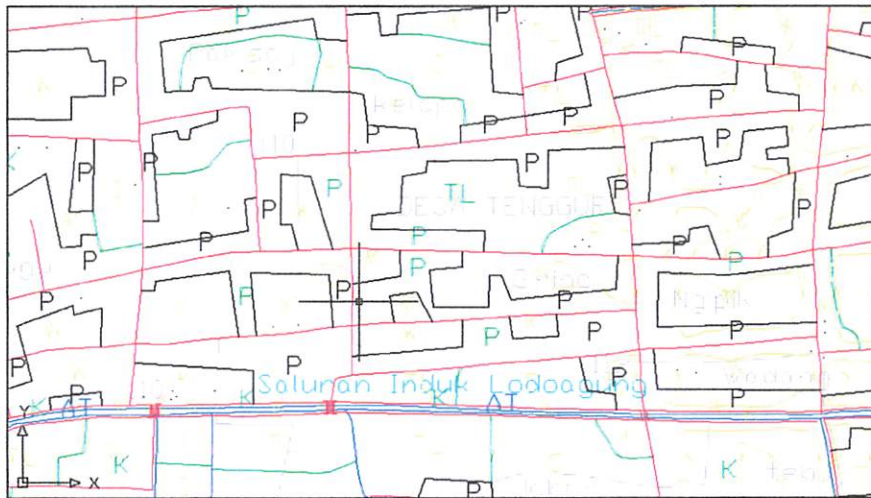
Digitasi garis yang dimaksudkan adalah penggambaran objek yang dipresentasikan dalam bentuk garis seperti jalan, batas kecamatan, batas kabupaten, sungai, aliran lahar.

Adapun langkahnya adalah dengan menggunakan tool *line* atau *pline* yaitu dengan memilih *Polyline* pada *menu bar Modify* atau memilih tombol  pada *tool bar Draw*

- Digitasi teks

Digitasi teks adalah pembuatan sebuah kalimat atau huruf yang mungkin perlu disisipkan dalam gambar. seperti teks nama desa, nama kecamatan atau keterangan lainnya yang berfungsi sebagai atribut yang menjelaskan objek.

Adapun langkahnya adalah dengan memilih menu *Text* pada *Tool bar Draw*, kemudian pilih bentuk teks yang di inginkan apakah *multiline text* atau *singleline text*.



Gambar 3.2 Jendela bidang gambar AutoCad Map yang digunakan sebagai wahana penggambaran garis dan teks.


- Digitasi titik

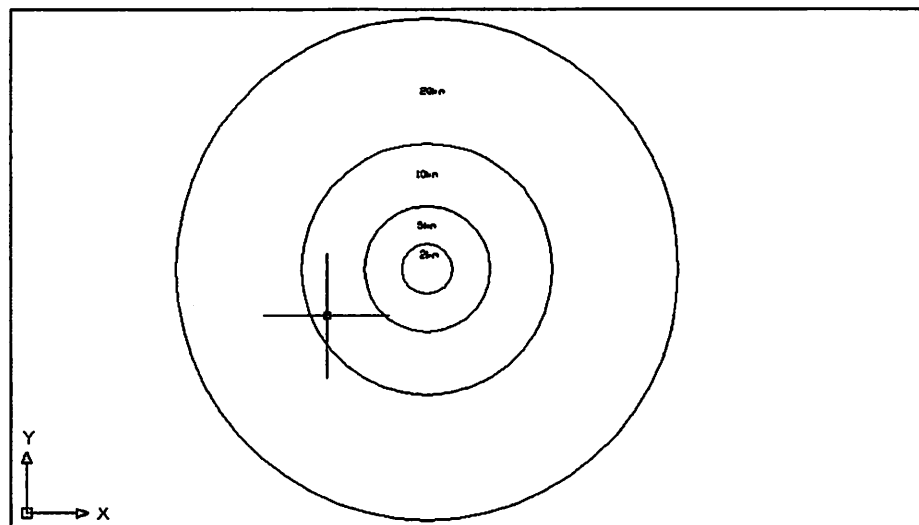
Digitasi titik adalah pembuatan gambar titik pada bidang gambar, misal titik lokasi gunung kelud.

Adapun langkahnya adalah dengan memilih menu *point* pada *Tool bar Draw*.

- **Digitasi lingkaran**

Digitasi lingkaran yang dimaksudkan adalah penggambaran objek yang dipresentasikan dalam bentuk lingkaran. Sebagai contoh adalah batas Kawasan Rawan Bencana III, Kawasan Rawan Bencana II, Kawasan Rawan Bencana I dan Wilayah studi terhadap titik posisi gunung kelud. Masing-masing digambarkan dengan radius 2 km, 5 km, 10 km dan 20 km.

Adapun langkahnya adalah dengan memilih tombol *Circle*  pada *tool bar Draw*



Gambar 3.3 Jendela bidang gambar AutoCad yang digunakan sebagai wahana penggambaran lingkaran, titik dan teks.

3.2.4 Topologi

Dalam penelitian ini, didapatkan tiga tipe topologi, yaitu:

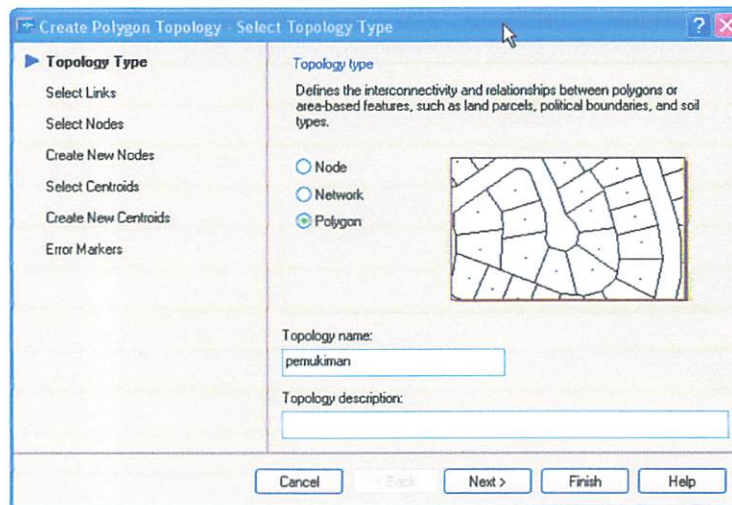
- a. Topologi data yang berbentuk *Node* (Titik atau Posisi), yaitu data Gunung berapi
- b. Topologi data yang berbentuk *Network* (Jaringan) , yaitu data Jalan dan Sungai.

- c. Topologi data yang berbentuk Poligon, yaitu data Aliran lahar, Wilayah Administrasi dan Pemukiman, serta wilayah Kawasan Rawan Bencana I, II, dan III

Adapun langkah kerjanya yaitu:

- Memulai Topology dengan Autodesk Land Enabled Map 2004.
- Topologi data poligon

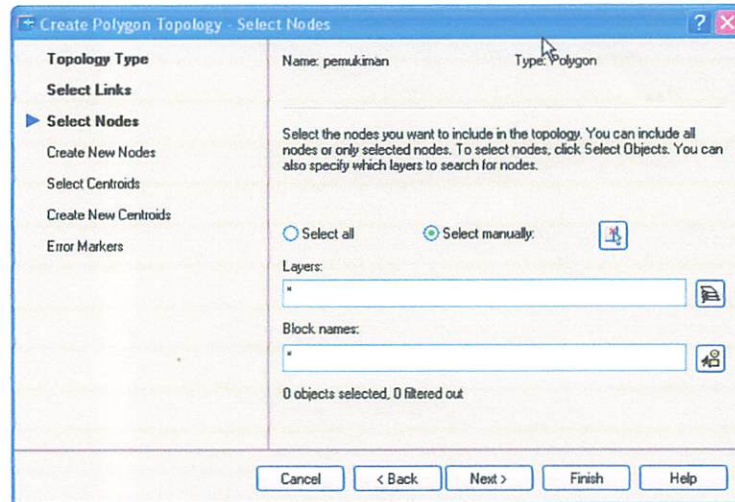
Dengan memilih menu *Tollbar – Map – Topology – Create*.



Gambar 3.4 Jendela *create polygon topology – select topology*

- Topologi data garis

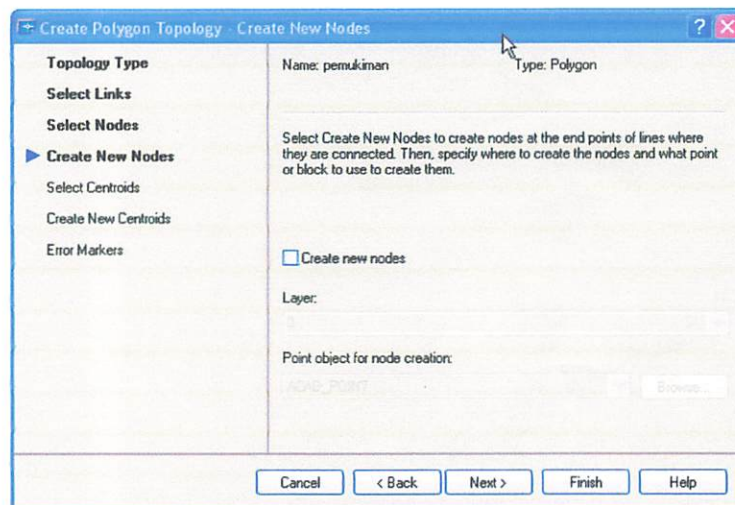
Dengan memilih menu *Select Link* yaitu pemilihan data garis yang akan ditopologi



Gambar 3.5 Jendela *create polygon topology – select link*

- Topologi data titik

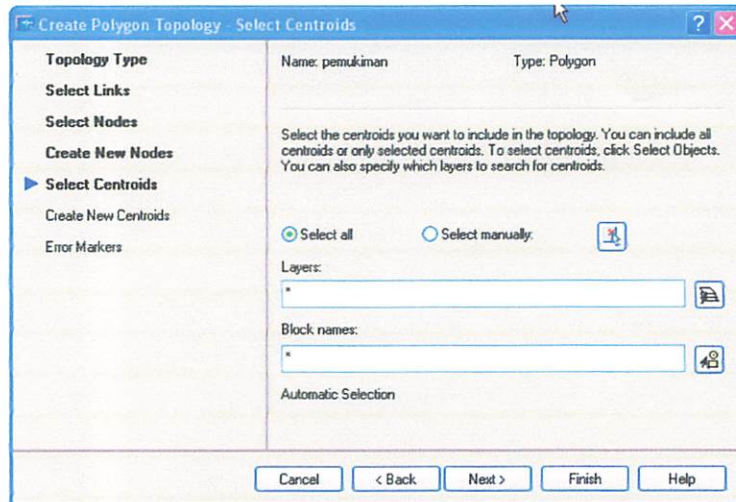
Dengan memilih menu *Select Node* yaitu pemilihan data titik yang akan ditopologi



Gambar 3.6 Jendela *create polygon topology – select node*

- Topologi data titik tengah

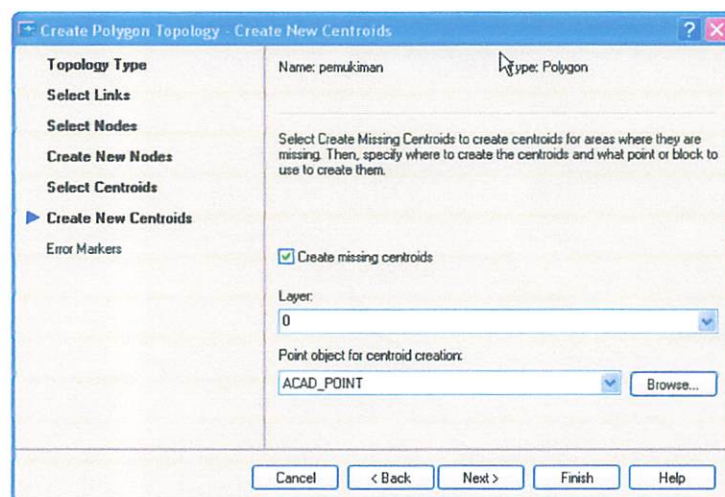
Dengan memilih menu *Select Centroids* yaitu pemilihan data *centroids* (titik tengah) yang akan ditopologi



Gambar 3.7 Jendela *create polygon topology – select centroids*

- *Create New Centroids*

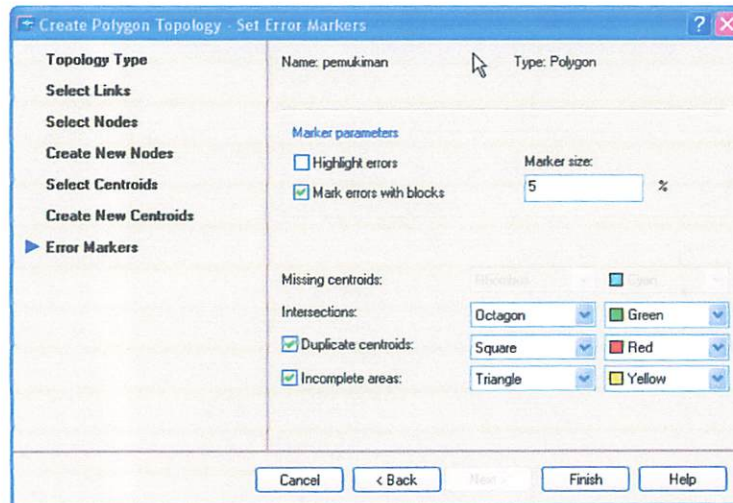
Pada Proses ini *Select Centroids* sama dengan *Create New Node* dan *Select Centroids*



Gambar 3.8 Jendela *create polygon topology – create new centeroid*

- *Error Markers*

Error Markers adalah tanda kesalahan pada proses topology apabila terjadi kesalahan pada input dan digitasi data spasial.



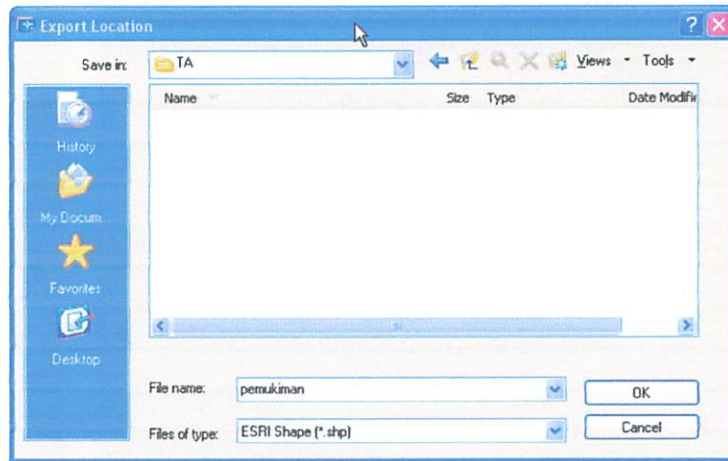
Gambar 3.9 Jendela *create polygon topology – set error markers*

3.2.5 Konversi data spasial dalam format Cad kedalam format Shapefile

Konversi data spasial dalam format Cad kedalam format Shapefile adalah pengkonversian data spasial yang berupa data Administrasi (Kelurahan, Kecamatan, Kabupaten), Tata guna lahan (pemukiman), Aliran lahar, kawasan rawan bencana I, II dan III, jalan, pusat kawah dan sungai yang telah digambarkan dalam bidang gambar AutoCad dan telah ditopologi menjadi data spasial dengan format Shapefile. Format Shapefile adalah data spasial yang nantinya digunakan dalam analisa sistem informasi geografis.

Adapun langkah kerjanya adalah

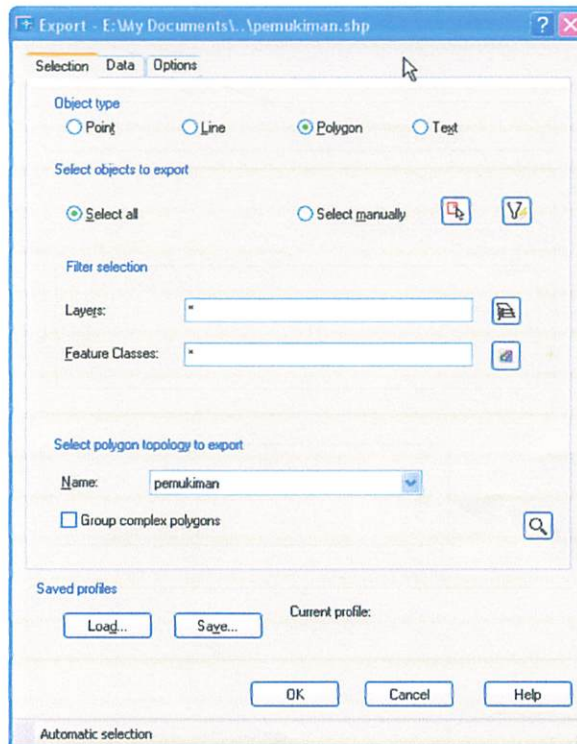
- Membuka jendela Export data dengan memilih menu *Tollbar – Map – Tools – Export...*



Gambar 3.10 Jendela export location

- Ekspor data polygon:

Proses ini ditujukan untuk membangun data *polygon* dari gambar yang terdapat dalam *disply* AutoCad



Gambar 3.11 Jendela export data polygon

Adapun tipe pilihan langkah kerja proses export sebagai berikut :

- *Object Type*

Pada *Object Type* adalah Penyesuaian *Type Object* Topology dengan Proses Export.

- *Filter Selection*

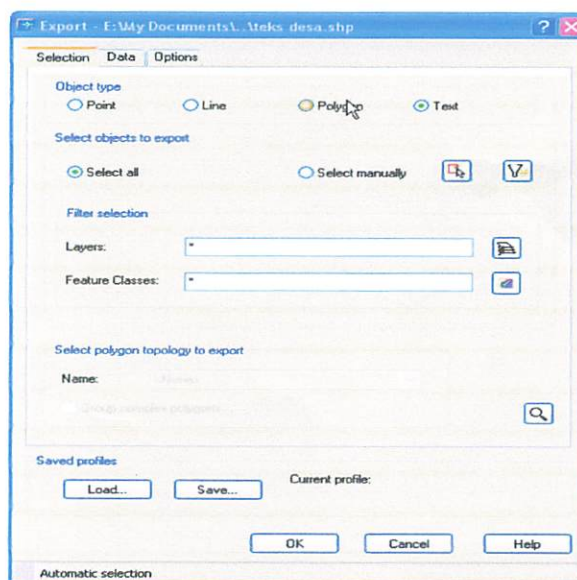
Yaitu Pemilihan Layers sesuai dengan layers di Cad yang telah ditopology

- *Select polygon topology to export*

Select polygon topology to export adalah pemilihan Folder Penyimpanan pada waktu Mengexport, Select polygon topology to export aktif apabila pada Object Type

- Ekspor data text:

Proses ini ditujukan untuk membangun data *text* dari gambar yang terdapat dalam *display* AutoCad

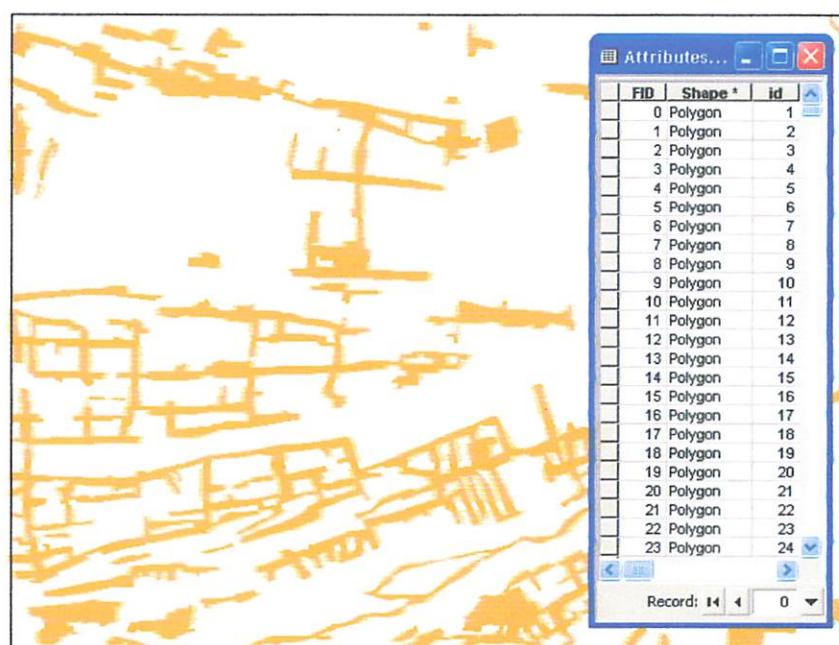


Gambar 3.12 Jendela export data text

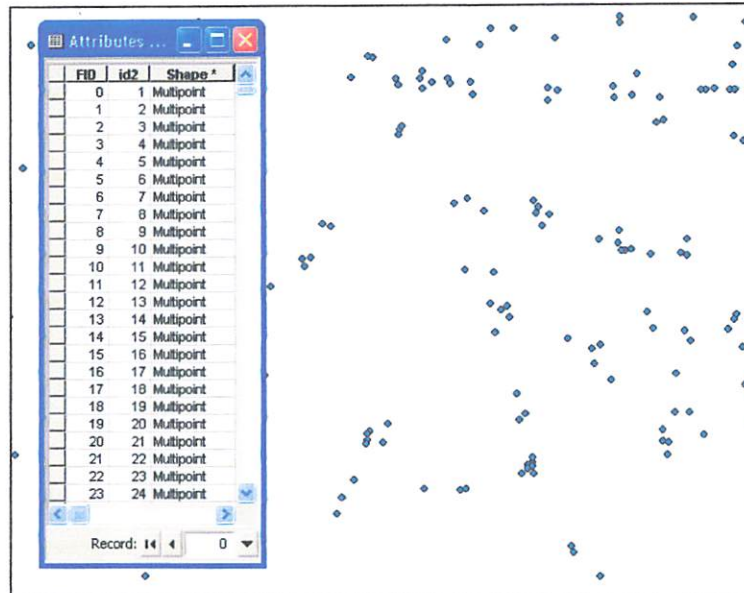
3.2.6 Penggabungan Data Spasial dan Data Atribut

Penggabungan data adalah proses penggabungan antara data spasial yang berupa data Administrasi (Kelurahan, Kecamatan, Kabupaten), Tata guna lahan (pemukiman), Aliran lahar, kawasan rawan bencana I,II dan III, dengan data non spasial yang berupa nama-nama Administrasi (Kelurahan, Kecamatan, Kabupaten) atribut kawasan rawan bencana I,II dan III..Untuk proses ini yang kemudian menggunakan software ArcMap ArcGIS 9.2.

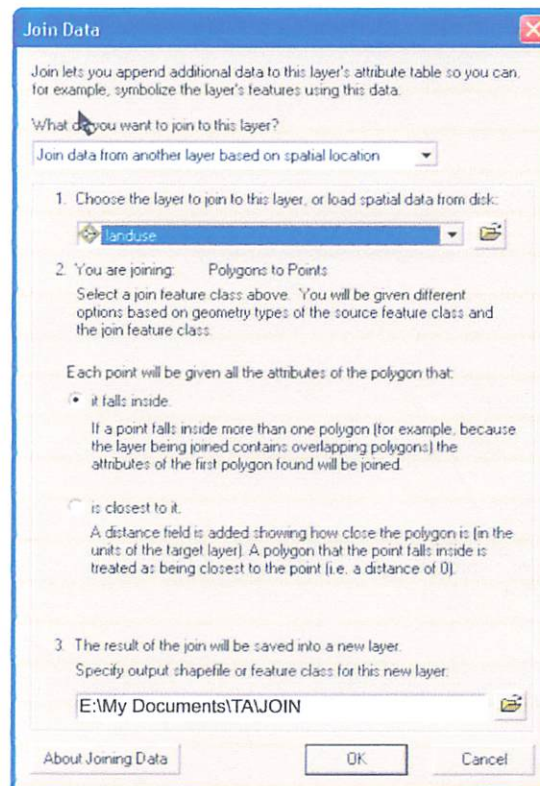
Pemberian data atribut dilakukan dengan join data point dan polygon adapun point dihasilkan dari topologi teks-teks AutoCad, sedangkan polygon dihasilkan dari topologi wilayah administrasi dan pemukiman. Proses penggabungan data tersebut dilakukan dengan memanfaatkan tool *Add Join*



Gambar 3.13 Data spasial polygon pemukiman



Gambar 3.14 Data spasial point dengan atribut pemukiman



Gambar 3.15 Jendela Add join

FID	Shape *	DXF TEXT	KETERANGAN
138	Polygon	P	Pemukiman
139	Polygon	P	Pemukiman
140	Polygon	P	Pemukiman
141	Polygon	P	Pemukiman
142	Polygon	P	Pemukiman
143	Polygon	P	Pemukiman
144	Polygon	P	Pemukiman
145	Polygon	P	Pemukiman
146	Polygon	P	Pemukiman
147	Polygon	P	Pemukiman
148	Polygon	P	Pemukiman
149	Polygon	P	Pemukiman
150	Polygon	P	Pemukiman
151	Polygon	P	Pemukiman
152	Polygon	P	Pemukiman
153	Polygon	P	Pemukiman
154	Polygon	P	Pemukiman
155	Polygon	P	Pemukiman
156	Polygon	P	Pemukiman
157	Polygon	P	Pemukiman
158	Polygon	P	Pemukiman
159	Polygon	P	Pemukiman
160	Polygon	P	Pemukiman

Gambar 3.16 Data spasial polygon pemukiman yang sudah mempunyai atribut.

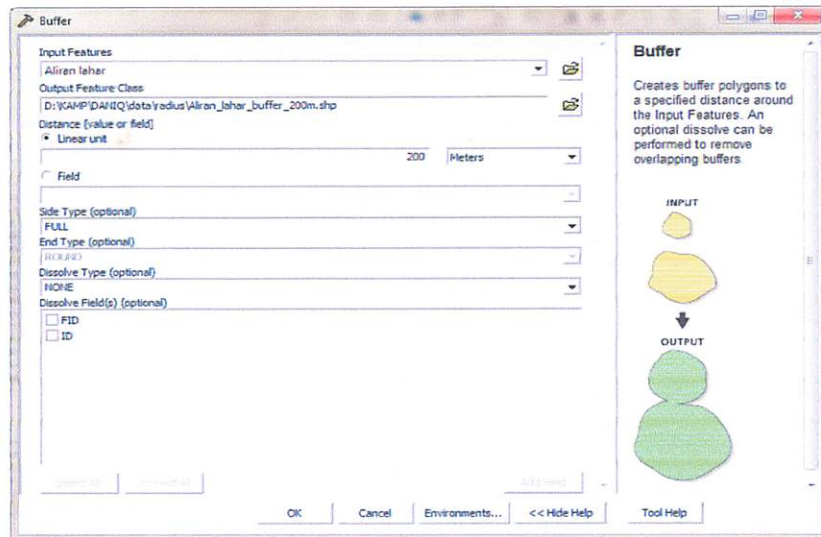
3.2.7 Proses data

Proses data yang dimaksud adalah proses data Shapefile yang nantinya digunakan sebagai bahan analisa penentuan daerah rawan bencana, arah pengungsian dan lokasi pengungsian.

a. Buffer aliran lahar

Buffer aliran lahar adalah aliran lahar buffer 200 m sebagai toleransi jarak aman terhadap aliran lahar

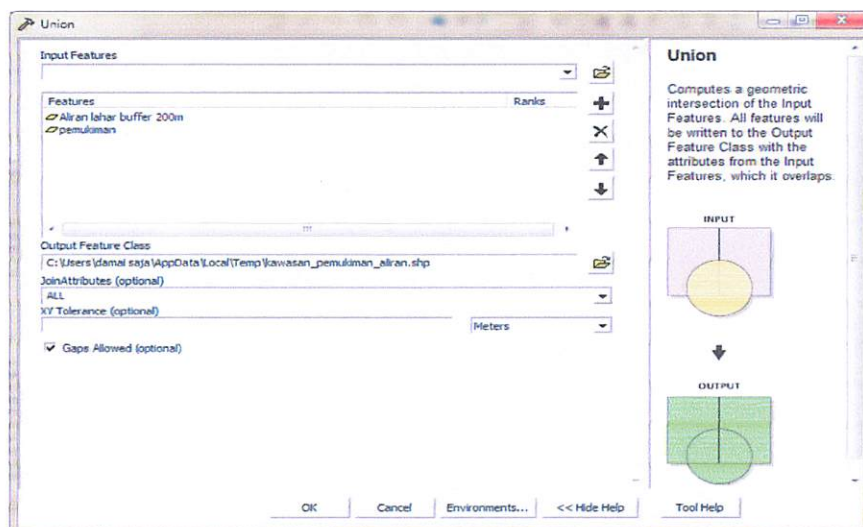
Dengan menggunakan tool *buffer*.



Gambar 3.17 Jendela *buffer*

- b. Tumpang susun (overlay) aliran lahar dengan data pemukiman.

Maksud Overlay disini adalah tumpang susun beberapa peta menjadi satu dengan menggunakan tool *union*. *Union* adalah proses untuk menindaklanjuti proses *buffer*. Data yang diunion adalah aliran lahar buffer 200 meter dengan pemukiman.



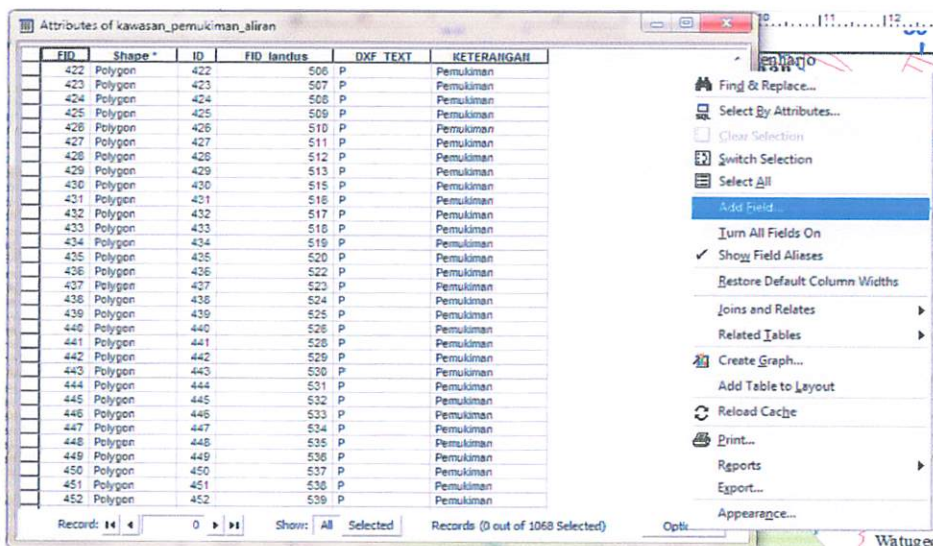
Gambar 3.18 Jendela *union*

FID	Shape*	ID	FID_landus	DXF TEXT	KETERANGAN
422	Polygon	422	506	P	Pemukiman
423	Polygon	423	507	P	Pemukiman
424	Polygon	424	508	P	Pemukiman
425	Polygon	425	509	P	Pemukiman
426	Polygon	426	510	P	Pemukiman
427	Polygon	427	511	P	Pemukiman
428	Polygon	428	512	P	Pemukiman
429	Polygon	429	513	P	Pemukiman
430	Polygon	430	515	P	Pemukiman
431	Polygon	431	516	P	Pemukiman
432	Polygon	432	517	P	Pemukiman
433	Polygon	433	518	P	Pemukiman
434	Polygon	434	519	P	Pemukiman
435	Polygon	435	520	P	Pemukiman
436	Polygon	436	522	P	Pemukiman
437	Polygon	437	523	P	Pemukiman
438	Polygon	438	524	P	Pemukiman
439	Polygon	439	525	P	Pemukiman
440	Polygon	440	526	P	Pemukiman
441	Polygon	441	528	P	Pemukiman
442	Polygon	442	529	P	Pemukiman
443	Polygon	443	530	P	Pemukiman
444	Polygon	444	531	P	Pemukiman
445	Polygon	445	532	P	Pemukiman
446	Polygon	446	533	P	Pemukiman
447	Polygon	447	534	P	Pemukiman
448	Polygon	448	535	P	Pemukiman
449	Polygon	449	536	P	Pemukiman
450	Polygon	450	537	P	Pemukiman
451	Polygon	451	538	P	Pemukiman
452	Polygon	452	539	P	Pemukiman

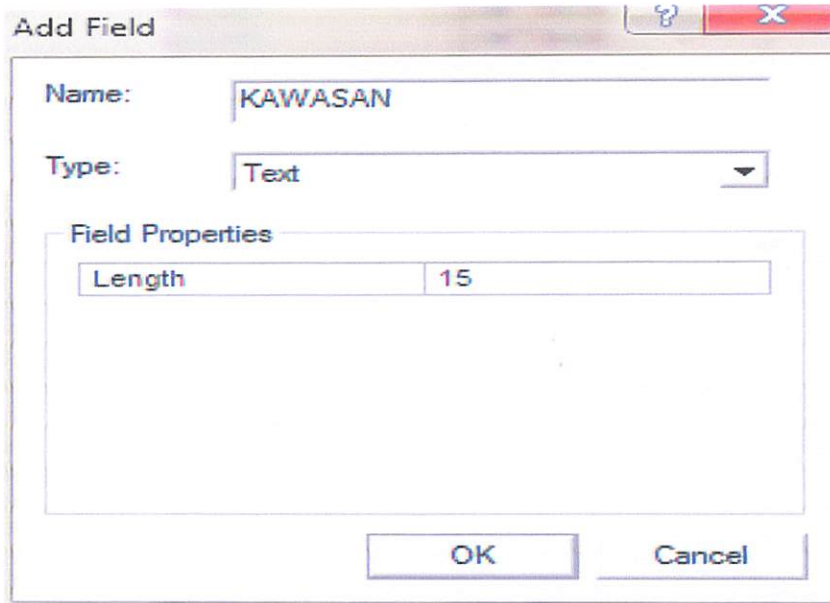
Gambar 3.19 Jendela *Attributes table*

c. Menambah Kolom (*Field*) untuk mengisi atribut

Menambah kolom diperlukan sebagai syarat untuk mengisi atribut pada proses query selanjutnya. Langkah kerjanya dengan memilih *option* pada jendela *Attributes* pilih *add Field* kemudian diisi parameter-parameter yang ada.



Gambar 3.20 Pemilihan *fungsi add field* pada jendela atribut



Gambar 3.21 Jendela *Add Field*

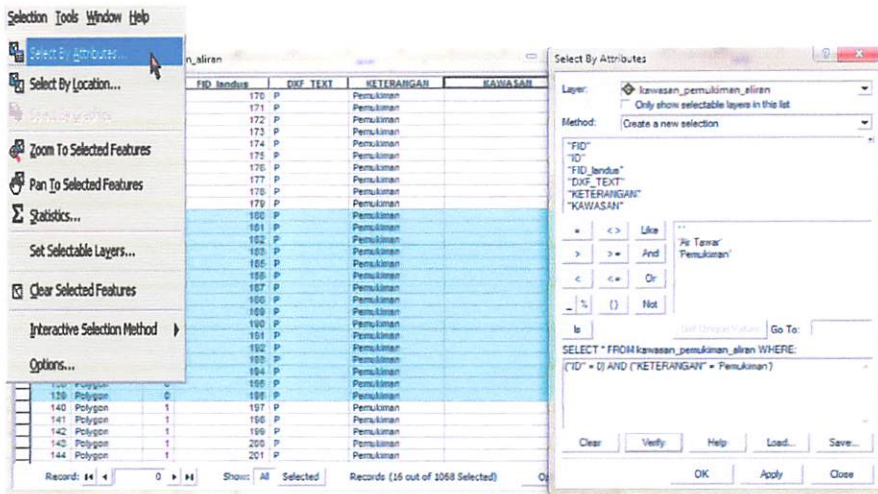
FID	Shape*	ID	FID landus	DXF TEXT	KETERANGAN	KAWASAN
0	Polygon	0	-1			
1	Polygon	1	-1			
2	Polygon	2	-1			
3	Polygon	3	10	AT	Air Tawar	
4	Polygon	4	11	AT	Air Tawar	
5	Polygon	5	13	AT	Air Tawar	
6	Polygon	6	16	AT	Air Tawar	
7	Polygon	7	16	AT	Air Tawar	
8	Polygon	8	20	AT	Air Tawar	
9	Polygon	9	25	AT	Air Tawar	
10	Polygon	10	27	AT	Air Tawar	
11	Polygon	11	26	AT	Air Tawar	
12	Polygon	12	29	AT	Air Tawar	
13	Polygon	13	30	AT	Air Tawar	
14	Polygon	14	34	P	Pemukiman	
15	Polygon	15	35	P	Pemukiman	
16	Polygon	16	36	P	Pemukiman	
17	Polygon	17	37	P	Pemukiman	
18	Polygon	18	38	P	Pemukiman	
19	Polygon	19	39	P	Pemukiman	
20	Polygon	20	40	P	Pemukiman	
21	Polygon	21	41	P	Pemukiman	
22	Polygon	22	42	P	Pemukiman	
23	Polygon	23	43	P	Pemukiman	
24	Polygon	24	44	P	Pemukiman	
25	Polygon	25	47	P	Pemukiman	
26	Polygon	26	48	P	Pemukiman	
27	Polygon	27	49	P	Pemukiman	
28	Polygon	28	50	P	Pemukiman	
29	Polygon	29	51	P	Pemukiman	
30	Polygon	30	52	P	Pemukiman	

Gambar 3.22 Jendela atribut yang telah ditambahkan kolom kawasan

d. Seleksi data untuk analisa daerah aman / tidak aman dengan *Query*.

Fungsi *Query* untuk menyeleksi area pemukiman yang tumpang susun dengan aliran lahar. Langkah kerjanya dengan memilih menu *Select*

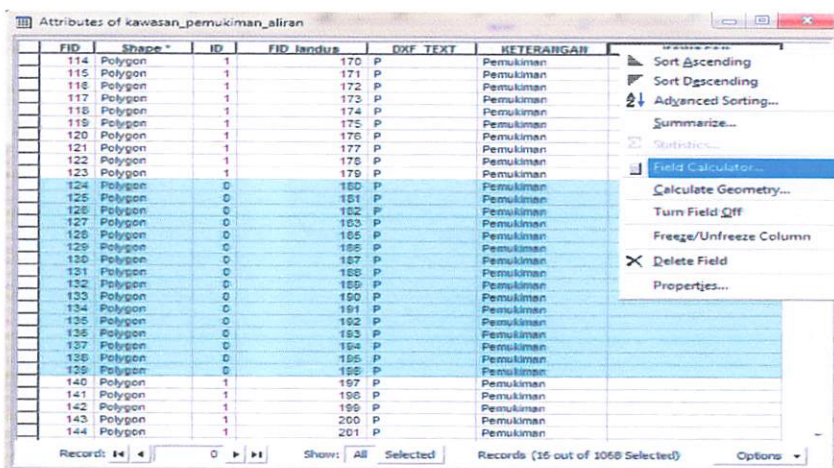
kemudian pilih *Select By Attributes* kemudian mengisi fungsi matematika untuk memilih atribut yang diinginkan.



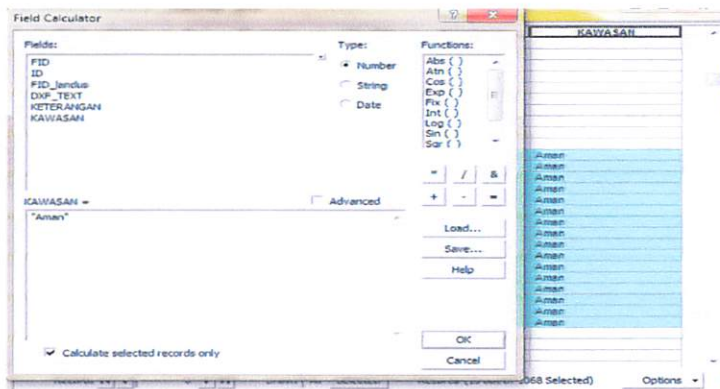
Gambar 3.23 Jendela Query atribut

e. Pengisian atribut

Pengisian atribut adalah memberikan nilai pada baris atribut yang dipilih dengan menggunakan fungsi *calculation*. Fungsi *calculation* digunakan sebagai tindak lanjut dari proses *Query*. Langkah kerjanya adalah dengan klik kanan pada kolom *header* yang akan diberikan nilai kemudian pilih *Field Calculation*.



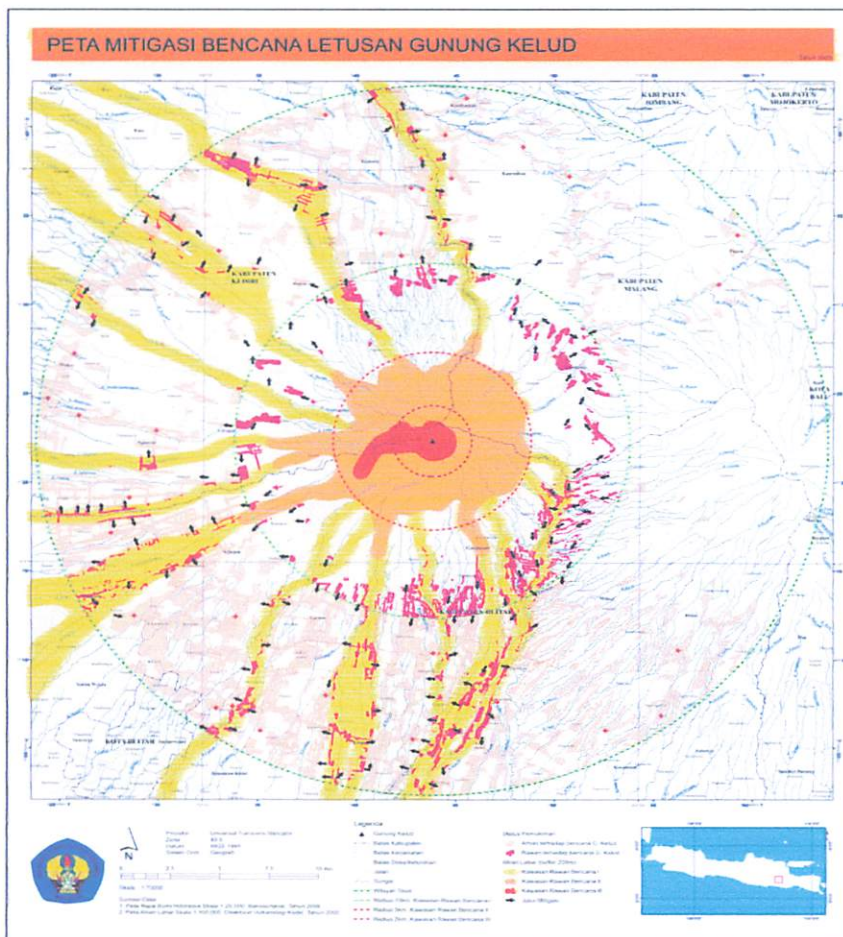
Gambar 3.24 Pemilihan fungsi *calculation*



Gambar 3.25 Pemberian nilai pada baris atribut

f. Layout peta

Layout peta adalah proses penggambaran secara kartografis dari peta-peta hasil olahan. Layout dilakukan dengan menggunakan fasilitas layout pada software ArcGis 9.2 .



Gambar 3.26 Tampilan peta mitigasi bencana menggunakan ArcGis 9.2

3.2.8 Analisa daerah rawan bencana , penentuan arah pengungsian dan daerah pengungsian

a. Analisa daerah rawan

Analisa daerah rawan adalah analisa dari data yang diperoleh dari tumpang susun data (*overlay*) antara peta aliran lahar, kawasan rawan bencana, pemukiman dan administrasi. Analisa tersebut mencakup hasil luasan rawan bencana terhadap luas pemukiman dalam wilayah administrasi.

Tabel 3.1 Daerah rawan bencana dan Lokasi pengungsian.

KABUPATEN	KECAMATAN	No	DESA PENGUNGS	LOKASI PENGUNGSIAN
BLITAR	GANDUSARI	1	Desa Slorok	Desa Sukosewu
		2	Desa Ngaringan	Desa Ngaringan
		3	Desa Babadan	Desa Babadan
				Desa Ngaringan
		4	Desa Slumbung	Desa Wlingi
		5	Desa Agantru	Desa Tegalsari
		6	Desa Semen	Desa Tegalsari
		7	Desa Pagersari	Desa Tegalsari
		8	Desa Benol	Desa Benol
				Desa Kotes
				Desa Tambakan
		10	Desa Gondang	Desa Gondang
		11	Desa Pagersari	Desa Pagersari
	GARUM	1	Desa Karangrejo	Desa Karangrejo
		2	Desa Sidodadi	Desa Sidodadi
		3	Desa Tawang Sari	Desa Tawang Sari
		4	Desa Sumberdiren	Desa Sumberdiren
		5	Desa Garum	Desa Garum
		6	Desa Pojok	Desa Pojok
		7	Desa Sumberagung	Desa Sumberagung
			Desa Sidodadi	
	TALUN	1	Desa Kendalrejo	Desa Kendalrejo
		2	Desa Jeblog	Desa Kendalrejo
		3	Desa Pasirharjo	Desa Kendalrejo
		4	Desa Bendosewu	Desa Bendosewu
		5	Desa Bajang	Desa Bajang
		6	Desa Talun	Desa Talun
		7	Desa Kaneron	Desa Kaneron
		8	Desa Jambewangi	Desa Jambewangi
		9	Desa Wonorejo	Desa Wonorejo
	WLINGI	1	Desa Tangkil	Desa Tangkil
		2	Desa Wlingin	Desa Wlingin
		3	Desa Tembalang	Desa Tembalang
		4	Desa Ngadirejo	Desa Ngadirejo
		5	Desa Tegalsari	Desa Ngadirejo

		6	Desa Jambewangi	Desa Jambewangi
		7	Desa Bajang	Desa Bajang
		8	Desa Babadan	Desa Tambakan
		9	Desa Tegalsari	Desa Tegalsari
	NGLEGOK	1	Desa Madongan	Desa Madongan
		2	Desa Penataran	Desa Penataran
		3	Desa Karangbendo	Desa Karangbendo
		4	Desa Sidorejo	Desa Sidorejo
	PONGGOK	1	Desa Ngoran	Desa Ngoran
		2	Desa Candirejo	Desa Candirejo
		3	Desa Sidorejo	Desa Sidorejo
KEDIRI	KANDANGAN	1	Desa Kandangan	Desa Kandangan
	PARE	1	Desa Sidorejo	Desa Sidorejo
	KEPUNG	1	Desa Besowo	Desa Besowo
		2	Desa Brumbung	Desa Brumbung
		3	Desa Damarwulan	Desa Damarwulan
		4	Desa Kampungbaru	Desa Kampungbaru
		5	Desa Kebonrejo	Desa Kampungbaru
		6	Desa Kepung	Desa Kepung
		7	Desa Krenceng	Desa Krenceng
		8	Desa Simaan	Desa Simaan
	NGANCAR	1	Desa Babadan	Desa Babadan
		2	Desa Bedali	Desa Bedali
		3	Desa Manggis	Desa Manggis
		4	Desa Manggis	Desa Pandantoyo
		5	Desa Margourip	Desa Margourip
		6	Desa Sempu	Desa Sempu
		7	Desa Sidorejo	Desa Sidorejo
		8	Desa Sugihwaras	Desa Sugihwaras
	PLOSOKLATEN	1	Desa Jarak	Desa Jarak
		2	Desa Plosokidul	Desa Plosokidul
		3	Desa Pranggang	Desa Plosoklaten
		4	Desa Sepawon	Desa Sepawon
				Desa Wonorejo Trisula
		5	Desa Wonorejo Trisula	Desa Wonorejo Trisula
		6	Desa Sumberagung	Desa Sumberagung
				Desa Pranggang
	PUNCU	1	Desa Asmorobangun	Desa Asmorobangun
		2	Desa Gadung	Desa Gadung
		3	Desa Manggis	Desa Manggis
		4	Desa Gadung	Desa Manggis
		5	Desa Puncu	Desa Puncu
		6	Desa Satak	Desa Satak
		7	Desa Sidomulya	Desa Sidomulya
		8	Desa Watugede	Desa Watugede
		9	Desa Wonorejo	Desa Wonorejo
				Desa Kepung
MALANG	KASEMBON	1	Desa Pondokagung	Desa Pondokagung
		2	Desa Bayem	Desa Bayem
		3	Desa Sukosari	Desa Sukosari
	NGANTANG	1	Desa abantru	Desa Purworejo
		2	Desa Purworejo	Desa Purworejo
		3	Desa Banturejo	Desa Kaumrejo
		4	Desa Pandansari	Desa Kaumrejo
		5	Desa Mulyorejo	Desa Mulyorejo
		6	Desa Krisik	Desa Mulyorejo

b. Analisa lokasi pengungsian

Analisa lokasi pengungsian yaitu, menentukan daerah mana saja yang menjadi lokasi pengungsian dari daerah rawan bencana. Lokasi pengungsian ini diterjemahkan dalam wilayah administrasi desa.

Tabel 3.2 Lokasi Pengungsian dan daerah pengungsi :

KABUPATEN	KECAMATAN	No	LOKASI PENGUNGSIAN	DESA PENGUNGS
BLITAR	GANDUSARI	1	Desa Sukosewu	Desa Slorok
		2	Desa Ngaringan	Desa Ngaringan
				Desa Babadan
		3	Desa Babadan	Desa Babadan
		4	Desa Wlingi	Desa Slumbung
		5	Desa Tegalsari	Desa Agantru
				Desa Semen
				Desa Pagersari
		6	Desa Benol	Desa Benol
		7	Desa Kotes	Desa Benol
		8	Desa Tambakan	Desa Tambakan
		9	Desa Gondang	Desa Gondang
		10	Desa Pagersari	Desa Pagersari
GARUM	GARUM	1	Desa Karangrejo	Desa Karangrejo
		2	Desa Sidodadi	Desa Sidodadi
				Desa Sumberagung
		3	Desa Tawang Sari	Desa Tawang Sari
		4	Desa Sumberdiren	Desa sumberdiren
		5	Desa Garum	Desa Garum
		6	Desa Pojok	Desa Pojok
TALUN	TALUN	7	Desa Sumberagung	Desa Sumberagung
		1	Desa Kendalrejo	Desa Kendalrejo
				Desa Jeblog
				Desa Pasirharjo
		2	Desa Bendosewu	Desa Bendosewu
		3	Desa Bajang	Desa Bajang
		4	Desa Talun	Desa Talun
		5	Desa Kaneron	Desa Kaneron
		6	Desa Jambewangi	Desa Jambewangi
		7	Desa Wonorejo	Desa Wonorejo
WLINGI	WLINGI	1	Desa Tangkil	Desa Tangkil
		2	Desa Wlingin	Desa Wlingin
		3	Desa Tembalang	Desa Tembalang
		4	Desa Ngadirejo	Desa Ngadirejo
				Desa Tegalsari
		5	Desa Jambewangi	Desa Jambewangi
		6	Desa Bajang	Desa Bajang
		7	Desa Tambakan	Desa Babadan
NGLEGOK	NGLEGOK	8	Desa Tegalsari	Desa Tegalsari
		1	Desa Madongan	Desa Madongan
		2	Desa Penataran	Desa Penataran
		3	Desa Karangbendo	Desa Karangbendo
PONGGOK	PONGGOK	4	Desa Sidorejo	Desa Sidorejo
		1	Desa Ngoran	Desa Ngoran

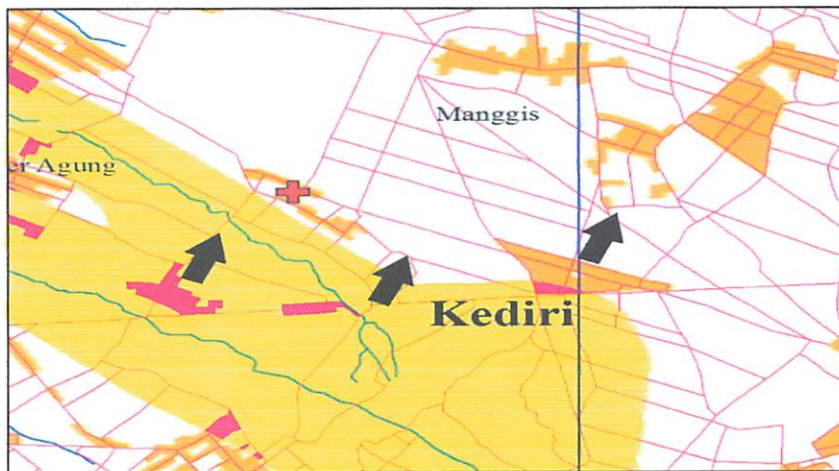
		2	Desa Candirejo	Desa Candirejo
		3	Desa Sidorejo	Desa Sidorejo
KEDIRI	KANDANGAN	1	Desa Kandangan	Desa Kandangan
	PARE	1	Desa Sidorejo	Desa Sidorejo
	KEPUNG	1	Desa Besowo	Desa Besowo
		2	Desa Brumbung	Desa Brumbung
		3	Desa Damarwulan	Desa Damarwulan
		4	Desa Kampungbaru	Desa Kampungbaru
				Desa Kebonrejo
		5	Desa Kepung	Desa Kepung
		6	Desa Krenceng	Desa Krenceng
		7	Desa Simaan	Desa Simaan
	NGANCAR	1	Desa Babadan	Desa Babadan
		2	Desa Bedali	Desa Bedali
		3	Desa Manggis	Desa Manggis
		4	Desa Pandantoyo	Desa Manggis
		5	Desa Margourip	Desa Margourip
		6	Desa Sempu	Desa Sempu
		7	Desa Sidorejo	Desa Sidorejo
		8	Desa Sugihwaras	Desa Sugihwaras
	PLOSOKLATEN	1	Desa Jarak	Desa Jarak
		2	Desa Plosokidul	Desa Plosokidul
		3	Desa Plosoklaten	Desa Pranggang
		4	Desa Sepawon	Desa Sepawon
		5	Desa Wonorejo Trisula	Desa Wonorejo Trisula
				Desa Sepawon
		6	Desa Sumberagung	Desa Sumberagung
		7	Desa Pranggang	Desa Sumberagung
	PUNCU	1	Desa Asmorobangun	Desa Asmorobangun
		2	Desa Gadung	Desa Gadung
		3	Desa Manggis	Desa Manggis
				Desa Gadung
		4	Desa Puncu	Desa Puncu
		5	Desa Satak	Desa Satak
		6	Desa Sidomulya	Desa Sidomulya
		7	Desa Watugede	Desa Watugede
		8	Desa Wonorejo	Desa Wonorejo
		9	Desa Kepung	Desa Wonorejo
MALANG	KASEMBON	1	Desa Pondokagung	Desa Pondokagung
		2	Desa Bayem	Desa Bayem
		3	Desa Sukosari	Desa Sukosari
	NGANTANG	1	Desa Purworejo	Desa abantru
				Desa Purworejo
		2	Desa Kaumrejo	Desa Banturejo
				Desa Pandansari
		3	Desa Mulyorejo	Desa Mulyorejo
				Desa Krisik

Selain analisa diatas juga terdapat analisa desa mana saja yang mengungsi kedesa tertentu seperti ditunjukkan contoh tabel berikut :

KABUPATEN	KECAMATAN	No	LOKASI PENGUNGSIAN	DESA PENGUNGSI
BLITAR	GANDUSARI	1	Desa Tegalsari	Desa Agantru
KEDIRI	KEPUNG	1	Desa Kebonrejo	Desa Kampungbaru
MALANG	NGANTANG	1	Desa Banturejo	Desa Kaumrejo

c. Analisa penentuan jalur mitigasi (arah pengungsian)

Analisa arah pengungsian adalah interpretasi arah pengungsian lokasi pemukiman rawan bencana berdasar pada kemudahan akses jalan terhadap lokasi pemukiman terdekat. Arah dari jalur mitigasi digambarkan dengan anak panah dengan dasar dari tampilan Peta mitigasi bencana yang telah dibuat sebelumnya. Peta Jalur Mitigasi terlampir.



Gambar 3.27 Hasil analisa arah pengungsian

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Wilayah Studi

Batas studi dalam penelitian ini terdiri atas 4 kawasan zona radius diantaranya adalah radius 2 km dari pusat kawah yang mana daerah ini termasuk dalam kawasan rawan bencana III, radius 5 km masuk kawasan rawan bencana II kemudian radius 10 km masuk kawasan rawan bencana I atau masuk kawasan siaga, batas studi tersebut terbagi menjadi 3 wilayah administrasi kabupaten dan 2 kota yaitu diantaranya adalah Kabupaten Blitar dan kota, Kabupaten Malang dan kota, serta Kabupaten Kediri. Dimana kabupaten Blitar terdiri dari 11 kecamatan dan 63 kelurahan , Kota blitar terdiri dari 2 kecamatan dan 4 kelurahan, Kabupaten Kediri terdiri dari 7 kecamatan dan 50 kelurahan sedangkan Kabupaten Malang terdiri dari 7 kecamatan dan 31 kelurahan dan kota malang terdiri dari 1 kecamatan dan 2 kelurahan..

4.2 Analisa daerah rawan bencana

Analisa daerah rawan bencana yang diperoleh dari penggabungan data aliran lahar, pemukiman, administrasi dan kawasan rawan bencana I, II dan III diterjemahkan dalam tabel (Tabel terlampir),

Untuk mencari prosentase luasan wilayah yang ingin diketahui , menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\frac{\text{Luas total kelurahan/kecamatan (rawan, siaga tidak aman (Ha))}}{\text{Luas total kelurahan/kecamatan (Ha)}} \times 100 = \dots \%$$

4.3 Analisa lokasi pengungsian

Lokasi pengungsian ini diterjemahkan dalam wilayah administrasi desa yang ditujukan untuk mengetahui desa mana yang menjadi daerah pengungsian dari daerah rawan bencana dan juga desa mana saja yang mengungsi ke desa tertentu.

Tabel 4.5 Lokasi pengungsian dan Desa Pengungsi :

KABUPATEN	KECAMATAN	No	LOKASI PENGUNGSIAN	DESA PENGUNGS
BLITAR	GANDUSARI	1	Desa Sukosewu	Desa Slorok
		2	Desa Ngaringan	Desa Ngaringan
				Desa Babadan
		3	Desa Babadan	Desa Babadan
		4	Desa Wlingi	Desa Slumbang
		5	Desa Tegalsari	Desa Agantru
				Desa Semen
				Desa Pagersari
		6	Desa Benol	Desa Benol
		7	Desa Kotes	Desa Benol
		Desa Tambakan		
		Desa Gondang		
		Desa Pagersari	Desa Pagersari	
	GARUM	1	Desa Karangrejo	Desa Karangrejo
		2	Desa Sidodadi	Desa Sidodadi
				Desa Sumberagung
		3	Desa Tawangsari	Desa Tawangsari
		4	Desa Sumberdiren	Desa sumberdiren
		5	Desa Garum	Desa Garum
		6	Desa Pojok	Desa Pojok
		7	Desa Sumberagung	Desa Sumberagung
	TALUN	1	Desa Kendalrejo	Desa Kendalrejo
				Desa Jeblog
				Desa Pasirharjo
		2	Desa Bendosewu	Desa Bendosewu
		3	Desa Bajang	Desa Bajang
		4	Desa Talun	Desa Talun
		5	Desa Kaneron	Desa Kaneron
		6	Desa Jambewangi	Desa Jambewangi
		7	Desa Wonorejo	Desa Wonorejo
		WLINGI	1	Desa Tangkil
	2		Desa Wlingin	Desa Wlingin
	3		Desa Tembalang	Desa Tembalang
	4		Desa Ngadirejo	Desa Ngadirejo
				Desa Tegalsari
	5		Desa Jambewangi	Desa Jambewangi
	6		Desa Bajang	Desa Bajang
	7		Desa Tambakan	Desa Babadan
	NGLEGOK	8	Desa Tegalsari	Desa Tegalsari
		1	Desa Madongan	Desa Madongan

		2	Desa Penataran	Desa Penataran
		3	Desa Karangbendo	Desa Karangbendo
		4	Desa Sidorejo	Desa Sidorejo
	PONGGOK	1	Desa Ngoran	Desa Ngoran
		2	Desa Candirejo	Desa Candirejo
		3	Desa Sidorejo	Desa Sidorejo
KEDIRI	KANDANGAN	1	Desa Kandangan	Desa Kandangan
	PARE	1	Desa Sidorejo	Desa Sidorejo
	KEPUNG	1	Desa Besowo	Desa Besowo
		2	Desa Brumbung	Desa Brumbung
		3	Desa Datarwulan	Desa Datarwulan
		4	Desa Kampungbaru	Desa Kampungbaru
		5	Desa Kepung	Desa Kepung
		6	Desa Krenceng	Desa Krenceng
		7	Desa Simaan	Desa Simaan
	NGANCAR	1	Desa Babadan	Desa Babadan
		2	Desa Bedali	Desa Bedali
		3	Desa Manggis	Desa Manggis
		4	Desa Pandantoyo	Desa Manggis
		5	Desa Margourip	Desa Margourip
		6	Desa Sempu	Desa Sempu
		7	Desa Sidorejo	Desa Sidorejo
		8	Desa Sugihwaras	Desa Sugihwaras
	PLOSOKLATEN	1	Desa Jarak	Desa Jarak
		2	Desa Plosokidul	Desa Plosokidul
		3	Desa Plosoklaten	Desa Pranggang
		4	Desa Sepawon	Desa Sepawon
		5	DesaWonorejoTrisula	DesaWonorejoTrisula
		6	Desa Sumberagung	Desa Sumberagung
		7	Desa Pranggang	Desa Sumberagung
	PUNCU	1	Desa Asmorobangun	Desa Asmorobangun
		2	Desa Gadung	Desa Gadung
		3	Desa Manggis	Desa Manggis
		4	Desa Puncu	Desa Gadung
		5	Desa Satak	Desa Puncu
		6	Desa Sidomulya	Desa Satak
		7	Desa Watugede	Desa Sidomulya
		8	Desa Wonorejo	Desa Watugede
		9	Desa Kepung	Desa Wonorejo
MALANG	KASEMBON	1	Desa Pondokagung	Desa Pondokagung
		2	Desa Bayem	Desa Bayem
		3	Desa Sukosari	Desa Sukosari
	NGANTANG	1	Desa Purworejo	Desa abantru
		2	Desa Kaumrejo	Desa Purworejo
		3	Desa Mulyorejo	Desa Banturejo
				Desa Pandansari
				Desa Mulyorejo
				Desa Krisik

Desa yang aman tersebut adalah tempat pengungsian bagi desa-desa rawan disekitarnya. Kabupaten Blitar terdapat 39 desa yang aman, terbagi dalam 6 kecamatan, Kabupaten Kediri terdapat 33 desa yang aman, terbagi dalam 6 kecamatan, sedangkan Kabupaten Malang terdapat 6 desa yang aman , terbagi dalam 2 kecamatan,

4.4 Analisa penentuan jalur mitigasi bencana (arah pengungsian)

Analisa jalur mitigasi (arah pengungsian) adalah interpretasi lokasi pemukiman rawan bencana berdasar pada kemudahan akses jalan terhadap lokasi pemukiman terdekat. Arah dari jalur mitigasi digambarkan dengan anak panah dengan dasar dari tampilan Peta mitigasi bencana yang telah dibuat sebelumnya. Peta Jalur Mitigasi terlampir.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian penyajian peta mitigasi bencana letusan Gunung Kelud menggunakan sistem Informasi Geografis (SIG) untuk :

1. Daerah rawan bencana yang diperoleh dari penggabungan data aliran lahar, pemukiman, administrasi dan kawasan rawan bencana I, II dan III

Desa rawan bencana adalah desa pengungsi yang akan menempati desa aman disekitarnya. Kabupaten Blitar terdapat 43 desa yang rawan, terbagi dalam 6 kecamatan, Kabupaten Kediri terdapat 34 desa yang rawan, terbagi dalam 6 kecamatan, sedangkan Kabupaten Malang terdapat 10 desa yang rawan, terbagi dalam 2 kecamatan,

2. Desa aman tersebut adalah tempat pengungsian bagi desa-desa rawan disekitarnya. Kabupaten Blitar terdapat 63 desa yang aman, terbagi dalam 6 kecamatan, Kabupaten Kediri terdapat 50 desa yang aman, terbagi dalam 6 kecamatan, sedangkan Kabupaten Malang terdapat 30 desa yang aman terbagi dalam 2 kecamatan, kota Blitar terdapat 4 desa yang aman sedangkan kota Batu terdapat 2 desa yang aman.

3. Analisa penentuan jalur mitigasi bencana (arah pengungsian)

Analisa jalur mitigasi (arah pengungsian) adalah interpretasi lokasi pemukiman rawan bencana berdasar pada kemudahan akses jalan terhadap lokasi pemukiman terdekat. Arah dari jalur mitigasi digambarkan dengan anak panah

Daftar Pustaka

- Coburn, A.W**, 1994, *Mitigasi bencana*, Program pelatihan manajemen bencana.
- Aranoff, S**, 1989, *GIS : A management Perspective*, WDL Publications, Ottawa, Canada
- Handoyo, Y.S**, 1997, *Sistem Informasi Geografis*, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Jurusan Teknik Geodesi ITN Malang.
- Prahasta, E**, 2001, *Konsep-konsep dasar Sistem Informasi Geografi*, penerbit Informatika Bandung.
- Rindanata, G**, 2008 , *Prediksi daerah rawan banjir lahar dingin G. Kelud dengan Metode Penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis*, Fakultas teknik sipil Dan Perencanaan Jurusan Teknik Geodesi.
- Wasono, H.T**, 2007, [http://Siaga Bencana.Com](http://SiagaBencana.Com) ,www.Geogle.com, 05 Agustus 2008.

berdasarkan hasil dari tampilan peta mitigasi bencana yang telah dibuat sebelumnya (Peta Jalur Mitigasi terlampir).

5.2 Saran

Saran yang dapat kami berikan sebagai bahan pertimbangan untuk kegiatan penelitian selanjutnya dengan menggunakan sistem Informasi Geografis adalah sebagai berikut :

1. Untuk kajian yang lebih mendetail dalam menentukan tempat pengungsian sebaiknya dikaji juga sosial ekonomi, sarana prasarana/infrastruktur pendukung meliputi telekomunikasi, air bersih dan penerangan serta keamanan.
2. Melihat dari luasnya daerah pemukiman yang rawan terhadap bencana letusan Gunung Kelud, sebaiknya pemerintah memberikan perhatian khusus dalam menentukan dan memfasilitasi lokasi pengungsian.
3. Untuk menghasilkan hasil yang sempurna seyogyanya ada kemudahan dan kelengkapan informasi dari pihak – pihak instansi terkait untuk kelengkapan data yang diperlukan.

LAMPIRAN

No	KELURAHAN	Aman			Siaga			Tidak Aman			Luas Total
		Bagian	Luas (HA)	%	Bagian	Luas (HA)	%	Bagian	Luas (HA)	%	
1	Asmoro Bangun	6	981.7130	71%	4	15.2540	1%	10	387.3000	28%	1384.2670
2	Babadan	7	1534.1060	97%	2	48.7200	3%	4	0.7060	0%	1583.5320
3	Bedali	7	452.8380	84%			0%	2	85.9510	16%	538.7890
4	Besowo	4	189.4260	8%	7	1208.6700	53%	9	863.6440	38%	2261.7400
5	Brenggolo	2	22.3270	100%			0%			0%	22.3270
6	Brumbung	8	359.7070	74%			0%	3	127.6470	26%	487.3540
7	Damarwulan	8	520.4140	75%			0%	7	176.4130	25%	696.8270
8	Gadung	10	599.0010	68%			0%	8	286.5530	32%	885.5540
9	Jagul	9	531.6430	100%			0%			0%	531.6430
10	Jajar	4	52.1200	100%			0%			0%	52.1200
11	Jarak	11	751.9520	70%			0%	4	319.5000	30%	1071.4520
12	Jerukgulang	5	130.2290	100%			0%			0%	130.2290
13	Kampungbaru	7	671.2240	88%	2	95.4020	12%			0%	766.6260
14	Kandangan	4	83.7530	57%			0%	5	62.3470	43%	146.1000
15	Kayunan	4	40.2930	100%			0%			0%	40.2930
16	Kebonrejo	3	81.4760	9%	3	732.3760	83%	2	65.9360	7%	879.7880
17	Kelino	11	659.9110	100%			0%			0%	659.9110
18	Kencong	10	272.1280	100%			0%			0%	272.1280
19	Kepung	9	1350.7450	95%			0%	5	65.2150	5%	1415.9600
20	Klampisan	4	15.0190	100%			0%			0%	15.0190
21	Krenceng	16	658.6610	91%			0%	11	67.3030	9%	725.9640
22	Kunjang	10	666.6320	74%			0%	1	235.8180	26%	902.4500
23	Manggis	20	1632.6700	71%			0%	15	679.8920	29%	2312.5620
24	Margourip	5	692.2480	74%			0%	5	245.4560	26%	937.7040
25	Medowo	4	236.4320	100%			0%			0%	236.4320
26	Mlancu	9	828.2980	100%			0%			0%	828.2980
27	Ngancar	9	591.1850	81%	3	5.1210	1%	2	133.2550	18%	729.5610

28	Pandantoyo	9	703.1260	98%			0%	1	14.0520	2%	717.1780
29	Panjul	13	315.3890	95%			0%	2	18.2260	5%	333.6150
30	Plaosan	2	43.4080	100%			0%			0%	43.4080
31	Ploso Kidul	6	703.1400	80%			0%	9	174.9340	20%	878.0740
32	Ploso Lor	9	228.2900	100%			0%			0%	228.2900
33	Pranggang	12	545.4510	87%			0%	4	79.2620	13%	624.7130
34	Puncu	1	6.9500	0%	8	1005.3800	54%	11	836.4400	45%	1848.7700
35	Satak	4	550.3900	27%	4	850.6730	42%	9	605.3360	30%	2006.3990
36	Sempu	3	148.8570	9%	4	448.7910	27%	15	1046.3070	64%	1643.9550
37	Sepawon	10	720.5730	26%	5	1028.6990	38%	10	972.3320	36%	2721.6040
38	Sidomulyo	7	344.0820	84%			0%	3	66.4150	16%	410.4970
39	Sidorejo	2	22.2710	29%			0%	4	55.5270	71%	77.7980
40	Simaan	6	506.7490	83%			0%	4	106.8630	17%	613.6120
41	Sugiharas	1	0.2920	0%	6	612.2430	63%	8	365.7790	37%	978.3140
42	Sumber Agung	14	513.7970	37%			0%	15	870.2240	63%	1384.0210
43	Tawang	7	231.5340	94%			0%	1	14.9310	6%	246.4650
44	Tempurejo	7	396.3550	100%			0%			0%	396.3550
45	Tertek	10	27.3690	100%			0%			0%	27.3690
46	Tunge	9	406.9840	100%			0%			0%	406.9840
47	Wates	3	37.1330	100%			0%			0%	37.1330
48	Watugede	10	373.7160	81%			0%	5	85.6600	19%	459.3760
49	Wonorejo	3	341.7990	42%			0%	20	479.2640	58%	821.0630
50	Wonorejo Trisula	12	939.7720	79%			0%	6	255.6280	21%	1195.4000
Total Kabupaten			22713.5780	59%		6051.3290	16%		9850.1160	26%	38615.0230

Tabel 4.2 Hasil Analisa Kabupaten Biliar

No	KELURAHAN	Aman			Siaga			Tidak Aman			Luas Kelurahan
		Bagian	Luas (HA)	%	Bagian	Luas (HA)	%	Bagian	Luas (HA)	%	
1	Ngantnu	1	406.4300	19%	21	961.5810	44%	15	816.8240	37%	2184.8350
2	Bacem	4	13.9480	100%			0%			0%	13.9480
3	Balerejo	22	851.7340	100%			0%			0%	851.7340
4	Bangle	3	75.2550	100%			0%			0%	75.2550
5	Bangsri	19	456.0870	100%			0%			0%	456.0870
6	Bendosewu	11	112.0540	53%			0%	9	98.5000	47%	210.5540
7	Benol	30	963.1060	58%	6	68.1300	4%	11	624.7330	38%	1655.9690
8	Candirejo	11	378.9730	34%			0%	35	738.2980	66%	1117.2710
9	Doko	13	241.9580	100%			0%			0%	241.9580
10	Duren	5	45.9700	93%			0%	1	3.6180	7%	49.5880
11	Genengan	15	369.4970	100%			0%			0%	369.4970
12	Gleteng	8	83.8040	100%			0%			0%	83.8040
13	Gondang	9	219.6380	91%			0%	3	21.2070	9%	240.8450
14	Jambe Wangi	11	222.2870	51%			0%	8	213.1630	49%	435.4500
15	Jambepawon	36	979.5610	100%			0%			0%	979.5610
16	Jeblog	3	3.1610	24%			0%	6	10.0100	76%	13.1710
17	Jenang	7	16.1710	100%			0%			0%	16.1710
18	Jiwut	12	443.5770	100%			0%			0%	443.5770
19	Kalimanis	15	1063.3150	100%			0%			0%	1063.3150
20	Kalipucung	2	33.1860	69%			0%	1	15.1860	31%	48.3720
21	Karangbendo	32	889.1610	72%			0%	8	350.5920	28%	1239.7530
22	Karangrejo	13	399.6070	17%	14	881.9620	38%	14	1037.7640	45%	2319.3330
23	Kel. Babadan	27	458.1170	19%	3	256.3420	11%	39	1636.7790	70%	2351.2380
24	Kel. Bejang	19	366.0920	44%			0%	16	460.6520	56%	826.7440
25	Kel. Garum	8	241.0720	68%			0%	12	113.6030	32%	354.6750
26	Kel. Kaneron	6	126.6240	40%			0%	6	191.8440	60%	318.4680
27	Kel. Tangkil	7	193.1290	74%			0%	5	66.3740	26%	259.5030
28	Kel. Wilingin	8	142.8670	77%			0%	4	42.0270	23%	184.8940
29	Kenloro	6	295.9810	100%			0%	6	69.8090	10%	295.9810
30	Kendalrejo	12	649.4190	90%			0%			0%	719.2280
31	Kotes	9	244.2320	94%			0%	1	15.1150	6%	259.3470

Tabel 4.3 Hasil Analisa Kabupaten Malang

No	KELURAHAN	Aman			Siaga			Tidak Aman		Luas Kelurahan	
		Bagian	Luas (HA)	%	Bagian	Luas (HA)	%	Bagian	Luas (HA)		%
1	Ngantru			0%	5	709.3790	60%	5	469.9860	40%	1179.3650
2	Balesari	1	47.0650	100%			0%			0%	47.0650
3	Banturejo	1	101.9880	23%	3	338.6370	77%			0%	440.6250
4	Bayem	4	1057.4560	94%			0%	3	63.7540	6%	1121.2100
5	Bendosari	6	1423.7610	100%			0%			0%	1423.7610
6	Jombok	14	597.2180	100%			0%			0%	597.2180
7	Kasembon	11	446.8440	100%			0%			0%	446.8440
8	Kaumrejo	5	549.0030	100%			0%			0%	549.0030
9	Krisik	1	767.7250	50%	7	769.4390	50%	2	8.1440	1%	1545.3080
10	Mulyorejo	18	1016.5750	81%	9	246.2400	19%			0%	1262.8150
11	Ngabab	12	1005.9520	100%			0%			0%	1005.9520
12	Ngantang	14	557.1550	100%			0%			0%	557.1550
13	Ngroto	7	139.4950	100%			0%			0%	139.4950
14	Pagersari	1	210.9250	11%	10	1449.8680	75%	6	280.3220	14%	1941.1150
15	Pait	13	1058.5360	100%			0%			0%	1058.5360
16	Pandansari	1	123.0440	5%	6	1389.1100	56%	6	947.1290	39%	2459.2830
17	Pandesari	1	67.9110	100%			0%			0%	67.9110
18	PondokAgung	6	1431.6550	75%	3	252.8050	13%	12	233.6430	12%	1918.1030
19	Pujon	2	2627.4400	100%			0%			0%	2627.4400
20	Pujon Lor	5	804.6700	100%			0%			0%	804.6700
21	Pujonkidul	4	1186.9090	100%			0%			0%	1186.9090
22	Purworejo	7	1168.5710	98%	4	26.7710	2%			0%	1195.3420
23	Resapombo	1	577.3910	100%			0%			0%	577.3910
24	Sukomulyo	8	1383.4370	100%			0%			0%	1383.4370
25	Sukosari	11	286.7560	61%			0%	6	186.9340	39%	473.6900
26	Sumberstuko	1	0.7450	100%			0%			0%	0.7450
27	Tawang Sari	3	242.7680	100%			0%			0%	242.7680
28	Tulungrejo	18	773.4670	100%			0%			0%	773.4670

29	Waturejo	10	383.6230	100%		0%		0%	383.6230
30	Wonoagung	19	1475.3490	100%		0%		0%	1475.3490
31	Wonosari	1	318.2090	100%		0%		0%	318.2090
Total Kabupaten			21831.6430	75%	5182.2490	18%	2189.9120	7%	29203.8040

No	KELURAHAN	Aman			Siaga			Tidak Aman			Luas Kelurahan
		Bagian	Luas (HA)	%	Bagian	Luas (HA)	%	Bagian	Luas (HA)	%	
	Gedog	5	40.1430	100%							40.1430
	Ngadirejo	17	179.2100	100%							179.2100
	Sentul	16	131.9130	100%							131.9130
	Tanggung	4	10.6930	100%							10.6930
Total Kabupaten			361.9590	100%		0.0000			0.0000		361.9590

No	KELURAHAN	Aman			Siaga			Tidak Aman			Luas Kelurahan
		Bagian	Luas (HA)	%	Bagian	Luas (HA)	%	Bagian	Luas (HA)	%	
	Oro-Oro Ombo	1	382.2100	100%							382.2100
	Pesanggrahan	1	71.3310	100%							71.3310
Total Kabupaten			453.5410	100%		0.0000			0.0000		453.5410



Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2
Malang

SEMINAR HASIL SKRIPSI
JENJANG STRATA SATU (S-1)
JURUSAN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN

NAMA : DANIK SETIOWATI
NIM : 0325005
HARI, TGL : RABU 10/04/09

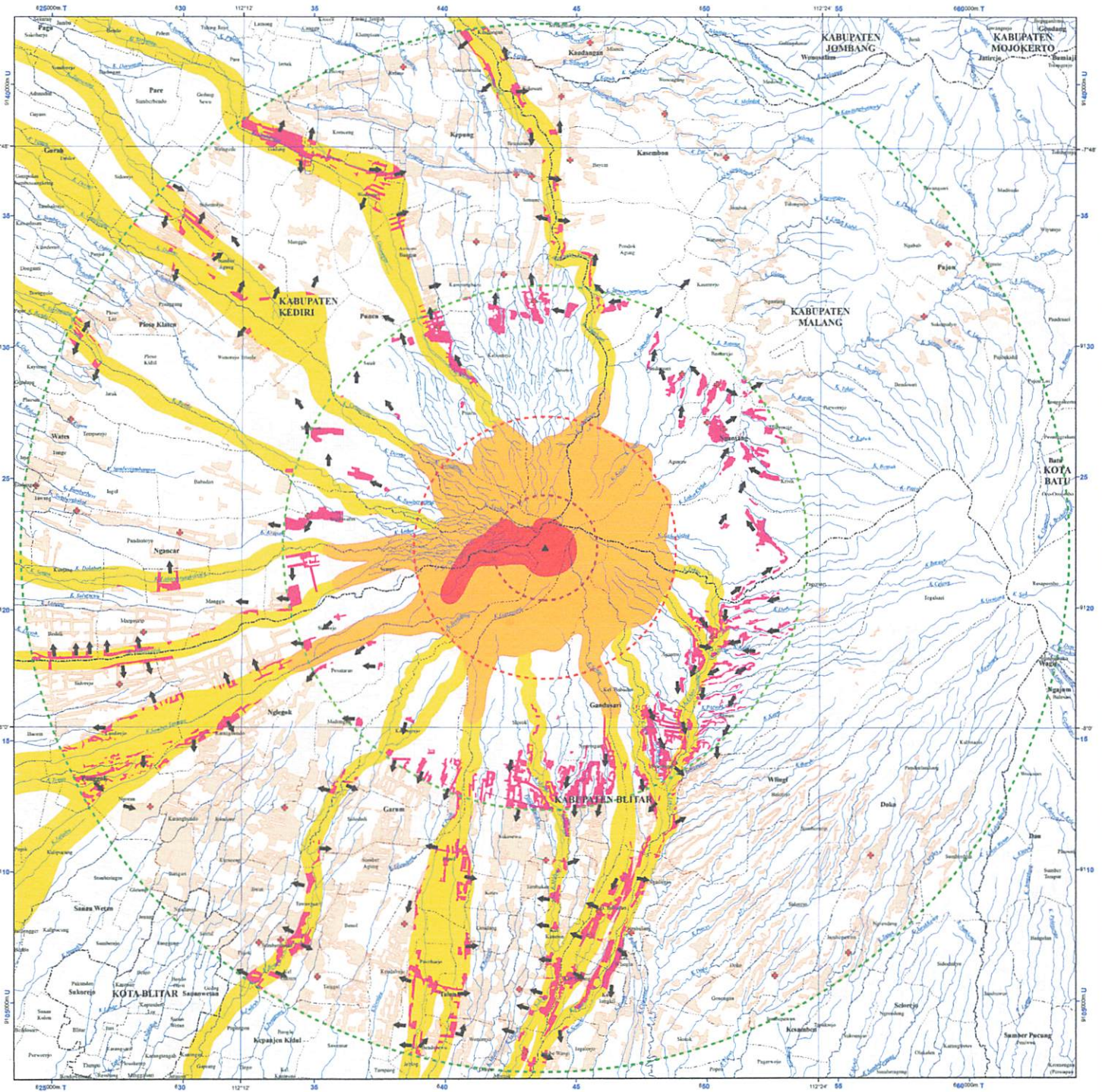
NO	MATERI REVISI
1.	Penulisan nama besar yg telah ditentukan
2.	Peta hasil difokuskan pada hasil output : - peta zona daerah bahaya - peta rencana lokasi yg ditargetkan - peta zona daerah bahaya - peta evaluasi rencana
3.	Kemungkinan dipertajam Jce dipid 15/04/09 B.

DOSEN PENGUJI

(.....)

PETA MITIGASI BENCANA LETUSAN GUNUNG KELUD

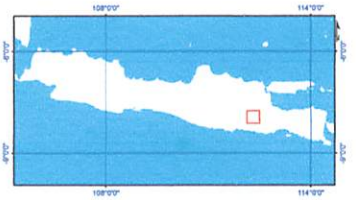
Tahun 2009



Proyekti: Universal Transvers Mercator
 Zona: 49 S
 Datum: WGS 1984
 Sistem Grid: Geografi
 Skala: 1:75000
 Sumber Data:
 1. Peta Rupa Bumi Indonesia Skala 1:25.000. Bakosurtanal, Tahun 2006
 2. Peta Aliran Lahar Skala 1:100.000. Direktorat Vulkanologi Kediri, Tahun 2005

- Legenda**
- ▲ Gunung Kelud
 - Batas Kabupaten
 - Batas Kecamatan
 - Batas Desa/Kelurahan
 - Jalan
 - Sungai
 - Wilayah Studi
 - Radius 10km, Kawasan Rawan Bencana I
 - Radius 5km, Kawasan Rawan Bencana II
 - Radius 2km, Kawasan Rawan Bencana III

- Status Pemukiman**
- Aman terhadap bencana G. Kelud
 - Rawan terhadap bencana G. Kelud
 - Aliran Lahar (buffer 200m)
 - Kawasan Rawan Bencana I
 - Kawasan Rawan Bencana II
 - Kawasan Rawan Bencana III
 - Jalur Mitigasi





SEMINAR HASIL SKRIPSI
JENJANG STRATA SATU (S-1)
JURUSAN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN

NAMA : PANIK : S
NIM : 03 25. 005
HARI, TGL :

NO	MATERI REVISI
①	masukkan nilai ketelitian prosess rectifikasi dan ketelitian atau resolusi alat scanning ?
②	perbaiki tulisan skema paragraf untuk gambar 1 dan penulisannya justify bulan center
③	arah prosess irakuasi masukkan gambar jalannya
④	kata ² peta tidak perlu dimasukkan dalam layout peta untuk peta tematik !
⑤	ACC jilid dan 14/04/2009

DOSEN PENGUJI

(.....)