

# SKRIPSI

## PEMBUATAN PETA TEMATIK ANALISA DAERAH POTENSI BANJIR LAHAR DENGAN MENGGUNAKAN METODE PENGINDERAAN JAUH DAN SISTIM INFORMASI GEOGRAFIS

(*Study Kasus :Gunung Sinabung, Kabupaten Karo - Sumatera Utara*)



MILIK  
PERPUSTAKAAN  
ITN MALANG

Disusun Oleh :

**DAVID CAROLUS SEMBIRING**

06.25.017

**JURUSAN TEKNIK GEODESI**

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**

**MALANG**

**2012**

1985

RESEARCH AND DEVELOPMENT IN THE AREA OF  
TECHNOLOGY AND INNOVATION IN THE  
INDONESIAN ECONOMY

RESEARCH AND DEVELOPMENT IN THE AREA OF  
TECHNOLOGY AND INNOVATION IN THE  
INDONESIAN ECONOMY



1985

RESEARCH AND DEVELOPMENT IN THE AREA OF  
TECHNOLOGY AND INNOVATION IN THE  
INDONESIAN ECONOMY

1985

RESEARCH AND DEVELOPMENT IN THE AREA OF  
TECHNOLOGY AND INNOVATION IN THE  
INDONESIAN ECONOMY

RESEARCH AND DEVELOPMENT IN THE AREA OF  
TECHNOLOGY AND INNOVATION IN THE  
INDONESIAN ECONOMY

RESEARCH AND DEVELOPMENT IN THE AREA OF  
TECHNOLOGY AND INNOVATION IN THE  
INDONESIAN ECONOMY

1985

1985

## LEMBAR PERSETUJUAN

**PEMBUATAN PETA TEMATIK ANALISA DAERAH POTENSI BANJIR  
LAHAR DENGAN MENGGUNAKAN PENGINDERAAN JAUH DAN  
SISTIM INFORMASI GEOGRAFIS**  
( *Studi Kasus : Gunung Sinabung, Kabupaten Karo – Sumatera Utara* )

### SKRIPSI

Oleh :

**DAVID CAROLUS SEMBIRING**  
0625017

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I



( Ir. M. Nurhadi, MT )

Dosen Pembimbing II



( Ir. Agus Darpono, MT )

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1



( Ir. Agus Darpono, MT )

## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : David Carolus Sembiring.  
NIM : 0625017  
Program Studi : Teknik Geodesi S-1  
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya yang berjudul

**“Pembuatan Peta Tematik Analisa Daerah Potensi Banjir Lahar dengan Menggunakan Metode Penginderaan Jauh dan Sistim Informasi Geografis”**

Adalah hasil karya saya sendiri dan bukan menjiplak atau menduplikat serta tidak mengutip atau menyadur hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, 15 Maret 2012  
Yang membuat pernyataan

David Carolus Sembiring  
NIM : 0625017

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Kupersembahkan Skripsi ini kepada bapak dan mamak :

( Alm. Bismar Ck Sembiring & Rosmianna Br. Barus)

thanks pa, buat prinsip yang kau tanamkan selama kau hidup bagiku.

kedua saudaraku Milawati Br. Sembiring & Victor Sembiring. buat bang Verlos Zoysa Barus dan bang Christian Togam Siahaan.. Akhirnya david juga menyusul kalian berdua menjadi Alumni Teknik Geodesi ITN Malang, makasih banyak buat semua bantuannya.. he..he..he..

Ku juga mengucapkan terimakasih banyak buat teman-temanku seperjuangan Angkatan 2006 :

Antok, Arenz, Rina, Gyson & Poema : Terimakasih buat kerjasamanya teman-teman.. selesainya kita di ITN bukan berarti ikatan diantara kita putus kan ?? ^ \_ ^ Iwan, Cahyo, Ava, Choenk, Nando, Gembul, Yani. Semangat teman-teman, ku tunggu kabar berikutnya dari kalian.. Ade, Arman & Tri : Semangat juga buat kalian bertiga, titip teman-teman ya.. kalian yang jadi "motor penggerak". Echa, Adi, Danu, Ronny, Ipang, Arief.. dimana pun kalian berada saat ini, ku berharap kita bisa berjumpa lagi dengan kabar yang baik.

Terimakasih banyak juga buat teman-teman angkatan 2007 : "Ike, Icho, Yery, Delmar, Ita, Dewa, delmar, Idi, Tiza, Verian," Ayo... semangat.. September ini giliran kalian.. :D, 2008 : "Hendra, Osty, Prilin, Chycy, Yuston, Rio".. he..he.. titip para ktg pu grombolan e.., 2009 "Diva Erol, Arsis Mada & Yoris" Semangat buat kuliahnya dan KPnya segera..

Buat "K' Demas, Mas Bagus, K' Ary, Mas Firman, Mas Guruh, Mbak Danik, K' Jeremias" : Terimakasih banyak mas/ka buat bantuan literatur dan bimbingannya selama ku mengerjakan skripsi.. ku akan ingat selalu, terutama mas guruh sebagai pembuka ide melalui skripsinya.. he..he. dan juga buat keluarga besar kost Jl. Bendungan wadas lintang 19.. Om Chak, Hazdy, Alex, Jhon Duka, Jhonathan, Putra, Ino, Arjo.

Buat Keluarga Besar Persekutuan Mahasiswa Kristen ITN Malang... PMK'Erzs 2006 "Christine, Shinta, Mano, Julian, Didi, Hendra, Yuni, Shandy, Tatang, Benjamin," My KTB : Henokh, Vega, Ruly & Chesa.. Buat K' Dony, K' Herma, K' Ronny, K' Indri, K' Owin, K' Ina, Ko Nicholas Kurniawan, K' Alexander Simbolon, K' Lucky Pudja, K' Nortje Davidz, K' David Tobing.. Thanks kak buat dukungan doanya selama ini.. semoga ku dapat pertanggung jawabkan segala talenta dan pengajaran firman yang ku dapat dari kalian melalui PMK ITN Malang dan menjadi Alumni yang berintegritas..

Spesial for : Chori Br Ginting ST .. Thanks for all.. (^\*) you and me ??...

Tuhan Kau gembalaku.  
Kau besertaku.  
Tak akan kekurangan aku.  
Kekuatan kasih-Mu.  
Yang menjagaku. Kaulah hidup.  
Perbuatan-Mu ajaib bagiku.  
Tak pernah melupakanku.  
Kau datang mencari hamba-Mu.  
Supaya ku tak binasa.  
Gada dan tongkat-Mu selalu menjadi penghiburanku.  
Semua malikku nyanyian pujaan bapa-Mu Tuhan.



"Seorang sahabat menaruh kasih di setiap waktu, dan menjadi saudara dalam kesukaran"  
(Amsal 17:17)

"Jika engkau tidak dapat mengasihi saudaramu yang kelihatan, bagaimana mungkin engkau dapat mengasihi Allah yang tak kelihatan" (Bunda Teresa)

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas kasih dan anugerah-Nya, penulis diberikan hikmat untuk dapat menyelesaikan skripsi ini. Penyusunan skripsi dapat berjalan dengan lancar atas bantuan banyak pihak sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Agus Darpono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1 dan Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan pengarahan, motivasi, waktu dan bimbingan dalam penyusunan laporan skripsi ini
2. Bapak Ir. M. Nurhadi, MT, selaku dosen pembimbing I, yang telah memberikan pengarahan, motivasi, waktu dan bimbingan dalam penyusunan laporan skripsi ini.
3. Dosen-dosen Jurusan Teknik Geodesi yang telah memberikan ilmu kepada kami.
4. Bupati Kabupaten Karo, Bapak DR. (HC). Kena Ukur Karo Jambi Surbakti beserta seluruh jajaran yang telah memberikan bantuan data dalam proses penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Agus Budianto beserta seluruh jajaran di Pusat Vulkanogi Dan Mitigasi Bencana Geologi Bandung, yang telah memberikan bantuan data dan literatur dalam proses penyusunan skripsi ini.
6. Orangtua dan kakak-adik kami yang telah memberikan doa dan semangat baik moril maupun materil.

7. Seluruh Civitas Akademika Teknik Geodesi ITN Malang. Terimakasih banyak buat semangat dan dorongan yang teman-teman berikan.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis telah berusaha semaksimal mungkin untuk dapat mencapai tujuan dan harapan, akan tetapi penulis menyadari berbagai kekurangan dalam laporan ini. Untuk itu penulis mengharapkan masukan yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan ini dan semoga tulisan ini dapat berguna bagi semua orang yang membacanya.

Malang, Maret 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

Lembar Judul	
Lembar Persetujuan.....	ii
Lembar Pengesahan.....	iii
Abstraksi.....	iv
Pernyataan Keaslian Skripsi.....	v
Lembar Persembahan.....	vi
Kata Pengantar.....	vii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Gambar.....	vii
Daftar Tabel.....	ix

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH.....	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN.....	3
1.4 BATASAN MASALAH.....	3
1.5 TINJAUAN PUSTAKA.....	4

### BAB II DASAR TEORI

II.1 PENGINDERAAN JAUH.....	6
II.1.1 Komponen Penginderaan Jauh.....	7
II.1.2 Unsur dan teknik interpretasi.....	9
II.1.3 Unsur Intepretasi Citra.....	9
II.1.4. Teknik Interpretasi Citra.....	10
II.2 SHUTTLE RADAR TOPOGRAFI MISSION (SRTM).....	11
II.2.1 Ciri teknis dan perolehan data SRTM.....	12



II.2.2 Kelebihan dan Aplikasi Data SRTM.....	13
<b>II.3 SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG).....</b>	<b>14</b>
II.3.1 Jenis data dalam SIG .....	14
II.3.2 Input Data .....	16
II.3.3 Data Manajemen.....	17
II.3.4 Keluaran Data (data output) .....	17
II.3.5 Tahapan pembangunan SIG .....	18
<b>II.4 PETA.....</b>	<b>21</b>
II.4.1 Konsep dasar dan pengertian pembuatan peta digital .....	22
II.4.2 Komponen pembuatan peta secara digital.....	23
II.2.3 Generalisasi Peta .....	24
II.2.4 Sistem Koordinat Peta .....	26
<b>II.5 GUNUNG API.....</b>	<b>27</b>
II.5.1 Bahaya Gunung Api .....	28
II.5.2 Banjir Lahar .....	28
II.5.3 Penetapan criteria daerah kawasan rawan bencana gunung api .....	29
<b>II.6 METODE PENELITIAN .....</b>	<b>30</b>
<b>II.7 ANALISA BUFFER.....</b>	<b>31</b>

### **BAB III METODE PENELITIAN**

<b>III.1 LOKASI PENELITIAN .....</b>	<b>32</b>
<b>III.2 BAHAN PENELITIAN .....</b>	<b>33</b>
<b>III.3 ALAT PENELITIAN.....</b>	<b>33</b>
III.3.1 Perangkat Keras ( <i>hardware</i> ) .....	33
III.3.2 Perangkat Lunak ( <i>software</i> ) .....	33
<b>III.4 DIAGRAM ALIR PENELITIAN.....</b>	<b>34</b>
<b>III.5 DOWNLOAD DATA SRTM .....</b>	<b>35</b>
<b>III.6 PENGOLAHAN DATA.....</b>	<b>36</b>
III.6.1 Mendefenisikan DEM SRTM ke Sistim UTM .....	37
III.6.2 Mengubah proyeksi Data Raster .....	38
III.6.3 Pemotongan data Raster .....	40
III.6.4 Fill ( <i>penambalan</i> ) .....	41
III.6.5 Flow Direction ( <i>arah aliran</i> ) .....	43
III.6.6 Flow Accumulation ( <i>pengumpulan</i> ) .....	44
III.6.7 Kecocokan Geometri sungai sintetik dengan sungai RBI Bakosurtanal.....	45
III.6.8 Extract Stream Network .....	46
III.6.9 Stream Order .....	48
III.6.10 Buffer .....	51
III.6.11 Clip .....	52

III.6.12 Penggabungan peta analisa Raster dan Peta Tata Guna Lahan RBI .....	53
--	----

## **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

<b>IV.1 HASIL .....</b>	<b>54</b>
IV.1.1 Pengolahan data DEM SRTM .....	54
IV.1.2 Koreksi Geometrik.....	54
IV.1.3 Peta jalur lahar dan penggunaan lahan jalur lahar .....	55
IV.1.4 Peta daerah rawan banjir lahar .....	57
<b>IV.2 PEMBAHASAN .....</b>	<b>58</b>
IV.2.1 Pengolahan data DEM SRTM .....	58
IV.2.2 Koreksi Geometrik.....	58
IV.2.3 Jalur lahar .....	59
IV.2.4 Tataguna lahan pada area jalur Lahar .....	62
IV.2.5 Daerah rawan banjir lahar .....	65
IV.2.6 Kawasan rawan bencana gunung api sinabung.....	67

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

<b>V.1 KESIMPULAN.....</b>	<b>69</b>
<b>V.2 SARAN.....</b>	<b>70</b>

**DAFTAR PUSTAKA.....**

**LAMPIRAN .....**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema Penginderaan Jauh, <i>ESRI (1987)</i>	6
Gambar 2.2	Data Vektor	15
Gambar 2.3	Data Raster	15
Gambar 2.4	Tampilan GCP Entry Global Mapper	19
Gambar 2.5	Komponen pembuatan peta digital	26
Gambar 3.1	Lokasi Gunung Sinabung.	32
Gambar 3.2	Diagram Alir Penelitian	34
Gambar 3.3	Tampilan home CGIAR <a href="http://www.cgiar-csi.org/">http://www.cgiar-csi.org/.</a> )	35
Gambar 3.4	Tampilan proses pencarian dan pemilihan data SRTM	35
Gambar 3.5	Tampilan proses download.	36
Gambar 3.6	Tampilan menu ArcGis 9.3	36
Gambar 3.7	Tampilan Proses pemanggilan data.	37
Gambar 3.8	Tampilan data DEM SRTM Provinsi NAD, Sumut.	38
Gambar 3.9	Tampilan data DEM SRTM Provinsi NAD, Sumut	38
Gambar 3.10	Tampilan kotak dialog Project Raster.	39
Gambar 3.11	Layer properties srtm yang sudah diproyeksikan ke SUTM.	39
Gambar 3.12	Tampilan Extract by Mask.	40
Gambar 3.13	Tampilan kotak dialog Extract by Mask	41
Gambar 3.14	Tampilan DEM SRTM Kab Karo setelah di <i>Cropping</i>	41
Gambar 3.15	Tampilan Kotak proses Fill (penambalan).	42
Gambar 3.16	Tampilan hasil proses FILL (penambalan).	42
Gambar 3.17	Tampilan hasil Flow Direction	43
Gambar 3.18	Tampilan Kotak proses Flow Direction	44
Gambar 3.19	Tampilan hasil Flow Accumulation.	44
Gambar 3.20	Proses koreksi geometri	45
Gambar 3.21	Data RMS error	46
Gambar 3.22	Tampilan Layer Properties.	46
Gambar 3.23	Tampilan Flow Accumulation	47
Gambar 3.24	Tampilan Tampilan Kotak <i>Single Output Map Algebra</i>	47

Gambar 3.25	Tampilan <i>Extract Stream Network</i>	48
Gambar 3.26	Tampilan Tampilan Kotak <i>Stream to Feature</i> .	49
Gambar 3.27	Tampilan peta hasil proses <i>stream to feature</i>	49
Gambar 3.28	Tampilan Ordo DAS kawasan puncak	50
Gambar 3.29	Jalur Lahar melewati sungai utama dan anak sungai utama	50
Gambar 3.30	Tampilan kotak dialog <i>buffer</i>	51
Gambar 3.31	Jalur Lahar melewati sungai utama dan anak sungai utama	52
Gambar 3.32	Analisa Buffer Jalur Lahar dan Kawasan tipologi A	52
Gambar 3.33	Peta Analisa Tata Guna Lahan	53
Gambar 4.1	DEM SRTM 90m Lokasi Gunung Sinabung	54
Gambar 4.2	Peta Jalur lahar	56
Gambar 4.3	Peta daerah rawan banjir lahar	57
Gambar 4.4	Jalur lahar gunung sinabung (1)	59
Gambar 4.5	Jalur lahar gunung sinabung (2)	60
Gambar 4.6	Jalur lahar gunung sinabung (3)	60
Gambar 4.7	Jalur lahar yang melewati anak sungai utama dan sungai utama	62
Gambar 4.8	Kawasan terdampak banjir lahar radius 10 Km	65

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil koreksi geometri .....	55
Tabel 4.2 Jalur tangkapan lahar utama.....	61
Tabel 4.3 Jalur pengumpulan lahar .....	62
Tabel 4.4 Penggunaan lahan sepanjang jalur lahar .....	63
Tabel 4.5 Kawasan rawan bencana dampak banjir lahar radius 10 Km.....	65

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 LATAR BELAKANG.

Gunung api secara umum adalah istilah yang dapat di defenisikan sebagai suatu sistem saluran fluida panas (batuan dalam wujud cair atau lava) yang memanjang dari kedalaman sekitar 10 Km di bawah permukaan bumi sampai kepada permukaan bumi, termasuk endapan hasil akumulasi material yang di keluarkan pada saat meletus. Gunung api aktif ditandai dengan adanya gejala magmatic dan erupsi yaitu dengan berupa mengeluarkan lahar atau lava. Bahaya letusan gunung api dapat berpengaruh secara langsung (*primer*) dan bahaya tidak langsung (*sekunder*) yang menjadi bencana bagi kehidupan manusia.

Gunung Sinabung merupakan gunung api tertinggi di Provinsi Sumatera Utara yang terletak di Kabupaten Karo, gunung sinabung memiliki tinggi 2.460 M diatas permukaan laut. Dalam catatan sejarah setelah tahun 1600 sampai pada pertengahan tahun 2010, Gunung Sinabung tidak pernah lagi terjadi erupsi magmatik sehingga selama rentang waktu tersebut gunung tersebut di kategorikan gunung api tipe B oleh Pusat Vulkanogi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVBMG), karena berdasarkan prioritas ancaman yang minim untuk gunung api klasifikasi B, gunung ini tidak di pantau secara rutin. Akan tetapi pada tanggal 27 Agustus 2010, Gunung Sinabung mulai mengeluarkan erupsi magmatik yang berupa asap dan abu vulkanik yang dilanjutkan dengan keluaran lava pada tanggal 28 Agustus 2010 pada pukul 00:15 WIB. Berdasarkan fenomena yang terjadi PVBMG mengubah kategori kalsifikasi Gunung Sinabung menjadi gunung api tipe A dengan status Awas Level I, dimana Gunung ini kembali melakukan aktifitas magmatik setelah vacuum selama 410 Tahun lebih.

Permasalahan yang timbul dari aktifitas erupsi magmatik Gunung Sinabung adalah masalah evakuasi penduduk yang bermukim di sekitar lereng Gunung Sinabung, dimana sebelumnya tidak pernah ada persiapan untuk menghadapi masalah ini.

Kabupaten Karo sebagai daerah rawan bencana alam Gunung Sinabung, hendaknya mengantisipasi hal-hal tersebut dengan perencanaan-perencanaan dan penanggulangan terhadap banjir lahar Gunung Sinabung, misalnya dengan pembangunan DAM atau tanggul-tanggul pada sungai yang menjadi arah aliran lahar dingin Gunung Sinabung. Akan tetapi pembangunan DAM atau tanggul-tanggul pada sungai-sungai di wilayah aliran lahar dirasa belum cukup untuk menampung volume lahar yang keluar dari Gunung Sinabung, sehingga luapan lahar dingin Gunung Sinabung bisa mengakibatkan banjir lahar.

Maka dari itu diperlukan suatu prediksi daerah rawan banjir lahar dingin Gunung Sinabung, sebagai acuan terhadap daerah-daerah yang rawan akan terjadinya banjir lahar dingin, sehingga masyarakat Kabupaten Karo pada umumnya diharapkan dapat mengantisipasi dampak dari letusan Gunung Sinabung sejak dini.

Dewasa ini perkembangan teknologi Penginderaan Jauh sebagai salah satu metode yang cukup efektif dan tepat guna untuk melakukan observasi mengenai suatu objek tanpa kontak langsung dengan objek tersebut sangatlah penting kaitannya dengan pelaksanaan kegiatan penelitian ini, di karenakan salah satu sarannya menggunakan DEM (*Digital Elevation Model*) dari wahana SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), sebagai salah satu data spasial.

Pesatnya perkembangan teknologi dibidang informasi memberikan kemudahan untuk mengalisis data, banyak aspek yang harus dianalisis khususnya untuk identifikasi daerah rawan banjir lahar menjadi sesuatu yang mudah untuk dilaksanakan dengan memanfaatkan teknologi ini. Salah satu teknologi yang dapat digunakan adalah pemanfaatan GIS (*Geografi Information System*) untuk menganalisa penetapan kawasan rawan banjir lahar. Di Indonesia masih banyak

daerah yang terkena bencana banjir meskipun sudah ada penanggulangan bencana tersebut. Oleh karena itu pemanfaatan teknologi GIS sangat erat dibutuhkan sebagai alat analisis kemungkinan terjadinya banjir lahar di daerah-daerah rawan banjir lahar.

## **I.2 PERUMUSAN MASALAH.**

Pada penelitian ini akan di ulas dan di kaji perumusan masalah mengidentifikasi daerah rawan banjir lahar baik yang terdistribusi melalui sungai-sungai yang bermuara pada puncak Gunung Sinabung ataupun alur-alur Gunung Sinabung.

## **I.3 TUJUAN PENELITIAN.**

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Menghasilkan Peta Tematik daerah potensi banjir lahar dingin Gunung Sinabung.
2. Dapat memprediksi daerah potensi banjir lahar sebagai dampak dari letusan Gunung Sinabung di wilayah Kabupaten Karo.
3. Sebagai referensi peringatan dini terhadap ancaman bahaya dari letusan Gunung Sinabung.

## **I.4 BATASAN MASALAH.**

Permasalahan ini dibatasi oleh :

1. Objek penelitian ialah daerah aliran lahar dingin Gunung Sinabung.
2. Wilayah yang akan diprediksi sebagai daerah rawan aliran banjir lahar adalah daerah sekitar Gunung Sinabung dengan radius 10 Km dari Pusat Kawah Gunung Sinabung.
3. Data yang di gunakan adalah DEM (*Digital Elevation Model*) 90 Meter sebagai acuan elevasi untuk menentukan posisi area-area rawan banjir lahar dingin.
4. Klasifikasi sungai yang di gunakan ialah sungai-sungai utama dan anak sungai yang berhulu di puncak atau alur-alur Gunung Sinabung.



## **I.5 TINJAUAN PUSTAKA.**

**Gunung api** adalah lubang kepundan atau rekahan dalam kerak bumi tempat keluarnya cairan magma atau gas atau cairan lainnya ke permukaan bumi. Material yang di erupsikan ke permukaan bumi umumnya membentuk kerucut terpancung. (*Vulcanological Survey of Indonesia, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral*).

**Aliran Lahar Dingin (Vulcanic mud Flow)** adalah campuran antara air dengan material vulkanik hasil letusan gunung api yang meluncur ke bawah melalui alur-alur gunung atau alur-alur sungai. Di Indonesia aliran lahar dikenal sebagai aliran lahar hujan, karena biasanya aliran lahar terbentuk dari air hujan yang bercampur dengan endapan material piroklastik hasil letusan gunung api. Temperatur aliran ini kurang dari 100°C tetapi dapat mengandung blok-blok lava panas yang dapat membakar rumah atau apa saja yang tersentuh. Kecepatan aliran ini sangat tinggi dapat mencapai 100 Km/Jam sehingga sulit untuk menghindar. Daya rusak aliran ini sangat tinggi mengakibatkan kerusakan terhadap apa saja yang di langgarnya. (*Haryono Kusumobroto, dalam Seminar Diseminasi Teknologi Sabo di Semarang, 31 Mei 2006*).

**Banjir Lahar Dingin / Mud Flow** ialah Banjir yang disebabkan oleh dampak dari letusan gunung api, dikarenakan muatan lava yang mengalir dari perut gunung terhempas ke bawah kemudian tercampur dengan material sehingga terjadilah lahar. Lahar dingin itu sendiri disebabkan oleh endapan-endapan lahar yang sudah bercampur dengan lumpur dan air. (Bankoff, G. Frerks, D. Hilhorst (eds.) (2003). Mapping Vulnerability).

**Remote Sensing** adalah suatu metode pengamatan atau pengukuran unsur-unsur spasial permukaan bumi. Metode yang sangat efektif dan efisien ini banyak memiliki varian-varian dalam menyediakan rekaman data spasialnya (*hardcopy*), di lakukanlah proses-proses pengolahan citra digital. (*Eddy Prahasta, Remote Sensing. 2008*)

**Model Permukaan Dijital** adalah sekumpulan koordinat 3 Dimensi yang mewakili suatu permukaan fisik. Wujud koordinat ini berupa titik dengan lokasi acak semata atau yang dapat dibentuk segitiga-segitiga, (raster) grid, atau membentuk pola garis kontur. Dengan model ini, setiap pengguna dapat memperoleh gambaran strategis, apalagi jika ditambahkan landcover sebagai inspirator. Selain itu, pengguna juga dapat melakukan analisis kereayasaan di atasnya, menampilkan garis kontur dan kemiringan. Beberapa besaran lain terkait fisik bumi juga dapat dimodellkan sebagai permukaan kontinyu. (*Eddy Prahasta, Model Permukaan Dijital. 2008*).

Sistem Informasi Geografis (*Geographic Information System/GIS*) yang selanjutnya akan disebut SIG merupakan sistem informasi berbasis komputer yang digunakan untuk mengolah dan menyimpan data atau informasi geografis (Aronoff, 1989). Secara umum pengertian SIG sebagai berikut: ” *Suatu komponen yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data Geografis dan sumberdaya manusia yang bekerja bersama secara efektif untuk memasukan, menyimpan, memperbaiki, memperbaharui, mengelola, memanipulasi, mengintegrasikan, menganalisa dan menampilkan data dalam suatu informasi berbasis geografis* ”.

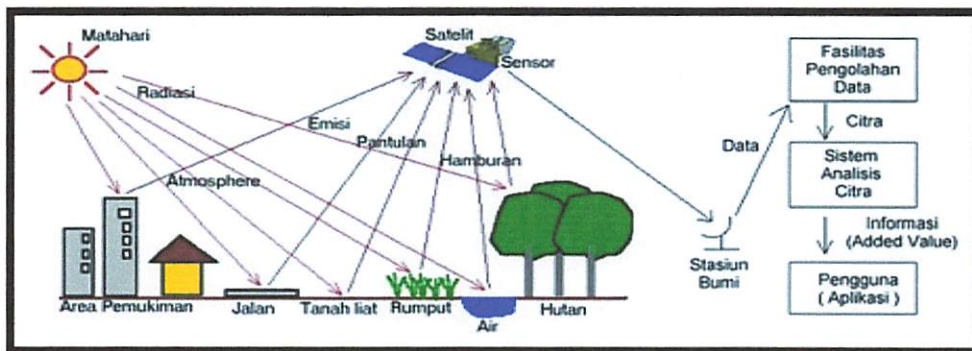
Penelitian Prediksi daerah banjir lahar dengan menggunakan metode Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis sudah pernah di lakukan dalam suatu penelitian Tugas Akhir dengan studi kasus Gunung Kelud di Kabupaten Blitar. Analisa di lakukan menggunakan data DEM SRTM 90 Meter sebagai data acuan elevasi untuk menentukan posisi-posisi daerah rawan banjir dan Peta Topografi sebagai data vector. (*Guruh Rindanata, 2008. Prediksi Daerah Rawan Banjir Lahar Gunung Kelud dengan Metode Penginderaan Jauh dan SIG. Tugas Akhir tidak diterbitkan. Jurusan Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional, Malang*).

## BAB II

### DASAR TEORI

#### II.1 PENGINDERAAN JAUH

Penginderaan Jauh yang biasa disebut dengan indera atau *Remote Sensing* adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah, atau gejala dengan cara menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap objek, daerah atau gejala yang di kaji (Lillesand and Kiefler, 1979). Alat yang dimaksudkan di dalam pengertian ini adalah alat pengindra atau sensor. Selain itu, Penginderaan Jauh juga di artikan sebagai teknik yang di kembangkan untuk memperoleh dan analisis informasi tentang permukaan bumi. Informasi tersebut khusus berbentuk Radiasi Elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan dari bumi. Penginderaan jauh di dalam lingkup luas berarti setiap metodologi yang di gunakan untuk mempelajari karakteristik objek dari jarak jauh (Wolf, R.P, 1993).



Gambar 2.1 Skema Penginderaan Jauh

(Sumber : ESRI 1987).

Tujuan utama penginderaan jauh ialah mengumpulkan data sumber daya alam dan lingkungan. Informasi tentang objek disampaikan ke pengamat melalui energi elektromagnetik yang merupakan pembawa informasi dan sebagai

penghubung komunikasi. Oleh karena itu kita dapat menganggap bahwa data penginderaan jauh pada dasarnya merupakan informasi intensitas panjang gelombangnya perlu diberikan kodenya sebelum informasi tersebut dapat dipahami secara penuh. Proses pengkodean ini setara dengan interpretasi citra penginderaan jauh.

### **II.1.1 Komponen Penginderaan Jauh**

Komponen dan interaksi antara komponen dalam penginderaan jauh adalah sebagai berikut ini :

#### **1. Sumber tenaga.**

Seluruh sistem penginderaan jauh pasif menerima tenaga yang dipantulkan dan dipancarkan dari kenampakan di permukaan bumi. Seperti yang telah kita bicarakan, distribusi spectral tenaga pantulan sinar matahari dan tenaga pancaran dari benda sifatnya jauh dari seragam. Tingkat tenaga matahari jelas bervariasi menurut waktu dan tempat, dan material yang berada di permukaan bumi memancarkan tenaga untuk sistem aktif, sumber tenaga yang di gunakan pada semua sistim pada umumnya tidak seragam dalam kaitannya dengan panjang gelombang dan karakteristiknya bervariasi menurut waktu dan tempat. Sebagai akibatnya kita harus melakukan kalibrasi bagi sumber tenaga pada setiap penginderaan, atau menyesuaikan dengansatuan tenaga relatif yang di indera pada setiap waktu dan tempat.

#### **2. Atmosfir.**

Atmosfir membatasi bagian spectrum elektromagnetik yang akan di gunakan dalam penginderaan jauh. Pengaruh atmosfir merupakan merupakan panjang gelombang, pengaruhnya bersifat efektif. Karena pengaruh yang selektif inilah maka timbul istilah jendela atmosfir yaitu bagian dari spektrum elektromagnetik yang mencapai bumi. Dalam jendela atmosfir ada hambatan atmosfir yaitu kendala yang disebabkan oleh hamburan pada spektrum tampak dan serapan yang terjadi pada spektrum infra merah termal.

### **3. Interaksi antara Tenaga dan Objek.**

Tiap objek mempunyai karakteristik tertentu dalam memantulkan atau memancarkan tenaga ke sensor. Pengenalan objek pada dasarnya dilakukan dengan menyidik (*tracing*) karakteristik spectral objek yang tergambar pada citra. Objek yang banyak memantulkan dan memancarkan tenaga akan tampak cerah pada citra. Sedangkan objek yang pantulan atau pancarannya sedikit tampak gelap. Meskipun demikian, kenyataannya tidak sederhana ini, ada objek yang berlainan tetapi mempunyai karakteristik spectral yang sama dan serupa, sehingga menyulitkan perbedaan dan pengenalan citra. Hal ini dapat di atasi dengan menyidik karakteristik lain selain karakteristik spectral.

### **4. Sensor Sempurna.**

Alat ini merupakan sensor yang mempunyai kepekaan tinggi terhadap seluruh panjang gelombang, menghasilkan data spasial rinci dengan nilai kecerahan absolute dari suatu daerah kajian sebagai fungsi gelombang pada seluruh spektrumnya. Sensor ini sangat sederhana, dapat dipercaya, tidak memerlukan tenaga dan ruang yang besar, sangat teliti, dan ekonomis pengoprasiaannya.

### **5. Sistem pengolahan data tepat waktu.**

Di dalam sistem ini, tepat pada saat terjadinya radiasi versus tanggap panjang gelombang pada atas unsur medan langsung diproses ke dalam format yang dapat diinterpretasi dan di kenal unik bagi tiap unsur medan tertentu yang merupakan asal tenaga tersebut dilakukan dekat dengan saat perekam data. Karena sifat ajeg interaksi energi atau benda, tidak diperlukan data rujukan di dalam prosedur analisis. Data yang diperoleh akan memberikan informasi tentang keadaan fisik, kimiawi dan biologic setiap benda yang di inginkan.

### **6. Berbagai Penggunaan Data.**

Para pengguna ini harus memiliki pengetahuan yang mendalam tentang disiplin ilmu masing-masing maupun cara pengumpulan dan analisis data

penginderaan jauh. Pemakaian data yang sama akan menjadi bentuk informasi yang berbeda bagi pengguna yang berbeda, disebabkan oleh kekayaan pengetahuan mereka tentang sumber daya bumi yang di indera. Informasi ini dapat tersedia bagi mereka lebih cepat, lebih murah dan meliputi daerah yang lebih luas bila dibandingkan dengan informasi yang diperoleh dengan cara lain. Dengan informasi tersebut, berbagai pengguna dapat mengambil keputusan dengan bijaksana dan mapan tentang bagaimana pengelolaan yang terbaik bagi sumber daya bumi dan keputusan pengelolaan tersebut akan dilaksanakan bagi kebahagiaan tiap orang.

### **II.1.2 Unsur dan Teknik Interpretasi**

Intepretasi merupakan suatu seni dan ilmu dalam mengidentifikasi objek pada pada citra dan mengitung arti pentingnya objek tersebut (*Gupta, 1991*).

Baik unsur intepretasi citra maupun teknik intepretasi citra, keduanya merupakan bagian metode penginderaan jauh. Keduanya memiliki uraian tersendiri sehingga di paparkan tersendiri.

### **II.1.3 Unsur Interpretasi Citra**

Prinsip pengenalan objek pada citra berdasarkan atas penyelidikan karakteristik atau atribut pada citra yang digunakan untuk mengenali objek disebut intepretasi citra. Unsur intepretasi citra terdiri atas :

1. Kesan Warna (*tone*), merupakan petunjuk penting dalam intepretasi karena menunjukkan jenis batuan dan keadaan morfologi daerah tersebut.
2. Tekstur, yaitu suatu kenampakan alam yang disebabkan oleh adanya perbedaan kesan warna dalam kelompok objek. Bila tekstur tidak disertai elemen-elemen intepretasi lain akan menimbulkan kesalahan intepretasi. Hal ini karena petunjuk yang di berikan oleh tekstur terlalu subjektif.
3. Ukuran (*size*), yaitu besarnya ukuran objek pada citra. Objek dapat di salah tafsirkan apabila ukurannya tidak dinilai dengan cermat.

4. Bentuk (*shape*), bentuk yang tampak pada citra dapat merupakan pencerminan wujud suatu benda di permukaan bumi yang pada umumnya merupakan elemen-elemen geologi, pengguna harus memiliki pengetahuan tentang cirri-ciri kenampakan topografi yang disebabkan oleh unsur-unsur geologi.
5. Bayangan (*shadow*), hal ini penting bagi penafsiran karena :
  - (a) Bentuk atau kerangka menghasilkan suatu profil pandang objek yang dapat membantu dalam proses interpretasi.
  - (b) Objek dalam bayangan memantulkan sinar sedikit dan sulit dikenali pada citra yang bersifat menyulitkan dalam interpretasi.
6. Lokasi (*situation*), yaitu lokasi topografi objek berada. Hal ini akan membantu identifikasi dengan melihat hubungan antara suatu objek dengan objek yang lainnya.
7. Site (*association*), yaitu suatu gabungan objek sehingga dapat diperkirakan jenis objek dari keadaan sekelilingnya.
8. Pola (*pattern*), merupakan kenampakan ulang dari suatu objek yang menunjukkan pemakaian ruang oleh objek tersebut. Dengan mempelajari pola penyebaran suatu objek, dapat ditafsirkan gambaran umum keadaan suatu daerah, misalnya : Penyebaran pola vegetasi dan Pola sungai dan lain sebagainya.

#### **II.1.4 Teknik Interpretasi Citra**

Teknik Interpretasi citra dimaksudkan sebagai alat atau cara khusus untuk melaksanakan metode penginderaan jauh. Teknik interpretasi citra penginderaan jauh diciptakan agar interpreter dapat melakukan pekerjaan interpretasi citra secara mudah dengan mendapatkan hasil interpretasi pada tingkat keakuratan dan kelengkapan yang baik. Menurut Sutanto, (1989) teknik penafsiran citra penginderaan jauh dilakukan dengan menggunakan komponen penafsiran yang meliputi :

1. Data acuan. Diperlukan untuk meningkatkan kemampuan dan kecermatan sang penafsir, data ini bisa berupa laporan penelitian, monografi daerah,

peta, dan terpenting disini data diatas dapat meningkatkan *local knowledge* pemahaman mengenai lokasi penelitian.

2. Kunci Interpretasi. Pada umumnya berupa potongan citra yang telah di intepretasi serta diyakinkan kebenarannya, dan diberi keterangan seperlunya. Keterangan ini meliputi jenis objek yang digambarkannya, unsur interpretasinya, dan keterangan tentang citra yang menyangkut jenis, skala, saat perekaman dan lokasi daerahnya. Kunci interpretasi citra dimaksudkan sebagai pedoman dalam melaksanakan interpretasi citra.
3. Metode pengkajian. Interpretasi citra penginderaan jauh lebih mudah apabila dimulai dari pengkajian dengan pertimbangan umum ke pertimbangan khusus / lebih spesifik dengan metode konvergensi bukti.

Konsep multi. Adalah cara perolehan dan analisis data penginderaan jauh yang meliputi multi spektral, multi tingkat, multi temporal, multi arah, multi polarisasi dan multi disiplin.

## **IL2 SHUTTLE RADAR TOPOGRAFI MISSION (SRTM)**

Shuttle Radar Topografi Mission adalah suatu proyek pemetaan topografi menggunakan radar yang menghasilkan suatu *Digital Elevation Model* (DEM) SRTM yang hampir mencakup seluruh permukaan bumi dengan latitude maksimal 60LU/LS. Misi ini dilakukan selama 11 hari pada bulan february pada tahun 2000. Dengan menggunakan wahana pesawat yang dilengkapi dengan dengan system radar interferometry. Menggunakan Speaceborne Imaging Radar (SIR-C) dan X-Band Syntetic Aperature Radar (X-SAR). Meskipun sudah cukup lama, tapi data tersebut masih cukup relevan untuk digunakan pada daerah-daerah yang topografinya relative konstan.

Berdasarkan defenisi di atas SRTM menggunakan teknologi Synthetic Aperture Radar (SAR). SAR adalah salah satu teknik pengambilan data menggunakan radar (Radio detection and ranging) dengan sistim scanning area yang menggunakan jendela yang sangat sempit. Teknik ini hanya digunakan oleh



alat bergerak terhadap objek yang relatif diam. Di remote sensing dan pemetaan SAR sangat umum digunakan.

SRTM memiliki struktur data yang sama seperti format GRID lainnya, yaitu terdiri dari sel-sel yang setiap sel memiliki nilai ketinggian. Nilai ketinggian pada SRTM adalah nilai ketinggian dari datum WGS 1984, Bukan dari permukaan laut. Tapi karena datum WGS 1984 hampir berimpit dengan permukaan laut maka untuk skala tinjau dapat diabaikan perbedaan diantara keduanya.

Dalam pengambilan data menggunakan RADAR, antara pesawat dan objek harus tidak terhalangi. Untuk daerah yang bergunung hal ini sangat sulit di lakukan. SRTM memiliki 0.2 % data yang tidak terliputi di muka bumi karena berupa pegunungan. Beberapa teknik telah dikembangkan untuk menutupi kekurangan ini. Salah satunya adalah dengan menggunakan algoritma otomatis dengan SRTM Filler.

### **II.2.1 Ciri teknis dan perolehan Data SRTM.**

Pesawat SRTM di orbidnya beredar pada ketinggian 225 km di atas permukaan bumi dan kemiringan  $57^{\circ}$ , menggunakan dua antenna SIR-C dan X-SAR. Dua antenna ini jaraknya saling berjauhan (60 Meter) sehingga merekam data ketinggian yang berbeda, sehingga di dapat elevasi obyek tersebut. Semua daratan bumi yang berada diantara  $60^{\circ}$  LU -  $60^{\circ}$  LS telah terekam oleh SRTM atau sekitar 80% dari bumi. Data SRTM dibagi atas 3 resolusi :

1. Resolusi 30 Meter, khusus untuk kawasan Amerika Serikat.
2. Resolusi 90 Meter, untuk kawasan di luar wilayah Amerika Serikat.
3. Resolusi 90 Meter, untuk SRTM-GTOPO30

Semua data elevasi dalam meter telah disajikan dengan refrensi WGS84. Data DEM SRTM merupakan data yang sudah terkordinat sesuai dengan koordinat internasional.

Untuk mendownload DEM SRTM dapat di lakukan lewat berbagai *respositories*. Khusus untuk wilayah Indonesia, GISTutorial.NET sudah

menyediakan link download DEM SRTM versi 4 yang telah di olah dan dimosaik oleh CGIAR dengan ukuran lebar 5° dengan format ASCII.

## **II.2.2 Kelebihan dan Aplikasi Data DEM SRTM**

Data SRTM pada saat ini lebih banyak digunakan dibandingkan dengan data DEM dari produk lainnya. Hal itu dikarenakan beberapa keunggulan yang dimiliki oleh DEM SRTM antara lain, DEM SRTM skala 1:25000 lebih detail data yang terlihat dibandingkan dengan DEM RBI dengan skala yang sama, DEM RBI tidak dapat menampilkan bukit-bukit pada ketinggian tertentu sedangkan dalam DEM SRTM bisa ditampilkan.

Data DEM ini dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan berbagai macam keperluan, seperti kebutuhan militer, sipil, dan masyarakat ilmiah dan proyek yang memerlukan gambaran yang akurat bentuk dan tingginya daratan analisa ketinggian suatu topografi. Beberapa contoh adalah pengendali banjir, monitoring konservasi, reboisasi, monitoring gunung api, riset gempa bumi, dan monitoring pergerakan gletser.

## **II.3 SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS ( SIG )**

Pada dasarnya istilah sistem informasi geografis merupakan gabungan dari tiga unsure pokok, yaitu : sistem, informasi dan geografis. Dengan demikian pengertian ketiga unsure-unsur pokok ini akan sangat membantu dalam memahami SIG. Dengan demikian unsure-unsur pokoknya, maka jelas SIG merupakan suatu system informasi, dengan tambahan unsur geografis. Atau SIG merupakan suatu system yang menekankan pada unsure “informasi geografis”.

Pengertian Sistem Informasi Geografis saat ini lebih diterapkan bagi teknologi informasi spasial atau geografi yang berorientasi pada penggunaan teknologi komputer. Pada pengertian yang lebih luas SIG mencakup juga pengertian suatu system yang berorientasi operasi manual, yang berkaitan dengan

operasi pengumpulan, penyimpanan dan manipulasi data yang bereferensi geografi secara konvensional. Kegiatan seperti di atas telah berkembang sejak tahun 1960an, akan tetapi penggunaan nama SIG baru berkembang dalam dua dekade terakhir. Untuk memberikan gambaran perkembangan pemikiran SIG, berikut akan dipaparkan berbagai definisi tentang SIG dari waktu ke waktu.

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

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

- a. Data Input (pemasukan)
- b. Manajemen Data (penyimpanan dan pemanggilan data)
- c. Analisis dan Manipulasi.
- d. Data keluaran

### **II.3.1 Jenis data dalam SIG**

Data geografi merupakan sekumpulan data yang bias mempresentasikan permukaan bumi dalam format digital yang bias dimasukkan dalam SIG. Secara umum data dalam SIG dapat di kelompokkan menjadi 2 bagian besar :

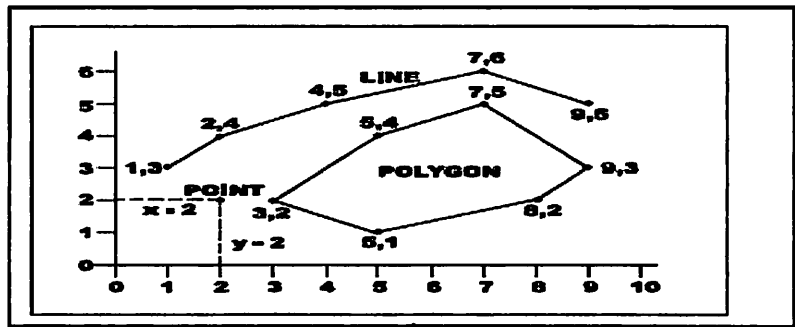
#### **1. Data Spasial**

Data spasial merupakan informasi lokasi dan bentuk unsure 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.**

Data vektor merupakan bentuk bumi yang direpresentasikan ke dalam kumpulan garis, area (daerah yang dibatasi oleh garis yang

berawal dan berakhir pada titik yang sama), titik dan nodes (merupakan titik perpotongan antara dua buah garis).

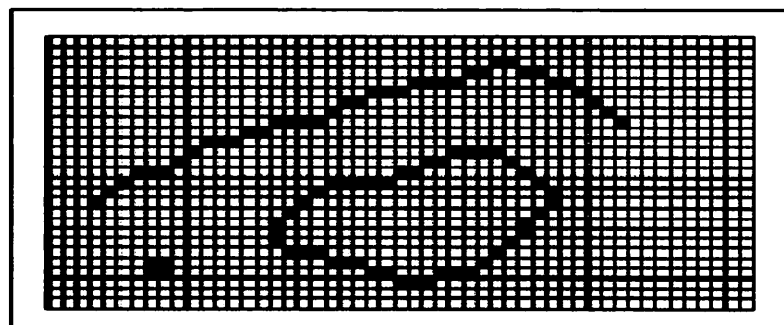


Gambar 2.2 Data Vektor

Keuntungan utama dari format data vektor adalah ketepatan dalam merepresentasikan fitur titik, batasan dan garis lurus. Hal ini sangat berguna untuk analisa yang membutuhkan ketepatan posisi, misalnya pada basisdata batas-batas kadaster. Contoh penggunaan lainnya adalah untuk mendefinisikan hubungan spasial dari beberapa fitur. Kelemahan data vektor yang utama adalah ketidakmampuannya dalam mengakomodasi perubahan gradual.

**b. Data Raster.**

Data raster (atau disebut juga dengan sel grid) adalah data yang dihasilkan dari system Penginderaan Jauh. Pada data raster, obyek geografis direpresentasikan sebagai struktur sel grid yang disebut dengan pixel (picture element).



Gambar 2.3 Data Raster.

Pada data raster, resolusi (definisi visual) tergantung pada ukuran pixel-nya. Dengan kata lain, resolusi pixel menggambarkan ukuran sebenarnya di permukaan bumi yang diwakili oleh setiap pixel pada citra. Semakin kecil ukuran permukaan bumi yang direpresentasikan oleh satu sel, semakin tinggi resolusinya. Data raster sangat baik untuk merepresentasikan batas-batas yang berubah secara gradual, seperti jenis tanah, kelembaban tanah, vegetasi, suhu tanah dan sebagainya. Keterbatasan utama dari data raster adalah besarnya ukuran file; semakin tinggi resolusi grid-nya semakin besar pula ukuran filenya dan sangat tergantung pada kapasitas perangkat keras yang tersedia.

## **2. Data Non Spasial (data atribut)**

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

### **II.3.2 Input Data**

Komponen dari input data pada dasarnya mengkonversi dari berbagai bentuk aslinya menjadi bentuk yang dapat digunakan dalam SIG. data yang biasa digunakan adalah data yang mempunyai referensi geografis.

Dalam pemasukan data pada SIG dikenal tiga sistem pemasukan data yaitu :

#### **1. Input melalui keyboard (keyboard entry).**

Dalam proses ini memasukkan data secara manual melalui keyboard dan biasanya data atribut serta koordinat geografi hasil survey lapangan dimasukkan dengan cara ini juga.

#### **2. Digitasi.**

Manual digitasi sering dipakai untuk memasukkan data spasial dari peta. Digitasi merupakan teknik untuk merubah data analog menjadi data

digital yang bisa dibaca di dalam komputer, data yang dihasilkan dari proses digitasi berupa data vektor.

### 3. Scan Digitasi.

Teknik automatic untuk merubah data analog menjadi data digital, data yang dihasilkan berupa format raster.

## **II.3.3 Data manajemen**

Manajemen data 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 table yang disimpan dalam struktur tertentu, sehingga saling keterkaitan yang ada di antara anggota-anggota himpunan tersebut dapat diketahui, dimunculkan dan dimanipulasi oleh perangkat lunak manajemen basis data, untuk keperluan tertentu. SIG adalah sistem manajemen basis data spasial yang mampu memadukan informasi dalam bentuk table dengan informasi spasial berupa peta-peta dengan tingkat otomai yang tinggi. (Singh, 1996). Basis data spasial terbagi atas 2 bagian, yaitu sub-himpunan data grafis (peta digital) dan sub-himpunan data atribut.

## **II.3.4 Keluaran data (data output)**

Keluaran data dari SIG adalah seperangkat prosedur yang digunakan untuk menampilkan informasi dari SIG dalam bentuk yang disesuaikan dengan pengguna. Keluaran data terdiri dari tiga bentuk cetakan, tayangan dan data digital. Bentuk cetakan dapat berupa peta ataupun table yang dicetak dengan media kertas, film atau media lain. Bentuk tayangan berupa tampilan gambar di monitor komputer. Keluaran data dalam bentuk data digital berupa file yang di baca oleh komputer yang lain ataupun menghasilkan cetakan di lain tempat. Keluaran ini berupa peta-peta tematik yang meliputi struktur data dalam format vektor dan raster. Peta-peta tematik tersebut dicetak dengan menggunakan printer atau plotter.

### II.3.5 Tahapan pembangunan SIG

Tahapan pembangunan SIG pada dasarnya meliputi tujuh proses pokok, yaitu :

#### 1. Rektifikasi

Data raster yang biasa diperoleh dari hasil scanning peta resolusi alat scanner 24\_bit RGB (*Full Colour, Large Storage Requered*), Informasi yang belum menunjukkan refrensi spasial yang tersimpan di dalam file atau disimpan sebagai suatu file yang terpisah. Sehingga untuk menggunakan beberapa data raster secara bersamaan dengan data spasial yang lain yang sudah ada, diperlukan proses georeferencing ke dalam sebuah sistem koordinat yang disebut koreksi geometrik.

Dalam pekerjaan koreksi geometric, terdapat suatu tahapan yang dikenal dengan rektifikasi. Rektifikasi adalah suatu proses pekerjaan untuk memproyeksikan citra yang ada ke dalam suatu bidang datar dan menjadikan bentuk conform (sebagun) dengan sistem proyeksi peta yang digunakan, juga terkadang mengorientasikan citra sehingga mempunyai arah yang benar (*Erdas, 1991*).

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

Ada beberapa alasan untuk melakukan rektifikasi, antara lain :

- a. Untuk perbandingan sebuah pixel dalam beberapa aplikasi seperti perubahan yang terjadi atau pemetaan kelembaman panas (perbandingan citra yang di ambil pada siang hari).
- b. Untuk membangun basis data dalam sebuah pemodelan SIG.
- c. Untuk identifikasi sampel yang mengacu pada koordinat peta.
- d. Untuk membuat peta foto yang bersekala tepat.

- e. Untuk keperluan tumpang susun (overlay) sebuah citra dengan data vektor.
- f. Untuk membandingkan sebuah citra dalam berbagai skala.
- g. Untuk meningkatkan ketepatan hitungan jarak dan luas pada citra.
- h. Untuk membuat mosaik citra.
- i. Berbagai aplikasi lain yang membutuhkan identifikasi sebuah lokasi geografis secara teliti.

Tingkat keakuratan dari proses retifikasi dapat dilihat dalam contoh berikut ini :

Point Name	Pixel X	Pixel Y	Projected X	Projected Y	Longitude	Latitude	Error	Delete
Point 1	33.1242	18.9257	665367.000	9129224.000	112° 30' 00.00" E	7° 52' 30.01" S	0.71	
Point 2	3203.46	24.7167	692917.000	9129136.000	112° 44' 53.39" E	7° 52' 29.39" S	0.71	
Point 3	18.5573	3183.95	665266.000	9101577.000	112° 29' 59.99" E	8° 07' 30.01" S	0.71	
Point 4	3191.24	3181.59	692918.000	9101577.000	112° 44' 59.97" E	8° 07' 26.42" S	0.71	

Gambar 2.4 Tampilan GCP Entry Global Mapper

Nilai yang dipresentasikan oleh selisih antara koordinat titik control hasil transformasi dengan koordinat titik control, yang di kenal dengan nama RMS (*Root Mean Square*) Error. Nilai RMS Error yang rendah akan menghasilkan hasil retifikasi yang akurat. Sebagai contoh, hasil transformasi boleh jadi masih berisi kesalahan yang signifikan karenasedikitnya titik control yang di masukkan. Total error dari proses retifikasi dari penelitian ini yaitu 2.84 RMS.

Ada beberapa factor yang mempengaruhi RMS Error, yaitu :

- a. Tingkat Ketelitian titik kontrol lapangan.
- b. Titik ketelitian titik kontrol citra.
- c. Jumlah dan distribusi letak titik kontrol.
- d. Model transformasi yang digunakan.

## 2. Pembuatan Topologi.

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



dan defenisi area. Proses pembuatan topologi ini membantu untuk mengidentifikasi kesalahan yang terdapat pada data.

### **3. Editing.**

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

### **4. Pembuatan Tabular.**

Pada tahap pembuatan tabular ini bertujuan untuk mengisikan informasi atribut atau data non spasial pada setiap feature\_ID (point, line, polygon) di dalam suatu coverage.

### **5. Analisa Tabular.**

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

### **6. Pembuatan Buffer.**

Pembuatan Buffer merupakan operasi yang dipergunakan untuk mengidentifikasi area sekitar feature geografis yang berupa zone buffer yang mengelilingi feature geografi yang di analisa.

### **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. Operasi yang sering digunakan ada tiga macam :

- a. Union : Overlay poligon dan menyimpan semua area dari kedua coverage.
- b. Identity : Overlay titik, garis, atau poligon pada poligon dan menyimpan semua feature coverage input.
- c. Intersect : Overlay titik, garis, atau poligon pada poligon tetapi hanya menyimpan bagian feature coverage input yang berada di dalam coverage overlay.

## **II.4 PETA**

Peta merupakan penyajian grafis dari bentuk ruang dan hubungan keruangan antara berbagai perwujudan yang diwakili. Di dalam ilmu geodesi peta merupakan gambaran dari permukaan bumi dalam skala tertentu dan digambarkan dalam bidang datar melalui system proyeksi. Peta mengandung arti komunikasi, artinya merupakan suatu signal atau saluran/*channel* antara si pengirim pesan (pembuat peta) dan si penerima pesan (pemakai peta). Dengan demikian peta digunakan untuk mengirim pesan, yang berupa informasi tentang realita.

Adapun fungsi dan tujuan pembuatan peta, diantaranya :

Fungsi peta adalah :

1. Menunjukkan posisi atau lokasi realistis (letak suatu tempat dalam hubungannya dengan tempat lain).
2. Memperlihatkan ukuran (dari peta dapat di ukur luas daerah dengan jarak-jarak di atas permukaan bumi).
3. Memperlihatkan bentuk (misalnya, bentuk dari benua-benua, Negara, gunung dan lain sebagainya).
4. Mengumpulkan dan menyeleksi data-data dari suatu daerah dengan menyajikan di atas peta. Dalam hal ini dipakai symbol-simbol sebagai “wakil” dari data-data tersebut, dimana kartografer menganggap simbol tersebut dapat dimengerti oleh si pemakai peta.

Tujuan pembuatan peta adalah :

1. Untuk komunikasi informasi ruang
2. Untuk menyimpan informasi
3. Digunakan untuk membantu suatu pekerjaan misalnya untuk konstruksi jalan, navigasi dan perencanaan lainnya.
4. Untuk analisa spasial, misalnya : perhitungan volume dan sebagainya.

5. Digunakan untuk membantu dalam suatu desain, misalnya dalam desain jalan, bangunan, site plan dan lain sebagainya.

#### **II.4.1 Konsep dasar dan pengertian pembuatan peta digital.**

Teknologi pembuatan peta secara digital dapat didefinisikan secara sederhana dan singkat ialah menggambarkan bentuk permukaan bumi di dalam media komputer dengan menggunakan data-data koordinat dan topologi. Dalam prakteknya, peta digital dapat dibagi menjadi ; 1). Peta hasil digitasi peta analog (hardcopy) dan 2). Peta hasil *dataflow* (*softcopy*, antaranya : *scanner*, *Electronic Total Station (ETS)*). Sedangkan berdasarkan temanya, seperti pada peta konvensional, peta digital dapat dibagi menjadi Peta Dasar dan Peta Tematik.

Peta Dasar umumnya memiliki layer-layer utama berupa : garis pantai, jaringan perhubungan, jaringan hidrografi, relief, area vegetasi, batas wilayah dan nama-nama tempat (*Mustapha, 1998*). Karena disimpan dalam layer-layer maka secara digital sebenarnya sangat mudah untuk menampilkan layer-layer tertentu saja, sehingga tampilan peta dasar digital tidak serumit peta dasar hardcopy yang menampilkan seluruh layer secara lengkap.

Sedangkan Peta tematik digital dapat di buat antara lain dengan cara :

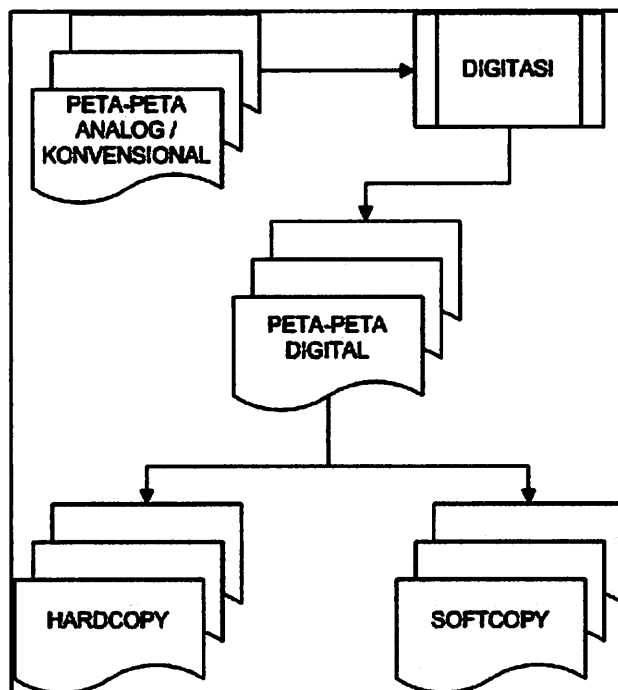
1. Penyederhanaan penampilan dari Peta dasar digital, terutama unsur-unsur dasar rupa bumi sesuai dengan kebutuhan tema.
2. Integrasi peta dasar dengan data dan informasi tematik melalui proses digitalisasi dari sumber lain.

#### **II.4.2 Komponen pembuatan peta secara digital**

Dalam proses pembuatan peta secara digital interaktivitas digunakan untuk mengontrol proses pembuatan peta secara digital, beberapa tahap yang harus dilalui ialah :

1. Tersedianya peta-peta dalam bentuk analog/konvensional.
2. Digitasi.
3. Editing
4. Plotting.

Beberapa komponen pendukung dalam proses pembuatan peta secara digital secara umum dapat diilustrasikan sebagai berikut ini :



Gambar 2.5 Komponen pembuatan peta digital

Perlu dilakukan suatu upaya untuk memindahkan data-data pada peta konvensional tersebut dalam bentuk digital, melalui suatu proses yang umum dikenal dengan digitasi.

Digitasi adalah : konversi data analog ke dalam data digital atau pemindahan elemen-elemen peta (titik, garis, dan luasan) ke dalam koordinat-koordinat atau serangkaian seri koordinat yang dihubungkan dengan suatu kode yang menunjukkan arti dari elemen-elemen tersebut.

### II.4.3 Generalisasi Peta.

Generalisasi adalah pemilihan dan penyederhanaan dari penyajian unsure-unsur pada peta dan selalu berhubungan dengan skala dan tujuan dari peta itu sendiri. Semua peta disajikan dalam skala kecil dari bagian bumi. Penggambaran pada skala yang lebih kecil ini akan melibatkan adanya generalisasi. Generalisasi perlu untuk mempertahankan kejelasan dari peta.

Macam-macam generalisasi :

1. Generalisasi Geometris, yaitu penyederhanaan bentuk, eksagerensi (pembesaran) dari unsur-unsur, dan pergeseran (*displacement*) dari unsur-unsur sebagai akibat dari eksagerensi.
  - a) Generalisasi geometris murni  
Di sini hanya bentuk geometris dari unsure-unsur yang berubah.
  - b) Generalisasi geometris konsep  
Generalisasi geometris dilakukan bersamaan dengan generalisasi konsep, misalnya : klasifikasi jalan, klasifikasi hutan dan lain sebagainya.
2. Generalisasi Konsep, dimana generalisasi tidak dilakukan oleh kartografer melainkan orang yang mengetahui subyek tersebut.
3. Arti penting generalisasi
  - Bertambah padatnya isi peta yang disebabkan oleh reduksi skala.  
Pada semua peta, penyajian (representasi) dari permukaan bumi mengalami reduksi. Tingkat reduksi ini bervariasi. Pada peta dengan skala besar, tingkat reduksinya kecil. Sebaliknya, pada peta dengan skala kecil, tingkat reduksinya besar. Apabila isi peta tidak dikurangi sebanding dengan reduksi dari besarnya kertas, maka pada peta skala kecil penyajian detail akan menjadi sangat padat dan sulit di baca.
  - Terbatasnya kemampuan pandangan mata.  
Harus diperhatikan bahwa mata mempunyai kemampuan melihat yang terbatas yaitu 0.02 mm pada jarak 30 Cm dari mata. Bila kontrasnya baik, garis-garis halus dengan lebar garis 0.04 mm masih dapat dilihat. Ini merupakan batas kemampuan pandangan mata manusia oleh karena itu

harus dihindarkan adanya garis yang sangat kecil, yang di akibatkan oleh skala.

- Ukuran minimum.

Adalah tidak baik untuk memperkecil bentuk dari elemen-elemen peta sampai tingkat minimum untuk dilihat dan minim untuk di cetak.

Prinsip-prinsip yang harus dipertahankan dalam penyajian peta adalah :

- Obyek-obyek yang penting harus ditonjolkan.
- Perbedaan dalam bentuk harus jelas.
- Harus dihindarkan reduksi kontras yang disebabkan karena pencetakan warna muda dan penyinaran yang lemah.
- Harus memperhatikan kemudahan dalam proses reproduksinya.

#### 4. Faktor yang mempengaruhi generalisasi

- Skala

Skala menentukan ukuran gambar objek pada peta, tingkatan generalisasi tergantung dari skala yang dipilih. Makin kecil skala peta maka makin besar tingkatan generalisasi. Penyajian harus disederhanakan untuk mempertahankan tingkat kejelasan dari peta. Misalnya, pada skala 1:50.000 dengan kota yang sama akan diperhatikan jalan-jalan utama saja dan penggabungan rumah-rumah menjadi blok-blok. Pada skala 1:100.000 kota tersebut akan disajikan ke dalam peta berupa symbol lingkaran atau bujur sangkar.

- Maksud dan tujuan dari peta

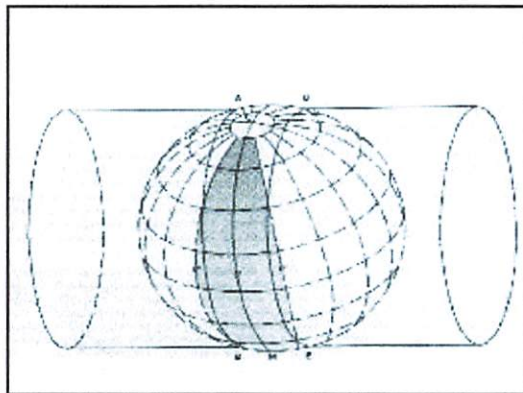
Ada bermacam-macam peta sesuai dengan maksud dan tujuan. Unsur-unsur utama yang berhubungan dengan maksud tujuan peta harus lebih di tonjolkan dibandingkan dengan unsure-unsur lainnya. Pertama adalah menetapkan unsure-unsur apa saja yang akan diperlihatkan (sesuai dengan spesifikasi petanya) dan barulah kemudian di tentukan tingkat penyederhanaan yang akan dilakukan untuk penyajiannya. Skala dan maksud/tujuan peta itu sangat erat hubungannya. Skala harus dipilih untuk memenuhi maksud/tujuan peta. Ini berarti bahwa unsure-unsur

informasi tidak disajikan dengan detail yang cukup dalam skala yang dipilih, berarti skalanya terlalu kecil, sehingga harus dibesarkan.

#### II.4.4 Sistem Koordinat Peta

Sistem koordinat peta adalah sistem koordinat pada bidang peta yang merupakan bidang datar. Metode-metode proyeksi peta yang umumnya dipakai di Indonesia untuk pemetaan adalah proyeksi Polyender, Proyeksi Mercator dan Proyeksi Universal Transverse Mercator (UTM). Lebih spesifik dibahas mengenai sistem proyeksi UTM, karena hasil akhir dari penelitian ini adalah menggunakan sistem proyeksi UTM. Proyeksi UTM adalah proyeksi silinder normal conform dengan ketentuan-ketentuan tentang faktor skala pada meridian sentral serta wilayah cakupannya. Pada proyeksi UTM factor skala meridian sentral sebesar 0.9996 dan wilayah cakupannya (lebar zone) adalah sebesar  $6^\circ$ . (Sumber : Imam Budi Santoso, 2003. *"pembuatan peta tematik ekologi lingkungan pantai"*, ITN Malang, skripsi tidak diterbitkan kripsi tidak diterbitkan. Jurusan Teknik Geodesi ITN. Malang)

Proyeksi UTM dapat di bayangkan sebagai proyeksi silinder transversal yang memotong, seperti gambar berikut ini dan mempunyai cirri sebagai proyeksi conform (proyeksi yang menghasilkan sudut yang sama).



Gambar 2.6 Proyeksi Silinder Transvesal, ( Sumber : Bakosurtanal 2003)

Proyeksi meridian sentral dan ekuator masing-masing merupakan garis-garis lurus yang saling tegak lurus. Sedangkan proyeksi meridian dan paralel

lainnya masing-masing merupakan kurva-kurva yang saling tegak lurus. Untuk menghindari koordinat negative di dalam proyeksi UTM setiap meridian tengah dalam setiap zone diberi harga 500.000 m East (timur). Untuk harga-harga ke arah utara, ekuator dipakai sebagai garis datum dan diberi harga 0 m North (utara). Untuk perhitungan ke arah selatan ekuator diberi harga 10.000 m North (utara).

## **II.5 GUNUNG API**

Gunung api adalah lubang kepundan atau rekahan dalam kerak bumi tempat keluarnya cairan magma atau gas atau cairan lainnya ke permukaan bumi. Material yang di erupsikan ke permukaan bumi umumnya membentuk kerucut terpancung. Gunung api terdapat dalam beberapa bentuk sepanjang masa hidupnya.

Gunung api yang aktif mungkin berubah menjadi separuh aktif, istirahat, sebelum akhirnya menjadi tidak aktif atau mati. Bagaimanapun gunung api mampu istirahat dalam waktu 610 tahun sebelum berubah menjadi aktif kembali. Oleh itu, sulit untuk menentukan keadaan sebenarnya dari pada suatu gunung api itu, apakah gunung api itu berada dalam keadaan istirahat atau telah mati. Aktifitas gunung api dapat menimbulkan bencana bagi manusia, yaitu saat terjadinya *Vulkanisme* (keluarnya magma ke permukaan bumi).

### **II.5.1 Bahaya Gunung Api**

Bahaya Gunung api di bagi kedalam dua klasifikasi berdasarkan waktu kejadiannya, yaitu bahaya utama (*primer*) dan bahaya ikutan (*sekunder*). Kedua jenis bahaya ini mempunyai resiko merusak dan mematikan. Adapun penjelasan kedua bahaya tersebut adalah :

#### **1. Bahaya Primer.**

Bahaya primer atau bahaya utama sering juga disebut dengan bahaya langsung. Dimana letusan gunung api adalah salah satu bencana yang



dapat langsung berdampak kepada manusia dan lingkungan sekitarnya pada saat terjadi letusan. Adapun jenis-jenis dari bahaya ini adalah : leleran lava (*lava flow*), awan panas (*pyroclastic flow*), lontaran batu pijar, hujan abu lebat, gas beracun dan *tsunami*.

## **2. Bahaya Sekunder.**

Bahaya sekunder merupakan bahaya ikutan letusan gunung api yang terjadi pada saat letusan ataupun setelah letusan. Bahaya ini umumnya tidak langsung berdampak, tetapi mempunyai potensi merusak dan mematikan yang cukup besar. Bahaya sekunder yang umumnya terjadi di Indonesia adalah lahar, guguran vulkanik dan banjir bandang.

### **II.5.2 Banjir Lahar**

Lahar Dingin (*volcanic mud flow*) adalah campuran antara air dengan material vulkanik hasil letusan dari gunung api yang meluncur ke bawah melalui alur sungai atau alur-alur gunung. Di Indonesia aliran lahar dikenal sebagai aliran lahar hujan, karena biasanya aliran lahar terbentuk dari air hujan yang bercampur dengan endapan material piroklastik hasil letusan gunung api. Temperatur aliran ini kurang dari 100°Celsius tetapi dapat mengandung blok-blok lava panas yang dapat membakar rumah atau apa saja yang tersentuh. Kecepatan aliran ini sangat tinggi dapat mencapai 100 Km/Jam sehingga sulit untuk menghindar. Daya rusak aliran ini sangat tinggi mengakibatkan kerusakan terhadap apa saja yang dilanggarnya. ( *Haryono Kusumobroto, dalam Seminar Diseminasi Teknologi Sabo di Semarang, 31 Mei 2006*).

Sedangkan banjir lahar adalah banjir yang disebabkan oleh dampak dari letusan gunung api, dikarenakan muatan lava yang mengalir dari perut gunung terhempas ke bawah kemudian tercampur dengan material sehingga terjadilah lahar. Lahar dingin itu sendiri disebabkan oleh endapan-endapan lahar yang sudah bercampur dengan lumpur dan air. (*Bankoff, G. Frerks, D. Hilhorst (eds.) (2003). Mapping Vulnerability*).

### **II.5.3 Penetapan kriteria daerah kawasan rawan bencana gunung api**

Dalam menentukan daerah kawasan rawan bencana Pemerintah Republik Indonesia memiliki pedoman atau patokan diantaranya adalah Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Letusan Gunung Api dan Kawasan Rawan Gempa Bumi, yang dikeluarkan oleh Menteri Pekerjaan Umum No. 21/PRT/M/2007. Dimana dalam pedoman ini di rumuskan sebagai berikut :

#### **1. Tipologi A / Kawasan Rawan Bencana I.**

Kawasan yang berpotensi terlanda banjir lahar 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 yang memiliki tingkat risiko rendah (berjarak cukup jauh dari sumber letusan, melanda kawasan sepanjang aliran sungai yang di lalukannya, pada saat terjadi bencana letusan, masih memungkinkan manusia untuk menyelamatkan diri, sehingga risiko terlanda bencana masih dapat dihindari).

Radius untuk kawasan ini adalah 5 Km – 10 Km dari pusat kawah.

#### **2. Tipologi B / Kawasan Rawan Bencana II.**

Kawasan yang berpotensi terlanda awan panas, aliran lahar dan lava, lontaran atau guguran batu pijar, hujan abu lebat, hujan lumpur (panas), aliran panas dan gas beracun.

Kawasan yang memiliki tingkat risiko sedang (berjarak cukup dekat dengan sumber letusan, risiko manusia untuk menyelamatkan diri pada saat letusan cukup sulit, kemungkinan untuk terlanda bencana sangat besar).

Radius untuk kawasan ini adalah 2Km-5Km dari pusat kawah.

### **3. Tipologi C / Kawasan Rawan Bencana III.**

Kawasan ini sering terlanda awan panas, aliran lahar dan lava, lontaran atau guguran batu (pijar), hujan abu lebat, hujan lumpur (panas), aliran panas dan gas beracun. Hanya diperuntukkan bagi kawasan rawan letusan gunung berapi yang sangat giat atau sering meletus.

Kawasan yang memiliki risiko tinggi (sangat dekat dengan sumber letusan. Pada saat terjadi aktivitas magmatis, kawasan ini akan dengan cepat terlanda bencana, makhluk hidup yang ada di sekitarnya tidak mungkin untuk menyelamatkan diri).

Radius untuk kawasan ini adalah 0 Km -2 Km dari Pusat Kawah.

## **II.6 METODE PENELITIAN**

Pada metode penelitian ini menggunakan kombinasi dari analisa hidrologi, dikarenakan aliran lahar dianggap sama dengan analisa analisa hidrologi, karena sifat dari lahar adalah mengalir melewati sungai-sungai atau cekungan disekitar gunung. Adapun kombinasi hidrologi tersebut meliputi :

### **1. Fill (Penambalan).**

Ialah sebuah metode yang menganalisa setiap cekung, lubang atau jurang pada DEM dan menambal cekung tersebut supaya arah alirannya bisa terdeteksi. (*Tarboton, D.G. Hidrologic Analisis Spatial. 2002*).

### **2. Flow Direction (Daerah aliran).**

Penentuan daerah aliran lahar, dimana disini di klasifikasikan sebagai sungai atau cekungan yang dianggap berpotensi sebagai aliran lahar.

### **3. Flow Accumulation (Daerah Pengumpulan).**

Proses penentuan akumulasi atau pengumpulan aliran lahar, dimana proses ini menghasilkan nilai area atau sebaran lahar pada sungai utama.

### **4. Stream Order.**

Proses ini menentukan order sungai agar bisa teridentifikasi jaringan sungai tersebut.

## **IL.7 ANALISA BUFFER**

Buffer merupakan operasi yang dipergunakan untuk mengidentifikasi area feature geografis yang berupa zone buffer yang mengelilingi feature geografi yang di analisa.

Untuk kasus gunung sinabung berdasarkan laporan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), Kabupaten Karo merupakan daerah rawan bencana alam letusan gunung api sinabung. Adapun daerah aman dalam pelaporan mereka daerah aman evakuasi adalah radius 10 Km dari Pusat kawah.

Untuk daerah aliran sungai sebagai daerah aliran lahar gunung sinabung, penulis menggunakan patokan umum yang di gunakan pada daerah kawasan rawan bencana gunung api lainnya, dimana ditetapkan 200 Meter dari pusat sungai utama atau aliran lahar.

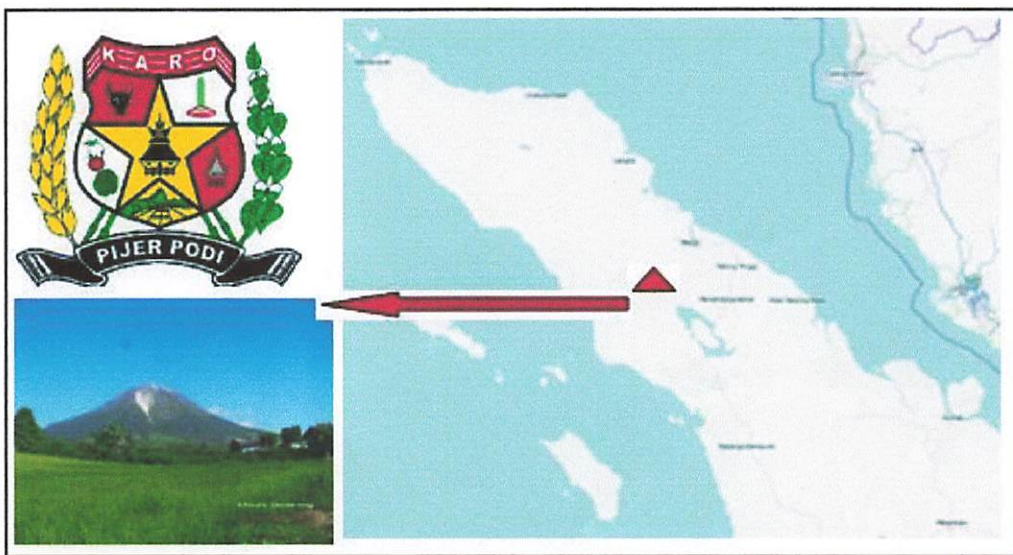
## BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN

### III.1 LOKASI PENELITIAN

Lokasi penelitian ini adalah wilayah Kabupaten Karo, Provinsi Sumatera Utara, tepatnya terletak di  $97^{\circ}55'$ –  $98^{\circ}38'$  Bujur Timur dan  $2^{\circ}50'$  –  $3^{\circ}19'$  Lintang Utara. Kabupaten ini memiliki luas  $2.127,25 \text{ Km}^2$  (212.725 Ha).

Adapun batas-batas administrasi adalah :

- Sebelah Utara : Kabupaten Langkat dan Kabupaten Deli Serdang.
- Sebelah Timur : Kabupaten Dairi dan Kabupaten Toba Samosir.
- Sebelah Selatan : Kabupaten Deli Serdang dan Kabupaten Simalungun.
- Sebelah Barat : Provinsi Nangroe Aceh Darrussalam.



Gambar 3.1 Lokasi Gunung Sinabung. ( Sumber : <http://www.karokab.go.id> )

## **III.2 BAHAN PENELITIAN.**

Bahan penelitian ini di kategorikan ke dalam dua bentuk bahasan.

1. Data Spasial yang terdiri dari :
  - Peta Rupa Bumi Indonesia Produksi Bakosurtanal dengan format Shp\*.
  - Data DEM SRTM Kawasan Gunung Sinabung.
2. Data Non Spasial yang terdiri dari :
  - Data aliran sungai
  - Laporan Penyelidikan Tanggap Darurat letusan Gunung Sinabung Kode Satuan Kerja 579170. Oleh Badan Geologi, Pusat Vulkanologi Dan Mitigasi Bencana Geologi. Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral.

## **III.3 ALAT PENELITIAN**

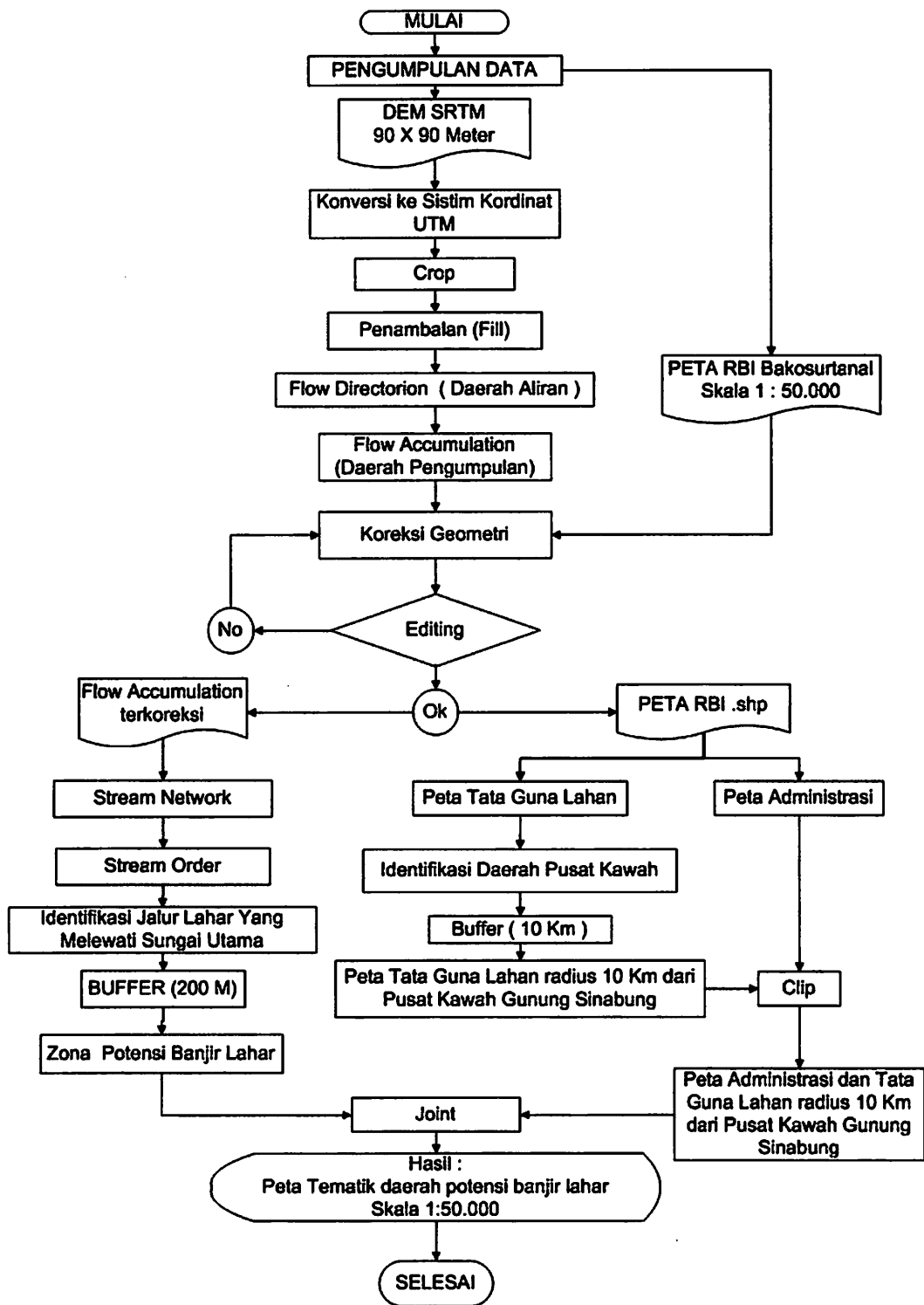
### **III.3.1 Perangkat Keras (*hardware*)**

1. PC Dual Core Processor 4200 Mhz.
2. Monitor
3. Memori 1 GB
4. Hardisk 80 GB
5. Monitor, Mouse, Keyboard.
6. Modem / Koneksi Internet.

### **III.3.2 Perangkat Lunak (*software*)**

1. ArcGis 9.3.
2. Microsoft Office 2007.
3. Microsoft Office 2003.
4. Global Mapper V9.00.

### III.4 DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

### III.5 DOWNLOAD DATA SRTM

Data DEM SRTM yang di gunakan dalam penelitian ini diperoleh dari data online yang di sediakan oleh *Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI)* yaitu suatu lembaga penelitian yang telah merintis penerapan Sistem Informasi Geografis (*GIS*) dan Inderaja (*Remote Sensing*) untuk pembangunan pertanian berkelanjutan selama lebih dari satu dekade.



Gambar 3.3 Tampilan home CGIAR ( Sumber :<http://www.cgiar-csi.org/>.)

Adapun tahapan *download* data adalah sebagai berikut ini :

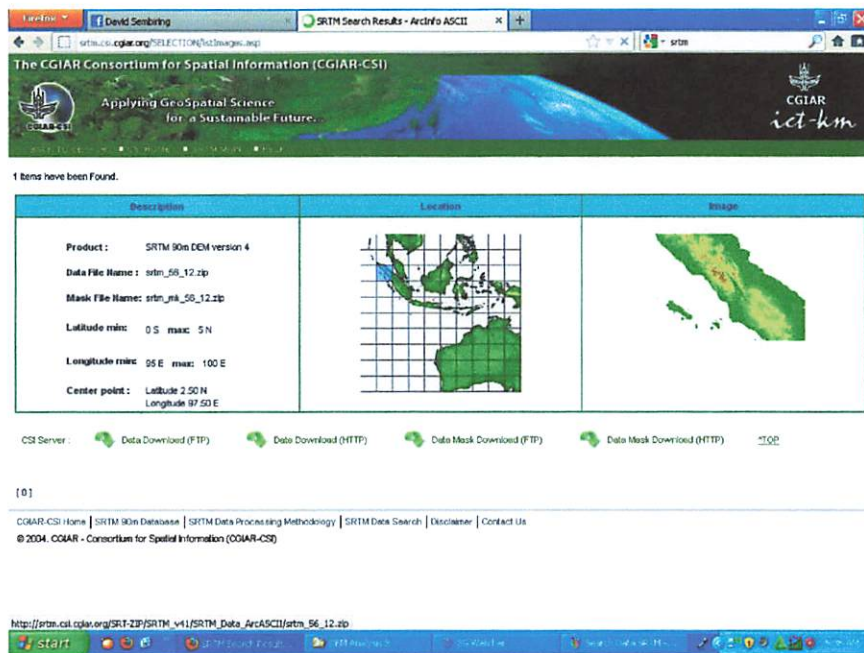
1. Buka : <http://www.cgiar-csi.org/>.
2. Masuk ke SRTM Data Search and Download.



Gambar 3.4 Tampilan proses pencarian dan pemilihan data SRTM ( Sumber :<http://www.cgiar-csi.org/>.)



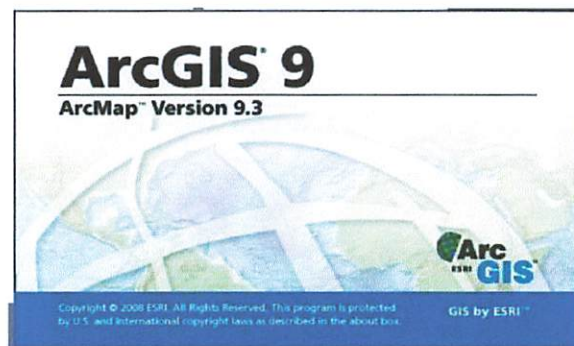
3. Pada SRTM Data Selection Options klik lokasi data dengan memakai *Eneble Mouse Drag* pada Data Selection Method. Pilih format *GeoTiff* pada section data format. Selanjutnya klik *Begin Search*.
4. Masuk kepada list data, pada *CSI Server* pilih *Data Download (HTTP)*. Dan proses download akan berlangsung.



Gambar 3.5 Tampilan proses download. ( Sumber :<http://www.cgiar-csi.org/>.)

### III.6 PENGOLAHAN DATA

Pada penelitian ini, proses pengolahan data menggunakan software ArcGis 9.3 (ArcMap) dengan tampilan sebagai berikut :



Gambar 3.6 Tampilan menu ArcGis 9.3

Tahap ini dimulai dengan menampilkan data DEM (SRTM) dan penyamaan sistem proyeksi DEM (SRTM) pada bidang datar dengan proyeksi peta RBI Bakosurtanal (UTM). Adapun tahapan pekerjaan pada pengolahan data Kabupaten Karo adalah sebagai berikut ini :


### III.6.1 Mendefinisikan DEM SRTM ke Sistem UTM

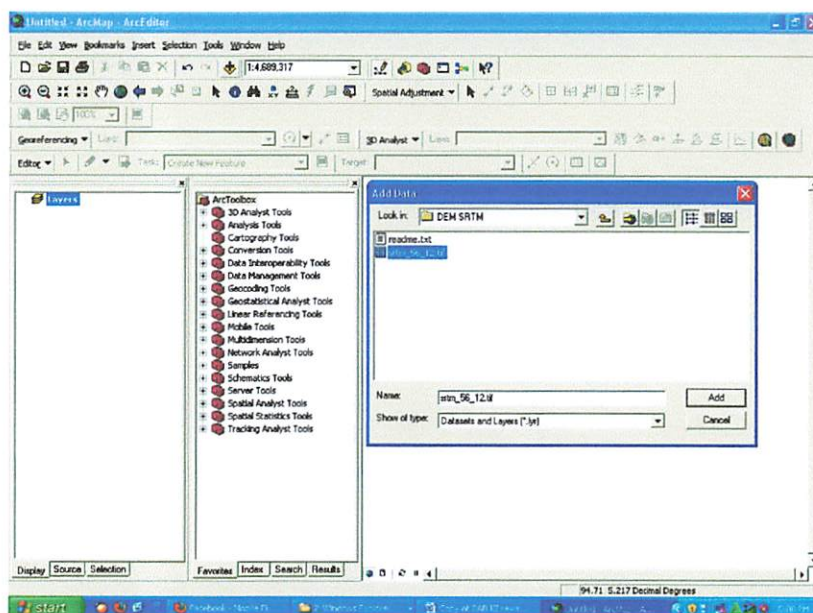
Data yang di download sebelumnya merupakan data yang masih dalam format GeoTiff dengan sistem proyeksi global. Oleh sebab itu terlebih dahulu kita lakukan konversi menjadi data raster dengan sistem proyeksi UTM Zona 47 N sesuai dengan cakupan area daerah penelitian. Adapun langkah kerjanya adalah sebagai berikut ini :

1. Aktifkan program ArcGis 9 (ArcMap Version 9.3).

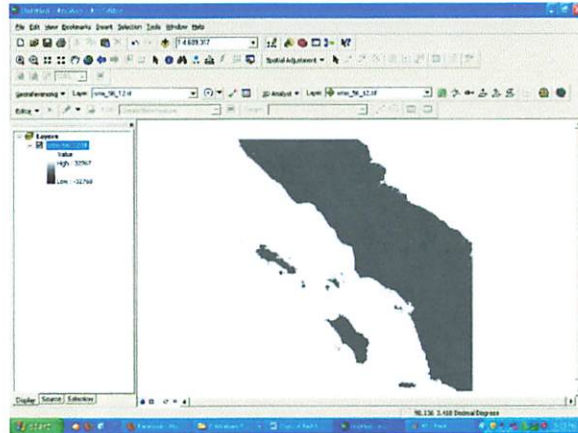
Klik : **Start** → **ArcMap**

2. Tampilkan data DEM SRTM ke dalam ArcMap .

Klik : **Add Data**  → Buka file yang akan di tampilkan. → **Add**.



Gambar 3.7 Tampilan Proses pemanggilan data.



Gambar 3.8 Tampilan data DEM SRTM Provinsi NAD, Sumut.

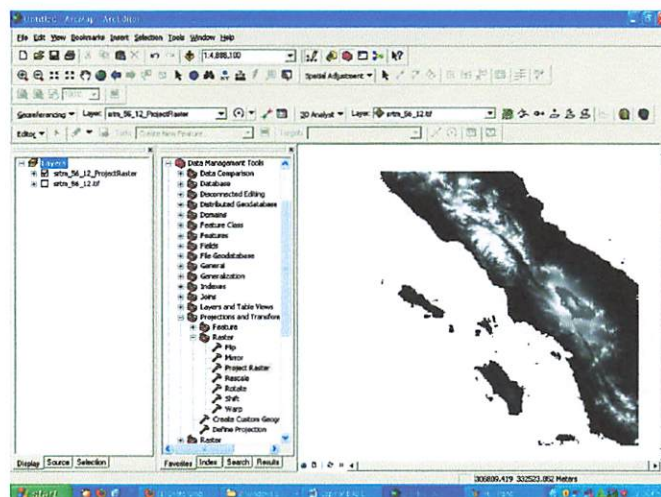
### III.6.2 Mengubah proyeksi Data Raster

Pada proses ini dilakukan penyamaan sistem proyeksi data DEM SRTM yang masih dalam sistem global dan dalam satuan derajat ke sistem proyeksi UTM zona 47 N dalam satuan meter.

Adapun tahapan kerjanya adalah sebagai berikut :

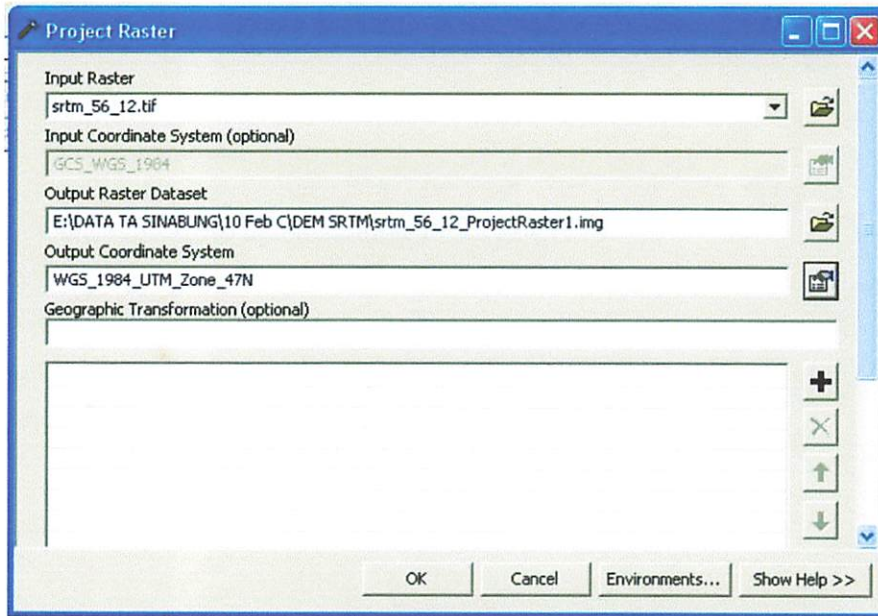
1. Tampilkan data DEM SRTM ke dalam ArcMap .

Klik : *ArcToolbox*  → *Data Management Tools* → *Projection and Transformation* → *Raster* → *Project Raster*.

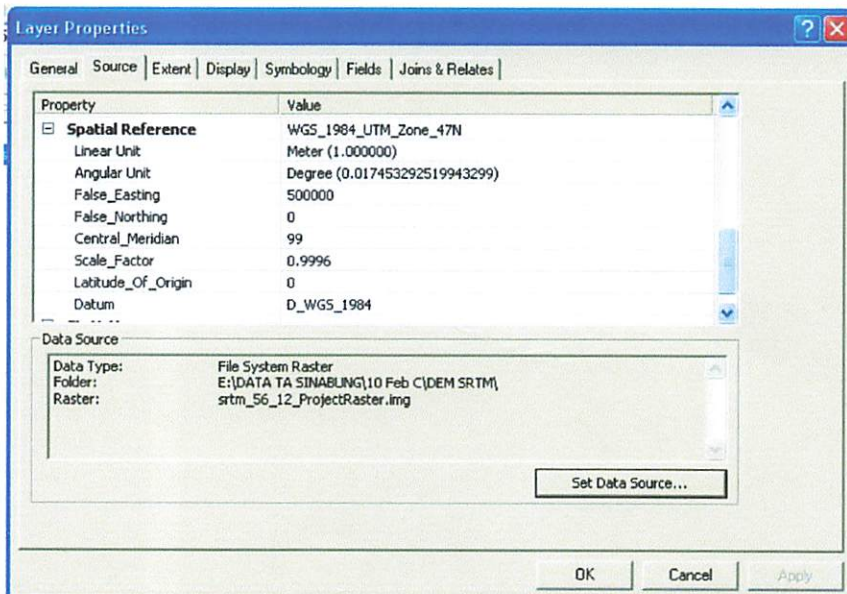


Gambar 3.9 Tampilan data DEM SRTM Provinsi NAD, Sumut

2. Pada kotak dialog Project Raster masukkan data srtm yang akan diproyeksikan menjadi data input, simpan dalam folder yang dikehendaki. Untuk output Coordinate System pilih *WGS\_1984\_UTM\_Zone\_47N*. Selanjutnya klik *Ok*.



Gambar 3.10 Tampilan kotak dialog Project Raster.




Gambar 3.11 Layer properties srtm yang sudah diproyeksikan ke SUTM.

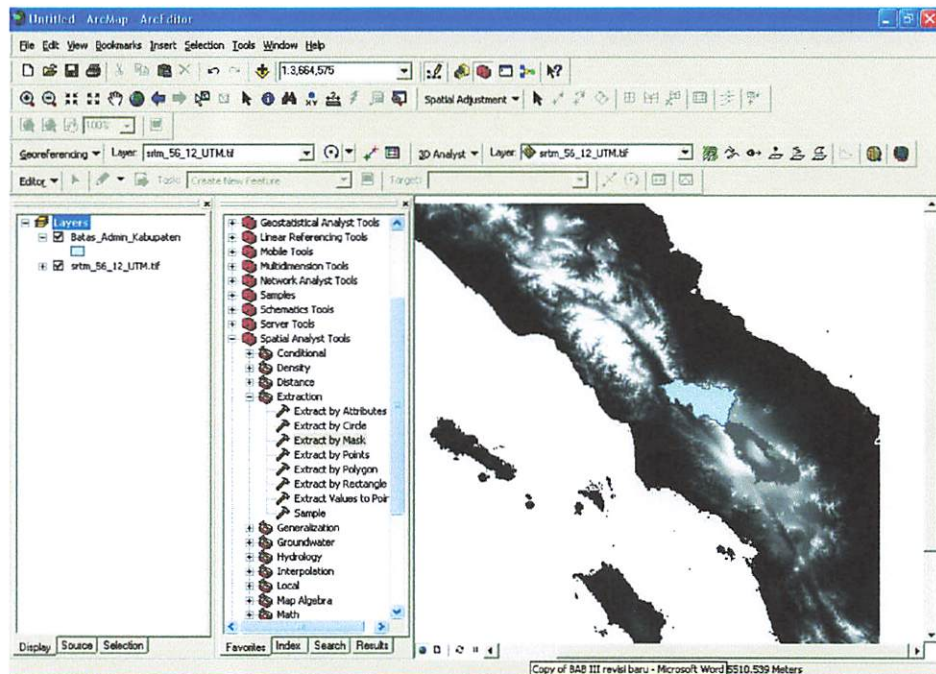
### III.6.3 Pemotongan data Raster

Pada proses ini dilakukan pemotongan data DEM SRTM sesuai dengan luas dan kebutuhan penelitian. Proses ini menggunakan ekstraksi berdasarkan polygon batas administrasi Kabupaten Karo. Adapun langkah kerjanya adalah sebagai berikut :

Adapun langkah kerjanya adalah sebagai berikut :

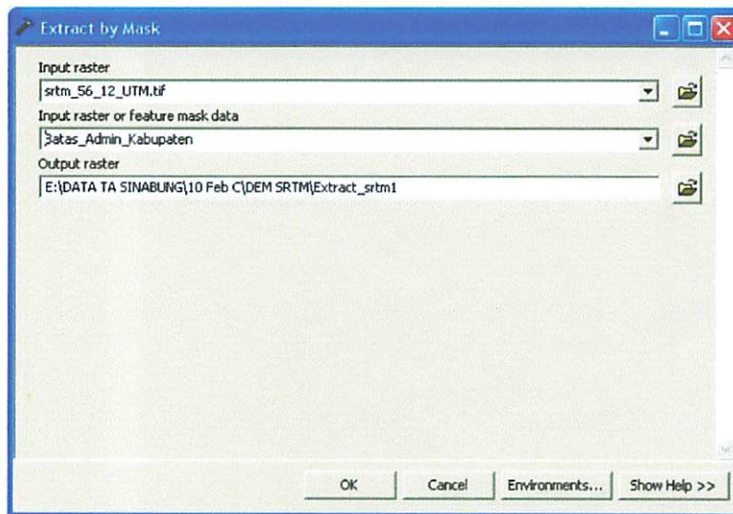
1. Munculkan file data raster SRTM yang sudah di konversi ke sistim proyeksi UTM Zona 47N dan file data batas administrasi kab karo dalam format shp dengan sistim proyeksi yang sama.
2. Aktifkan ArcTollbox .

Klik: *Arctollbox*   $\rightarrow$  *Spatial Analyst Tools*  $\rightarrow$  *Extraction*  $\rightarrow$  *Extract by Mask*.

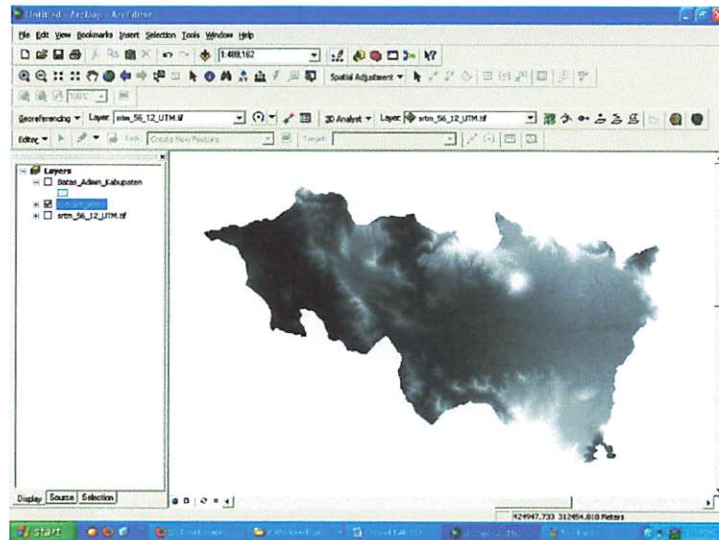


Gambar 3.12 Tampilan Extract by Mask.

DEM SRTM yang akan di *Cropping* di jadikan sebagai *input raster*. Dan *polygon* administrasi kabupaten karo di jadikan *sebagai input raster of feature mask data*. Simpan hasil dalam folder yang di kehendaki.



Gambar 3.13 Tampilan kotak dialog Extract by Mask



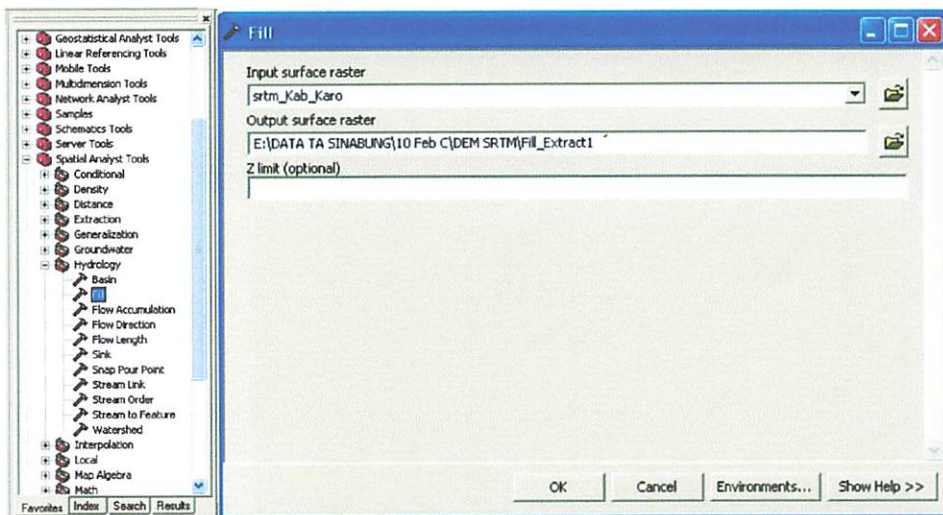
Gambar 3.12 Tampilan DEM SRTM Kab Karo setelah di *Cropping*.

### III.6.4 Fill (Penambalan)

Setelah Data DEM (SRTM) ditampilkan, proses selanjutnya adalah melakukan penambalan atau fill. Tujuan dari proses ini adalah menganalisa setiap cekungan, lubang atau jurang pada DEM (SRTM) dan menambal cekung lubang tersebut supaya arah alirannya bisa terdeteksi.

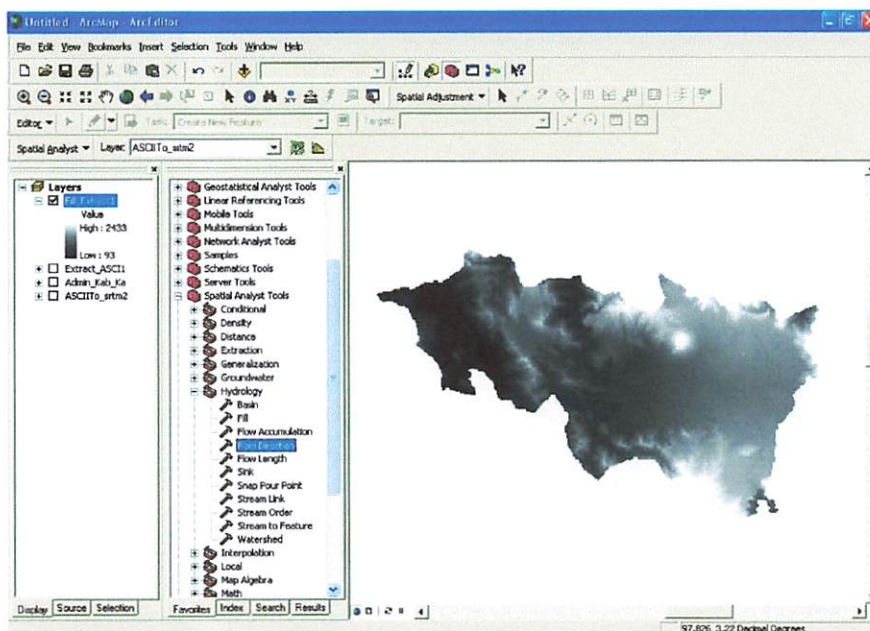
Adapun langkah kerjanya adalah sebagai berikut ini :

1. Klik : *Arc toolbox* → *Spatial Analyst Tool* → *Hydrology* → *fill*.



Gambar 3.14 Tampilan Kotak proses Fill (penambalan).

2. Pada *Input surface raster* isi dengan Data DEM (SRTM) yang akan dilakukan proses penambalan.
3. Pada *Output surface raster* isi dengan nama folder yang dikehendaki.
4. Setelah itu Klik : *Ok*.



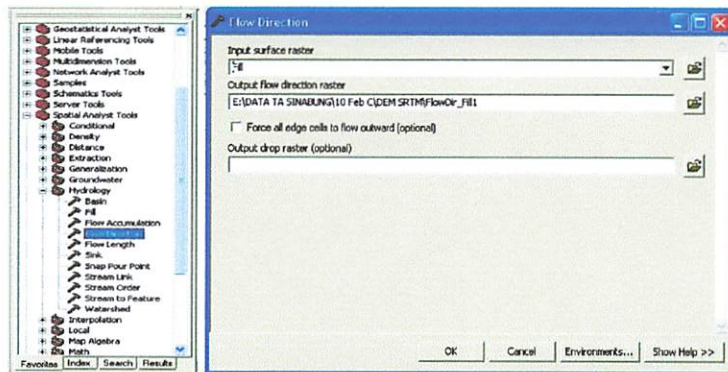
Gambar 3.15 Tampilan hasil proses Fill (penambalan).

### III.6.5 Flow Direction (Arah Aliran)

Data hasil dari hasil penambalan (Fill) selanjutnya diproses dengan menggunakan formula flow direction. Adapun tujuan dari proses ini adalah menentukan daerah aliran lahar, dimana di sini diklasifikasikan sebagai sungai atau cekungan yang dianggap berpotensi sebagai aliran lahar.

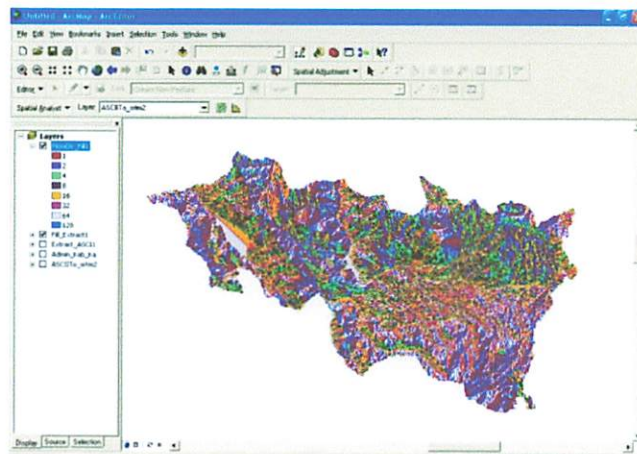
Adapun langkah kerjanya adalah sebagai berikut :

1. Klik : *Arc toolbox* → *Spatial Analyst Tool* → *Hydrology* → *Flow Direction*.



Gambar 3.16 Tampilan hasil Flow Direction

2. Pada *Input surface raster* isi dengan Data DEM (SRTM) yang akan dilakukan proses *Flow direction*.
3. Pada *Output flow direction raster* isi dengan nama folder yang dikehendaki.
4. Setelah itu Klik : *Ok*.



Gambar 3.17 Tampilan hasil Flow Direction

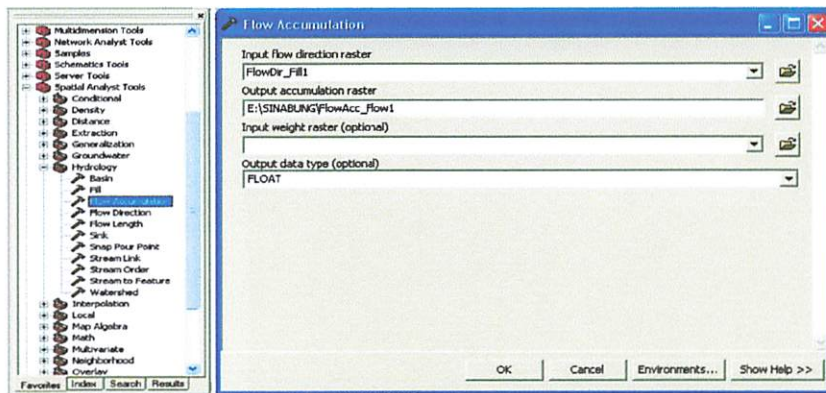


### III.6.6 Flow Accumulation (Pengumpulan pengumpulan)

Tahapan selanjutnya adalah hasil dari *flow direction* tersebut diproses menggunakan formula *flow accumulation*. Adapun tujuan dari proses ini adalah pengumpulan aliran lahar, dimana proses ini menghasilkan nilai area atau sebaran lahar pada sungai utama.

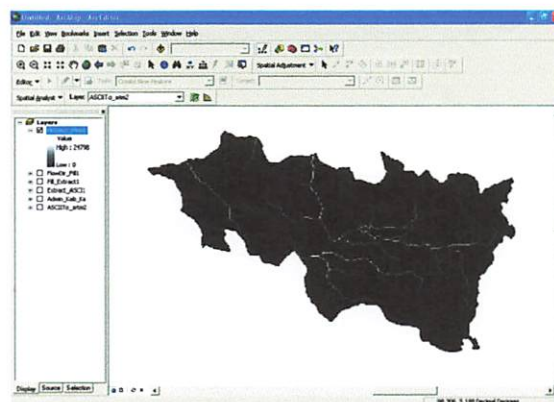
Adapun langkah kerjanya adalah sebagai berikut :

1. Klik : *Arc toolbox* → *Spatial Analyst Tool* → *Hydrology* → *Flow Accumulation*.



Gambar 3.18 Tampilan Kotak proses Flow Direction

2. Pada *Input surface raster* isi dengan Data DEM (SRTM) yang akan dilakukan proses *Flow accumulation*.
3. Dan pada *Output flow direction raster* isi dengan nama folder yang dikehendaki.
4. Output data tipe pilih opsi **FLOAT**. Setelah itu Klik : **Ok**.



Gambar 3.19 Tampilan hasil Flow Accumulation.


### III.6.7 Kecocokan Geometri sungai sintetik dengan sungai RBI Bakosurtanal.

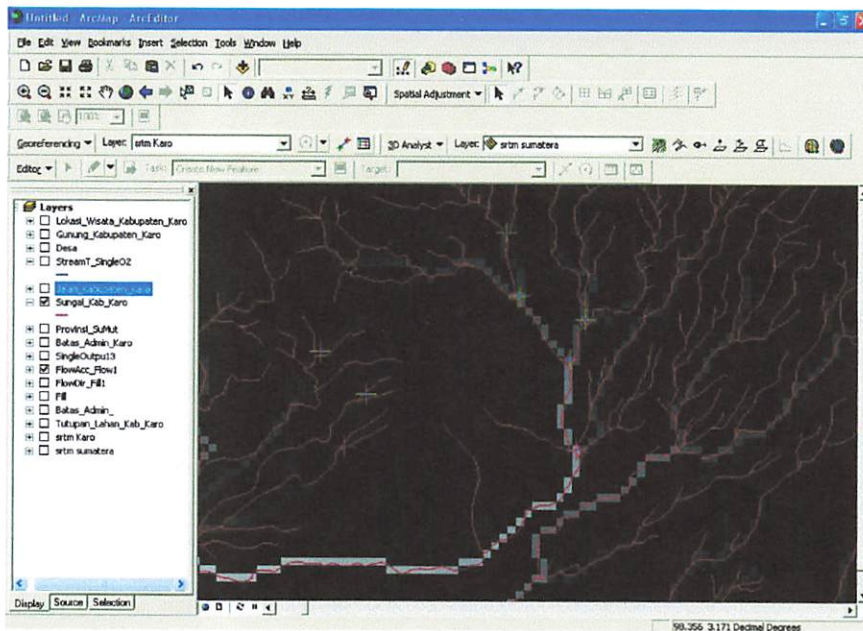
Pada proses ini dilakukan analisa kecocokan geometri dari sungai sintetik yang berasal dari data DEM SRTM dengan sungai yang berasal dari data peta RBI Bakosurtanal. Standart ukuran kalibrasi untuk DEM SRTM adalah maksimal 60 Meter.

Adapun langkah-langkah dalam proses kecocokan geometri adalah :

1. Buka menu “*georeferencing*”.



Selanjutnya buka file sungai sintetik (focal flow) dan overlaykan dengan peta sungai RBI. Untuk melakukan koreksi tekan .



Gambar 3.20 Proses koreksi geometri

2. Pada proses selanjutnya dilakukan ratifikasi, dengan menampilkan titik kontrol antara sungai sintetik dari data DEM SRTM dengan Sungai RBI. Adapun kesalahan yang di peroleh dari proses koreksi DEM SRTM terhadap peta RBI Bakosurtanal adalah 7.46900 Meter.

Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual
10	430953.757870	357951.956640	431125.532019	357902.955545	130.17544
11	441059.462877	355102.941425	441086.511720	355084.970861	67.49522
12	452401.421398	350011.901213	452475.047320	349878.728868	33.52648
13	455267.107892	355629.004674	455365.157419	355508.948067	16.46480
14	453520.720813	351174.227457	453488.706538	351052.628505	110.76884
15	451207.592741	351283.503980	451347.424653	351140.185789	83.08592
16	433764.821031	346198.828519	433815.169829	346145.536217	62.05280
17	423826.518564	346064.289328	423774.756027	345885.000248	110.47249
18	423033.010377	345784.980931	423030.965831	345683.975871	39.74803
19	415549.854576	343914.946378	415518.296041	343759.014416	85.43474
20	413758.365871	352294.946581	413712.427052	352261.259793	26.40619
21	412470.255205	354380.588783	412382.352813	354377.999794	75.67868
22	412489.588212	354378.504195	412406.475738	354281.508093	83.41673
23	412391.850768	354366.298525	412301.943062	354361.917844	76.41423

Gambar 3.21 Data RMS error

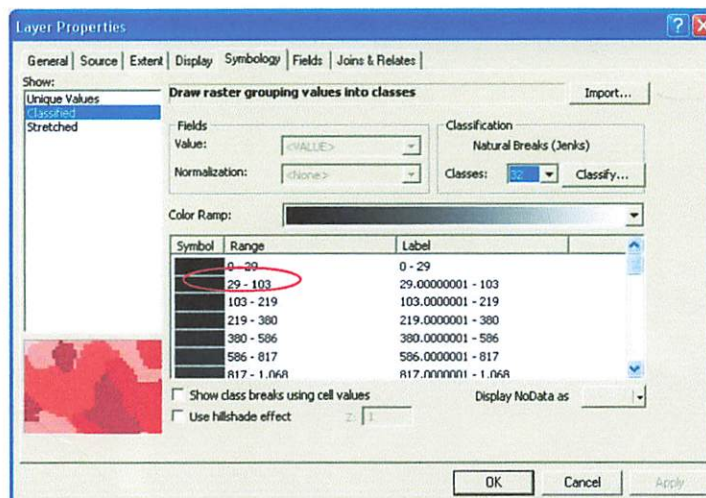
### III.6.8 Extract Stream Network

Pada proses ini dilakukan klasifikasi jalur tangkapan aliran, merupakan pecahan dari sungai utama yang menghubungkan ke jalur utama aliran lahar.

Adapun langkah kerjanya adalah sebagai berikut :

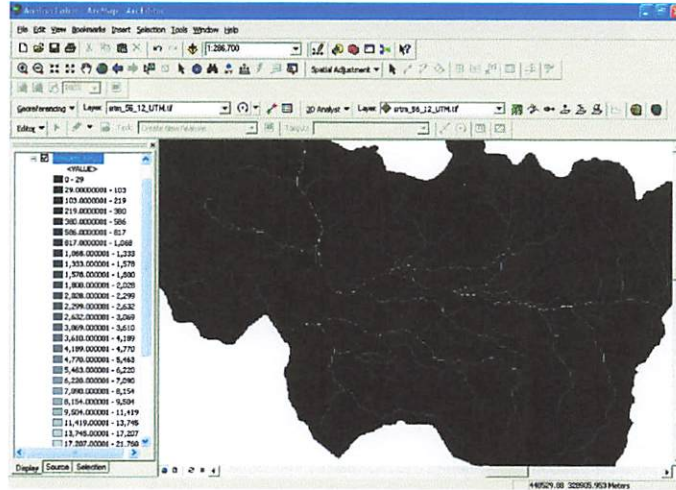
1. Ubah hasil *Reclassify* dari *Flow Accumulation* menjadi beberapa kelas.

Klik kanan pada *Flow Accumulation* → *Properties* → *Symbology*.



Gambar 3.22 Tampilan Layer Properties.

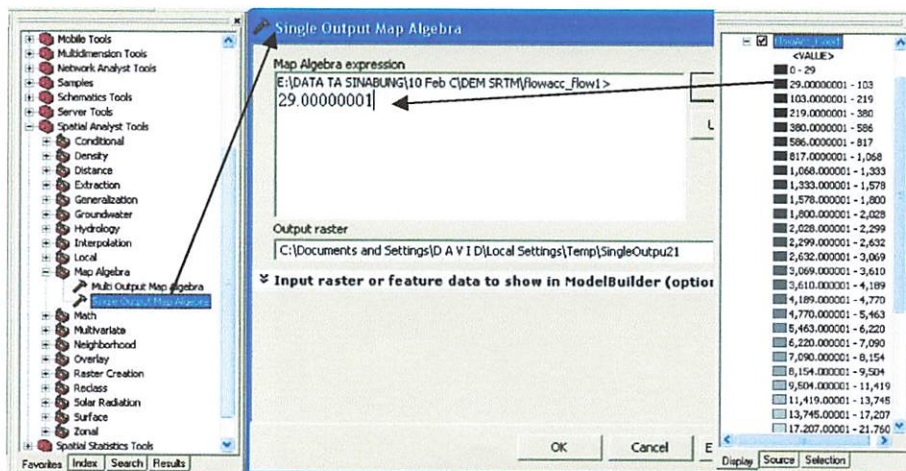
Pilih symbology peta *Flow Accumulation* menjadi *classified* dengan 32 kelas secara *Natural Breaks*. Dan klik **Ok**.



Gambar 3.23 Tampilan Flow Accumulation.

Pada tampilan peta, warna yang bukan sungai atau alur-alurnya adalah yang paling hitam, dan setelah di reclassify, valuenya berkisar antara 0-29,0000001. Oleh karena itu, kita mendefinisikan bahwa nilai yang lebih besar dari 29,0000001 merupakan sungai beserta alur-alur gunung.

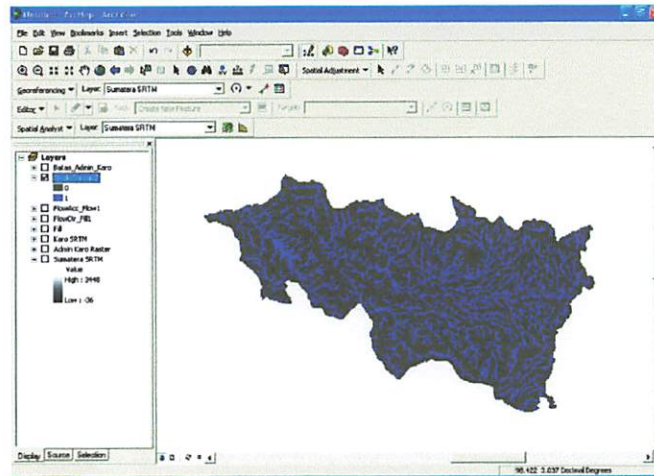
2. Klik : *Arc toolbox* → *Spatial Analyst Tool* → *Map Algebra* → *Single Output Map Algebra*.



Gambar 3.24 Tampilan Tampilan Kotak *Single Output Map Algebra*.

Add file *Flow Accumulation* ketik > 11.0000001. klik **Ok**.

Output Raster akan disimpan dalam temporary data. Dan hasilnya adalah berupa peta raster berikut :



Gambar 3.25 Tampilan *Extract Stream Network*

Nilai 0 Merupakan identitas bukan sungai ataupun alur-alur gunung.

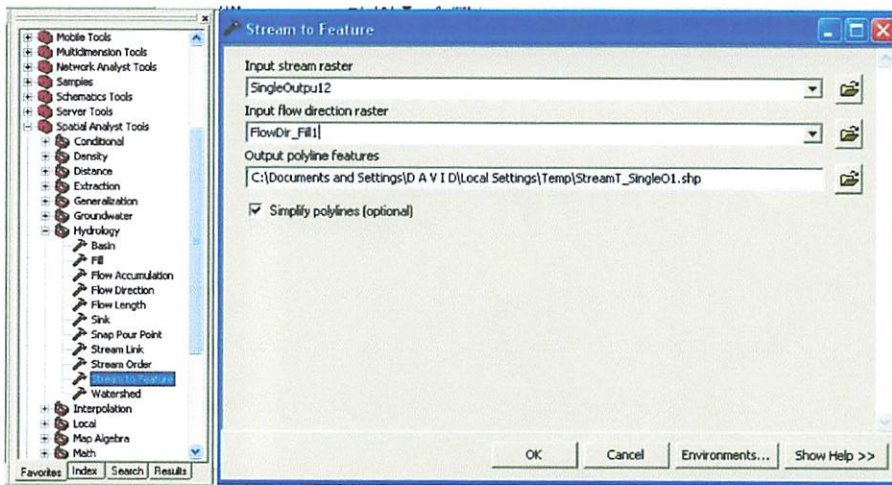
Nilai 1 Merupakan identitas sungai ataupun alur-alur gunung.

### III.6.9 Stream Order

Pada tahap ini adalah menentukan ordo sungai ataupun alur-alur gunung sebagai arah aliran lava ataupun lahar dengan menggunakan konsep ordo Daerah aliran Sungai. Dimana semua aliran atau chanel akan menuju satu outlet. Dalam tahap ini kita menggunakan parameter dari arah aliran (*Flow Direction*) dan jaringan sungai (*Ekstraksion Stream Network*).

Adapun langkah kerjanya adalah :

1. Klik : *Arc toolbox* → *Spatial Analyst Tool* → *Hydrology* → *Stream To Feature*.



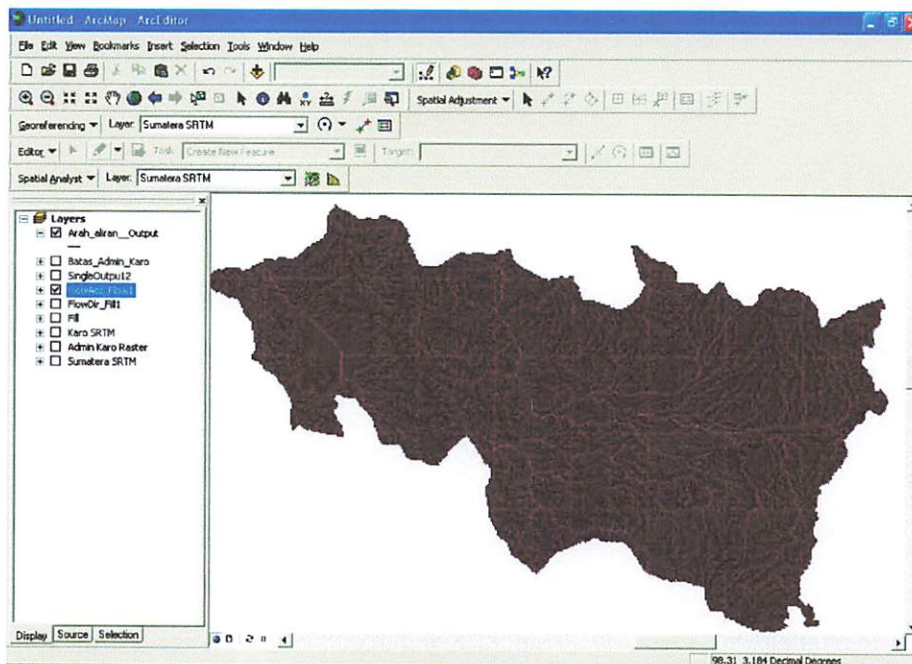
Gambar 3.26 Tampilan Tampilan Kotak *Stream to Feature*.

Pada Input stream raster isi dengan data raster jaringan sungai.

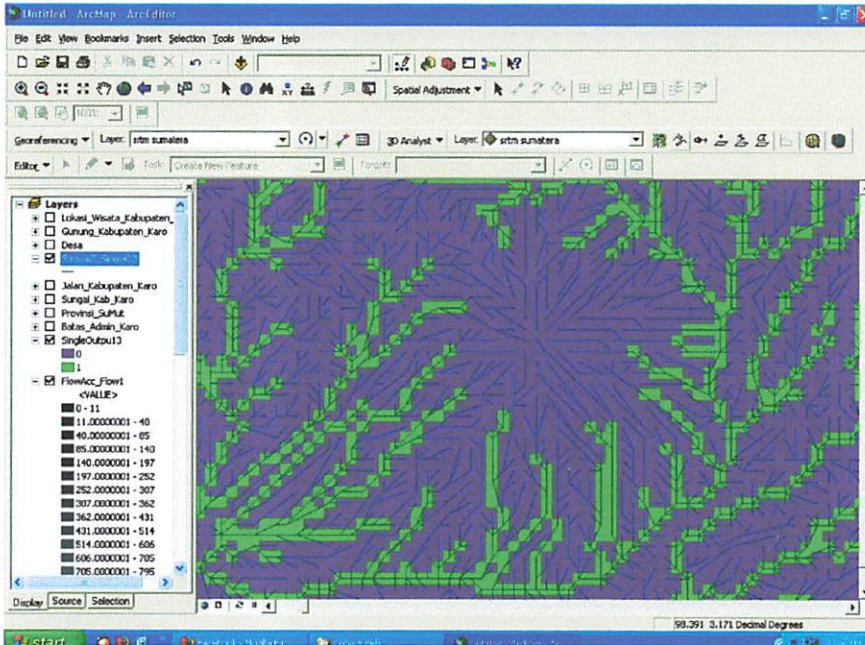
Pada Flow direction raster isi dengan data raster arah aliran.

Output akan berupa polyline features yang tersimpan di temporary.

Klik **Ok**.

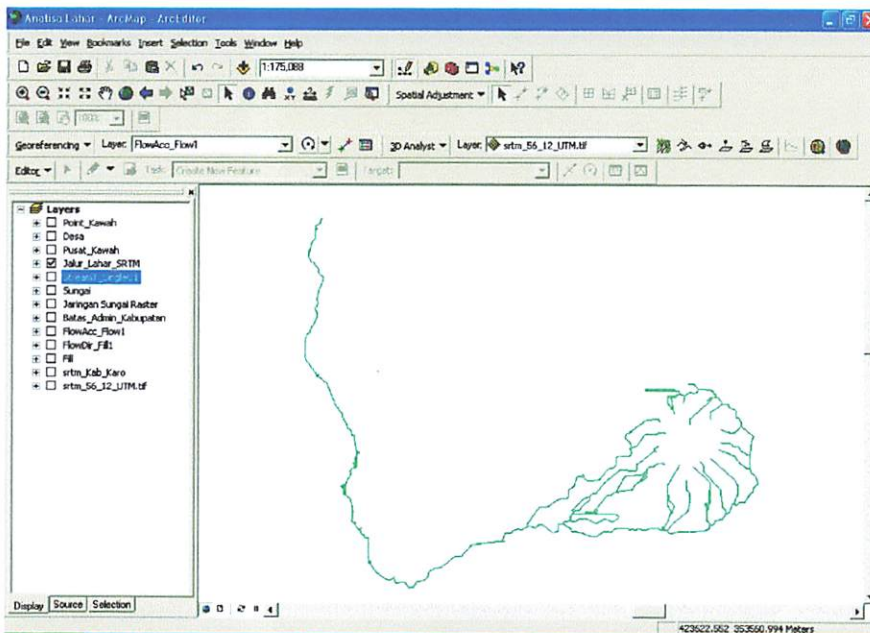


Gambar 3.27 Tampilan peta hasil proses stream to feature.



Gambar 3.28 Tampilan Ordo DAS kawasan puncak.

Setelah data aliran sungai sintetis terkoreksi, selanjutnya dilakukan proses identifikasi jalur lahar yang melewati sungai utama dan anak sungai utama dengan menggunakan data dari sungai sintetis (*focal flow*) yang sudah terkoreksi dan data ordo DAS dari data DEM SRTM.



Gambar 3.29 Jalur Lahar melewati sungai utama dan anak sungai utama


### III.6.10 Buffer


Proses selanjutnya adalah membuat buffer sesuai dengan ketentuan dari Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, beserta Pedoman Kementerian Departemen Pekerjaan Umum No. 21/PRT/M/2007, yaitu :

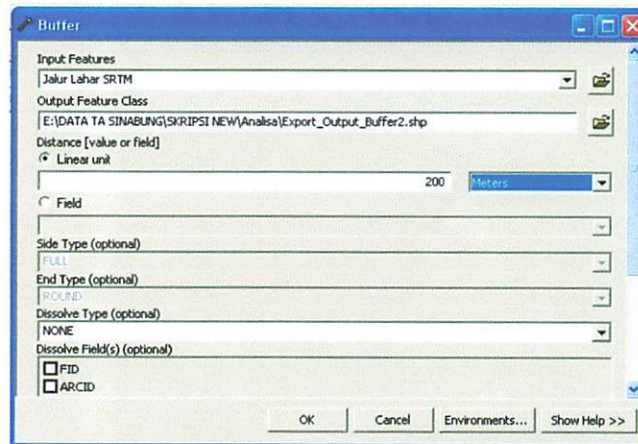
1. Untuk daerah sekitar aliran sungai utama buffer yang di gunakan adalah 200 meter dari pusat aliran sungai.
2. Kawasan Rawan Bencana I / Tipologi A, buffer yang di gunakan adalah 10 Km.
3. Kawasan Rawan Bencana II / Tipologi B, Buffer yang digunakan adalah 5 Km.
4. Kawasan Rawan Bencana II / Tipologi C, buffer yang digunakan adalah 2 Km.

Adapun langkah-langkah dari proses tersebut adalah :

1. Buka data jalur lahar yang telah teridentifikasi melalui sungai utama.

**Klik : Add data**  **→ Pilih data. (ex. Jalur Lahar.Shp)**

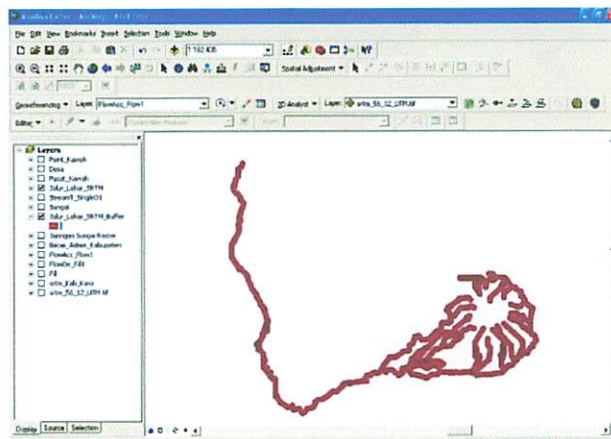
2. Pilih Icon Arc toolbox , kemudian pilih indeks Buffer (annalisis).
3. Selanjutnya akan muncul kotak dialog Buffer.



Gambar 3.30 Tampilan kotak dialog *buffer*.



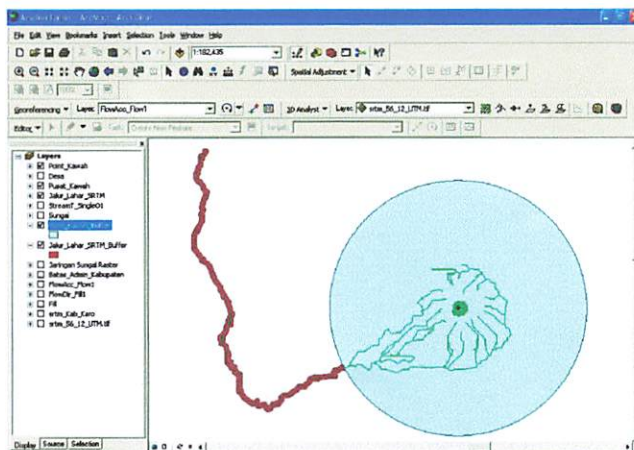
Pada Input feature isi dengan data jalur lahar yang sudah teridentifikasi dalam format Shp. Dan pada Output feature class isi dengan nama folder yang dikehendaki. Untuk distance pilih opsi distance, isikan 200 dengan satuan Meter. Setelah itu Klik :**Ok**. Dan akan muncul kotak proses Flow Accumulation, tunggu hingga prosesnya selesai



Gambar 3.31 Analisa Buffer Jalur Lahar melewati sungai utama dan anak sungai utama

### III.6.11 Clip

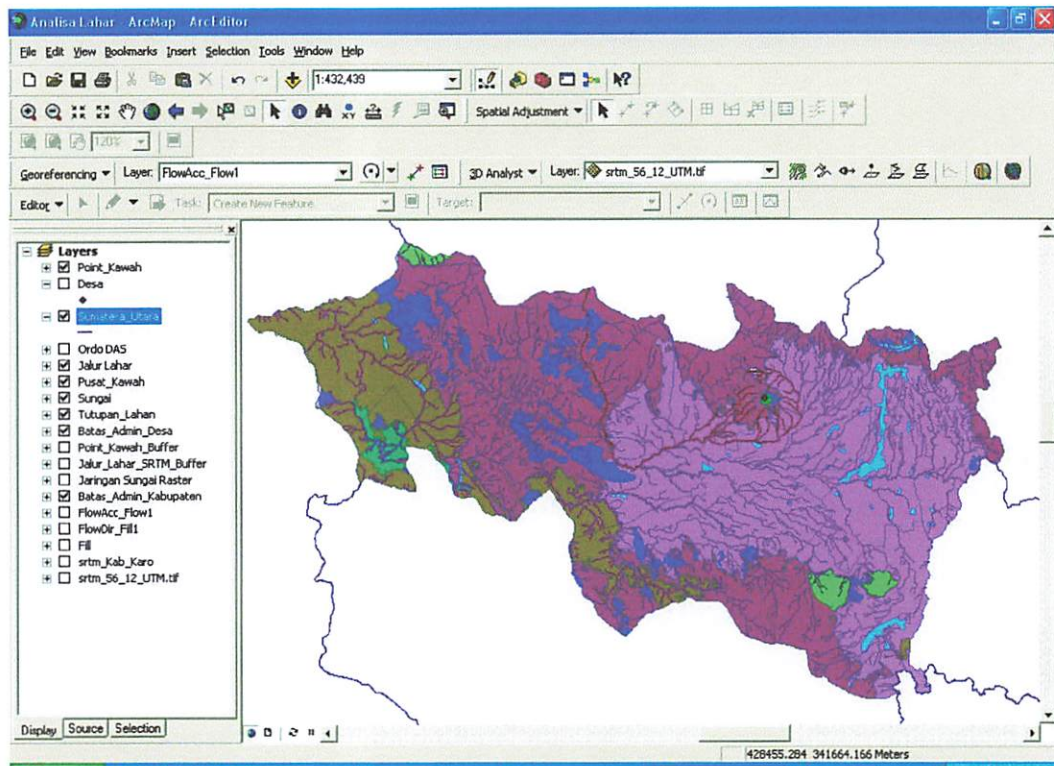
Pada proses ini dilakukan pemotongan unsur-unsur spasial (*input*) yang di overlaykan dengan buffer jalur lahar yang melewati sungai utama dan buffer daerah pusat kawah sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 3.32 Analisa Buffer Jalur Lahar dan Kawasan topologi A.

### III.6.12 Penggabungan Peta Analisa Raster dengan Peta Tataguna Lahan RBI.

Pada proses tersebut, data dari analisa raster yang berupa peta buffer daerah pusat kawah dan peta buffer jalur lahar digabungkan dengan peta tataguna lahan RBI yang sebelumnya sudah dilakukan proses topologi. Adapun tujuan dari proses ini adalah untuk mengetahui analisa tutupan lahan dari pada daerah-daerah yang rawan akan dampak dari letusan gunung sinabung, secara khusus untuk daerah-daerah di sekitar aliran sungai utama jalur lahar.



Gambar 3.33 Peta Analisa Tata Guna Lahan

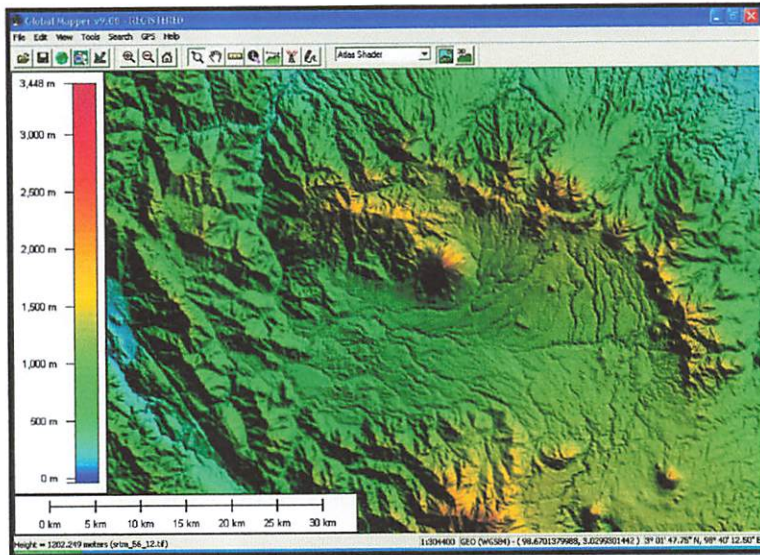
## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### IV.1 HASIL

##### IV.1.1 Pengolahan data DEM SRTM

Pada proses penelitian ini, pengolahan data raster dipakai sebagai acuan utama di dalam menganalisa daerah-daerah yang rawan akan terkena dampak dari letusan gunung sinabung. Data DEM SRTM 90 m merupakan salah satu bentuk data raster yang sudah terkordinat dalam sistim WGS 1984 dan mempunyai nilai elevasi dengan pixel 90 meter, yang di konversi ke sistim UTM Zona 47N.



Gambar 4.1 DEM SRTM 90m Lokasi Gunung Sinabung.

##### IV.1.2 Koreksi Geometri

Untuk meminimalkan kesalahan yang disebabkan oleh sensor, wahana dan obyek yang direkam, maka DEM SRTM perlu dilakukan proses koreksi geometrik. Data DEM SRTM harus dikoreksi geometrik terhadap sistim

koordinat bumi, agar semua informasi data DEM SRTM sesuai dengan keadaannya di lapangan. Dalam hal ini menentukan obyek pada sistim koordinat di lapangan pada Peta Rupa Bumi Indonesia tahun terbitan 1987 skala 1:50000 yang posisinya sama dengan obyek pada DEM SRTM. Hal ini disebut dengan “Rektifikasi” yaitu proses koreksi geometrik antara data DEM SRTM yang belum terkoreksi dengan peta (*Image To Map*). Dengan menggunakan percabangan sungai yang bisa di interpretasi dari DEM SRTM dan Peta Rupa Bumi Indonesia.

Tabel 4.1 Hasil Koreksi Geometri

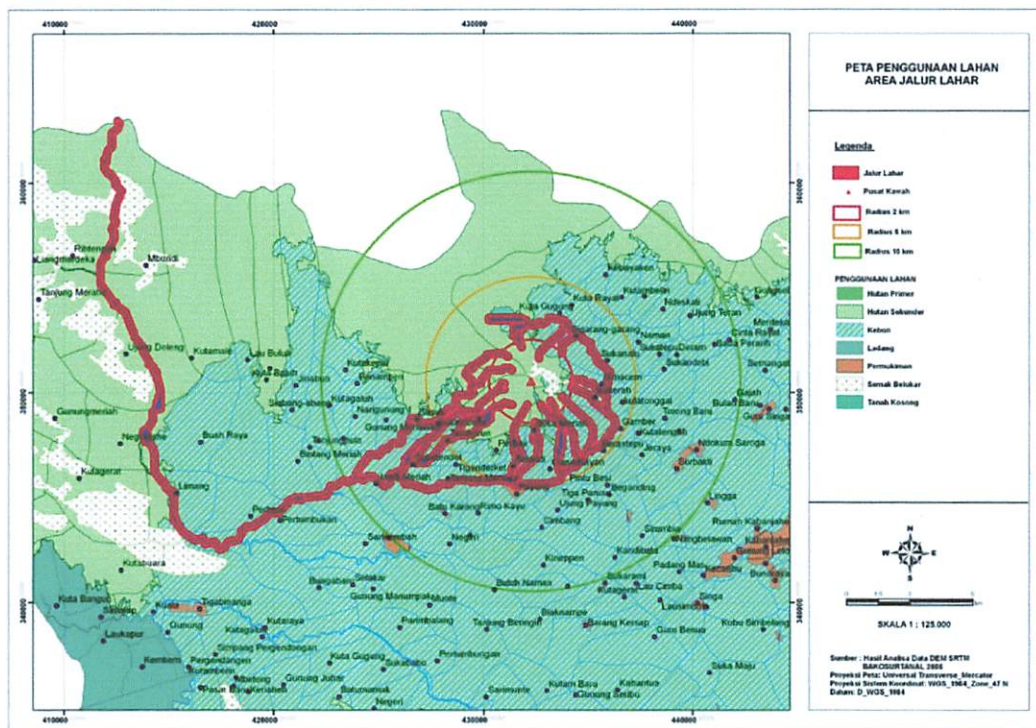
Point	Cell -X	Cell -Y	Easting	Northing	Reidual
1	451936.7523	342005.3883	451956.8547	341981.2654	62.19866
2	384396.6794	359124.4304	384389.9786	359137.832	43.95689
3	415166.0059	333835.908	415119.8132	333839.4605	85.83087
4	414459.9398	327767.9414	414343.7384	327717.1823	23.69561
5	437089.5963	329521.2999	437035.3833	329509.5192	46.67727
6	437735.8177	326341.0382	437649.1172	326296.1821	18.17656
7	441705.5104	321714.1816	441537.6941	321632.569	87.69689
8	447794.3441	333506.9203	447757.8501	333517.384	68.42979
9	411907.4968	360932.0745	411906.816	360959.2063	35.92153
10	430963.7579	357951.9566	431125.532	357902.9555	130.17549
11	441059.4629	355102.9414	441086.5117	355084.9709	67.49522
12	452401.4214	350011.9012	452475.0473	349878.7289	33.52648
13	455267.1079	355629.0047	455365.1574	355508.9481	16.4648
14	453520.7208	351174.2275	453488.7065	351052.6285	110.76884
15	451207.5927	351283.504	451347.4247	351140.1858	83.08592
16	433764.821	346198.8285	433815.1698	346145.5362	62.0528
17	423826.5186	346064.2893	423774.756	345885.0002	110.47249
18	423033.0104	345784.9809	423030.9658	345683.9759	39.74803
19	415549.8546	343914.9464	415518.296	343759.0144	85.43474
20	413758.3659	352294.9466	413712.4271	352261.2598	26.40619
21	412470.2552	354380.5888	412382.3528	354377.9998	75.67868
22	412489.5882	354378.5042	412406.4757	354281.5081	83.41673
23	412391.8508	354366.2985	412301.9431	354361.9178	76.41423

#### IV.1.3 Peta jalur lahar dan penggunaan lahan jalur lahar.

Pada penelitian ini dapat dihasilkan peta jalur lahar dan penggunaan lahan jalur lahar gunung sinabung yang melewati sungai-sungai utama, anak sungai

utama beserta alur-alur gunung dengan yang ditentukan berdasarkan pengolahan data raster DEM SRTM 90m dengan menggunakan *tools hidrology* pada perangkat lunak ArcGis 9.3. Yang dibantu dengan peta RBI Bakosurtanal dan Laporan penyelidikan tanggap darurat letusan Gunung Sinabung dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Badan Geologi divisi Vulkanogi dan Mitigasi Bencana.

Daerah yang dimaksud adalah radius 200 meter dari tepi sungai atau alur-alur gunung yang di identifikasi menjadi jalur lahar akibat erupsi vulkanik dari gunung sinabung.



Gambar 4.2 Peta Jalur Lahar

Jalur lahar pada penelitian ini di simpulkan menjadi dua jenis yaitu :

1. Jalur tangkapan utama.

Jalur ini merupakan sungai ataupun alur-alur gunung yang berhulu pada radius 2 Km dari pusat kawah, dimana radius 2 Km dari pusat kawah merupakan kawasan tipologi C yang memiliki resiko sangat tinggi pada

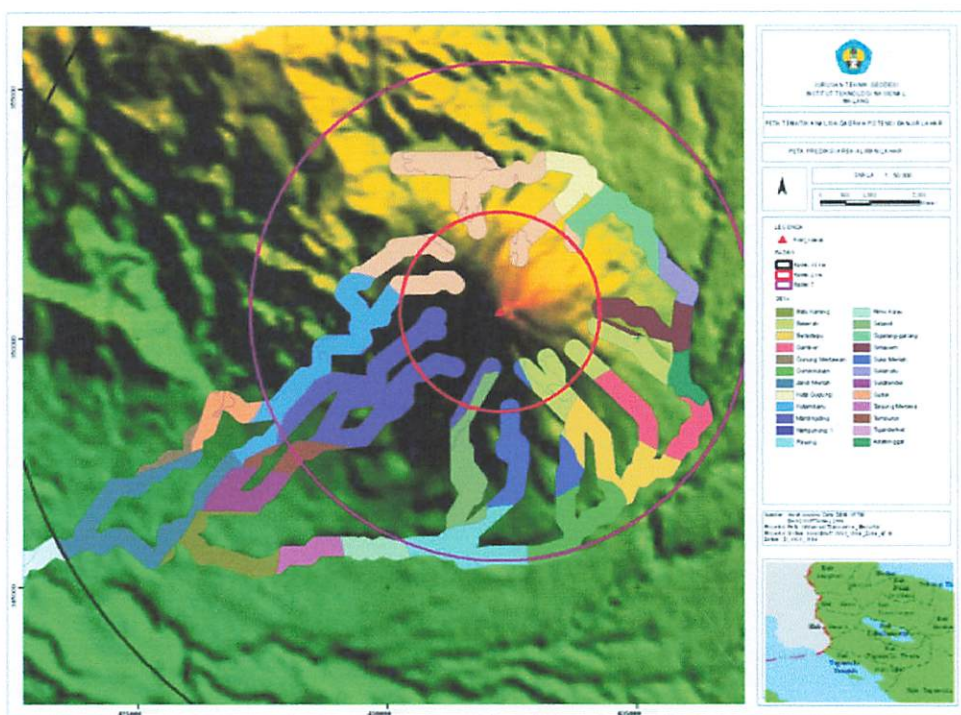
saat terjadi aktivitas magmatis. Hal ini disebabkan karena jarak yang sangat dekat dengan pusat kawah.

2. Jalur pengumpulan.

Jalur ini merupakan percabangan dari jalur tangkapan utama dan masih berada dalam radius 10 Km dari pusat kawah.

#### IV.1.4 Peta Daerah Rawan Banjir Lahar

Pada proses ini akan di kelompokkan daerah yang rawan terkena dampak banjir lahar, daerah ini berada di dalam radius 0-10 Km dari pusat kawah. Dimana di dalam penelitian ini merupakan standart secara umum yang di gunakan untuk daerah rawan bencana gunung api.



Gambar 4.3 Peta Daerah Rawan Banjir Lahar

## **IV.2 PEMBAHASAN**

### **IV.2.1 Pengolahan data DEM SRTM**

Data DEM SRTM dapat mempresentasikan sungai utama, anak sungai ataupun alur-alur gunung pada lokasi penelitian lebih banyak bila di bandingkan dengan peta RBI skala 1:50.000 untuk lokasi penelitian yang sama, yang dimana peta RBI merupakan peta dasar yang di gunakan untuk berbagai kegiatan survey pada umumnya. Akan tetapi data DEM SRTM juga memiliki kelemahan dimana satu kawasan dalam area 90 meter di anggap sama, hal ini mengakibatkan untuk mendapatkan hasil analisa yang membutuhkan akurasi tinggi di daerah tersebut dengan menggunakan data DEM SRTM dan peta RBI Bakosurtanal skala 1:50.000 di daerah lokasi penelitian kurang baik.

### **IV.2.2 Koreksi Geometri**

Pada penelitian ini, ditentukan 23 titik sekutu yang masih dapat diterima dalam batas toleransi < 2 piksel, maka dari data koreksi tersebut dapat di hitung standart deviasi dan besarnya kesalahan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\sum \text{RMS error} &= 1473.72471 \\ \text{Jumlah titik sekutu} &= 23 \\ \text{Xrata-rata} &= \frac{\sum \text{RMS error}}{\text{Jumlah titik sekutu}} \\ &= 1473.72471 / 23 \\ &= \mathbf{64.07498739 \text{ Meter.}}\end{aligned}$$

Penyebab terjadinya kesalahan untuk koreksi geometrik adalah nilai Root Mean Square yang di akibatkan oleh beberapa hal, antara lain :

#### **1. Faktor Manusia.**

Kesalahan yang diakibatkan manusia dalam melaksanakan koreksi geometric dapat berupa kesalahan menginterpretasi citra yang di jadikan

objek yang di jadikan patokan sebagai titik sekutu, dan menempatkan titik sekutu yang kurang tepat sehingga mengakibatkan besarnya nilai RMS.

## 2. Metode yang digunakan.

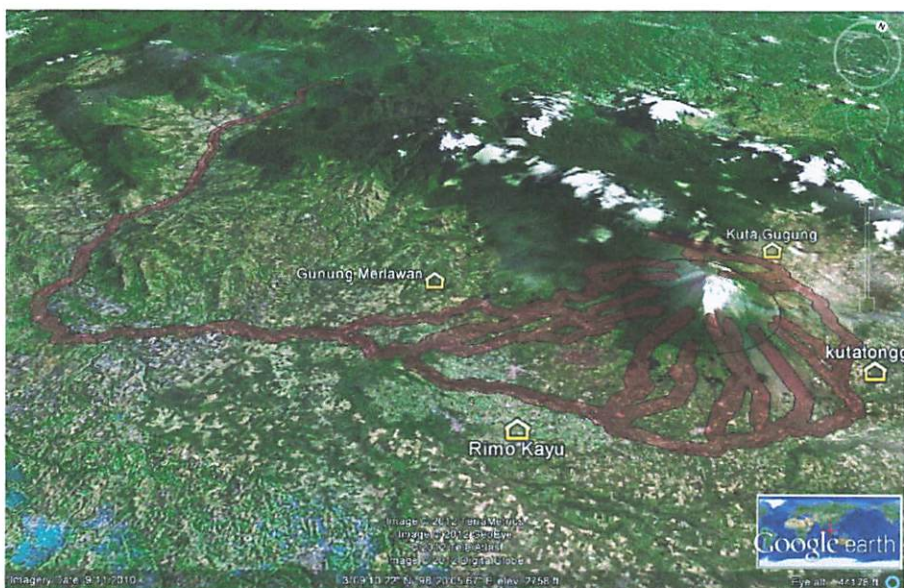
Nilai RMS juga akan semakin besar jika dalam pelaksanaan koreksi geometrik metode yang di gunakan tidak sesuai dengan bentuk kesalahan yang terjadi pada DEM SRTM. Dimana patokan yang di gunakan adalah peta RBI yang juga tidak luput dari kesalahan.

## 3. Distribusi Titik Sekutu yang kurang baik.

Penentuan titik sekutu yang baik adalah diusahakan merata di seluruh bagian DEM SRTM, sehingga kesalahan geometrik dapat terkoreksi secara menyeluruh dan seimbang.

### IV.2.3 Jalur lahar

Jalur lahar pada penelitian ini umumnya adalah anak sungai, sungai utama dan alur-alur gunung yang berada di kawasan perkebunan, hutan dan sebagian kecil area pemukiman. Dari hasil penelitian di ketahui bahwa arah aliran lahar adalah Daerah Aliran Sungai (DAS) Sei Wampu, yang dimana akan mengalir ke kabupaten Langkat dan akan berakhir di laut Selat Malaka.



Gambar 4.4 Jalur Lahar gunung sinabung.



Adapun sungai-sungai atau alur-alur yang menjadi aliran lahar di jabarkan pada sebagai berikut :

1. Jalur Tangkapan Lahar.

Jalur tangkapan pada penelitian ini adalah anak sungai dan alur-alur gunung yang berhulu pada radius 2 Km dari pusat kawah, yang dimana merupakan zona terlarang saat erupsi gunung api terjadi. Jalur tangkapan utama pada penelitian ini bila mengacu kepada data yang di peroleh pada Peta RBI Bakosurtanal Skala 1:50.000 adalah kawasan perkebunan, semak belukar, dan kawasan hutan.



Gambar 4.5 Jalur Lahar gunung sinabung.



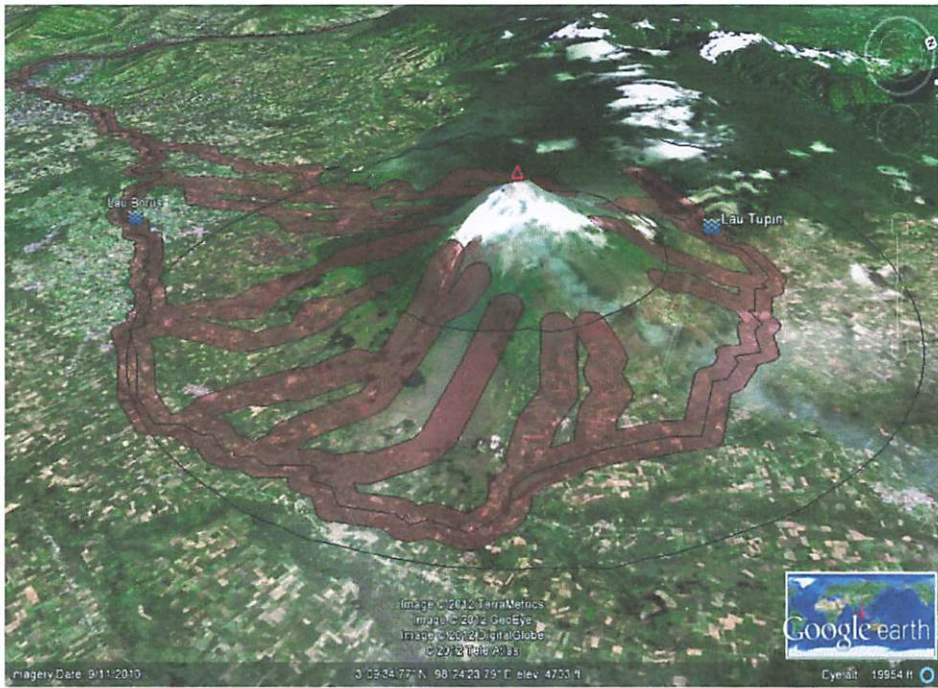
Gambar 4.6 Jalur Lahar gunung sinabung.

Tabel 4.2 Jalur Tangkapan Lahar Utama

No	Nama	Lokasi
1	Lau Makam	Kecamatan Tiganderket.
2	Lau Bakerah	Kecamatan Tiganderket.
3	Lau Perira	Kecamatan Tiganderket.
4	Lau Gurukinayan	Kecamatan Naman Teran. Kecamatan Simpang Empat. Kecamatan Payung.
5	Alur Gunung 1	Kecamatan Payung.
6	Alur Gunung 2	Kecamatan Payung.
7	Alur Gunung 3	Kecamatan Naman Teran. Kecamatan Simpang Empat. Kecamatan Payung.
8	Alur Gunung 4	Kecamatan Naman Teran. Kecamatan Simpang Empat. Kecamatan Payung.
9	Alur Gunung 5	Kecamatan Naman Teran.
10	Alur Gunung 6	Kecamatan Naman Teran.
11	Alur Gunung 7	Kecamatan Naman Teran
12	Alur Gunung 8	Kecamatan Naman Teran
13	Alur Gunung 9	Kecamatan Naman Teran

2. Jalur pengumpulan.

Jalur pengumpulan pada penelitian ini adalah sungai utama yang terdiri atas 2, yakni Lau Tupin dan Lau Borus. Lau Borus merupakan jalur utama yang menjadi percabangan dari setiap anak sungai dan alur-alur gunung. Umumnya penggunaan lahan di daerah ini adalah perkebunan, semak belukar, dan daerah pemukiman di desa payung. Dimana aliran sungai ini menuju kabupaten Langkat dan berakhir di Selat Malaka.



Gambar 4.7 Jalur Lahar yang melewati sungai utama dan anak sungai utama.

Tabel 4.3 Jalur pengumpulan lahar

No	Nama	Lokasi
1	Lau Tupin	Kecamatan Naman Teran
2	Lau Borus	Kecamatan Simpang Empat. Kecamatan Payung. Kecamatan Tiganderket.

#### IV.2.4 Tataguna Lahan pada area jalur Lahar

Pada tahap ini bertujuan untuk untuk menganalisa atau menilai daerah-daerah mana saja yang berpotensi besar mengalami kerusakan akibat dari luberan lahar. Adapun daerah yang di kaji dalam pembahasan ini adalah kawasan sepanjang jalur lahar gunung sinabung yang masih berada dalam kabupaten Karo.

Adapun hasil analisa penelitian di klasifikasikan dalam tabel berikut ini :

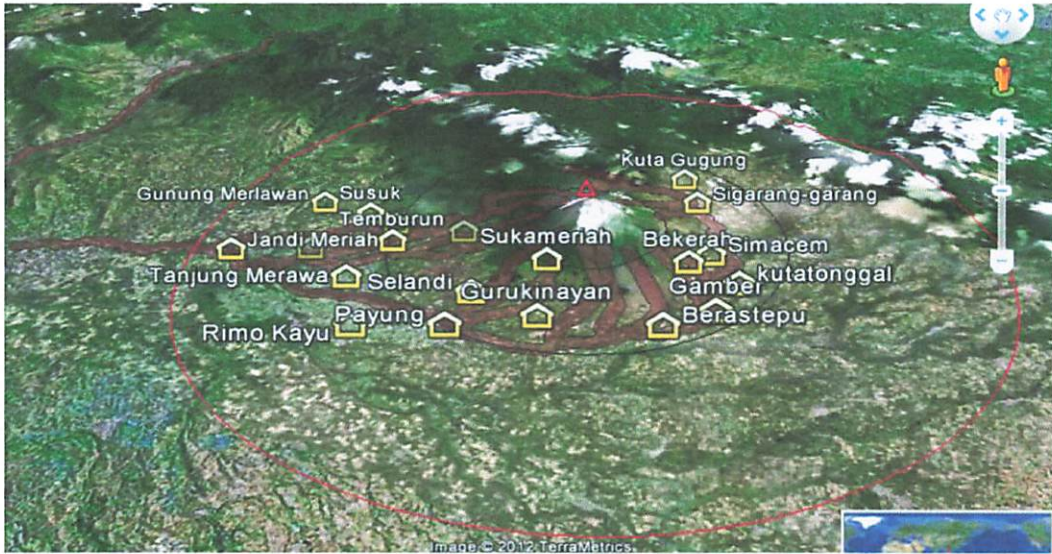
Tabel 4.4 Penggunaan Lahan di sepanjang jalur lahar

KECAMATAN	DESA	KETERANGAN	LUAS (Hektar)
			TOTAL
TIGANDERKET	Gunung Merlawan	Kebun	29.179
	Jandi Meriah	Badan Air	0.001
		Kebun	305.515
	Kutambaru	Kebun	108.517
		Hutan Sekunder	134.318
	Mardingding	Kebun	77.162
		Hutan Sekunder	336.658
	Narigunung 1	Kebun	0.440
	Sukatendel	Kebun	97.080
	Susuk	Kebun	63.403
		Hutan Sekunder	8.113
	Tanjung Merawa	Kebun	56.330
	Tanjungpulo	Kebun	16.409
	Temburun	Kebun	56.077
		Hutan Sekunder	1.810
	Tiganderket	Kebun	0.048
	Kawasan Konservasi	Hutan Sekunder	133.972
<b>Tiganderket Total</b>			<b>1425.031</b>
TIGA BINANGA	Bungabaru	Waduk	22.979
		Kebun	145.700
	Limang	Waduk	13.750
		Kebun	80.931
		Hutan Sekunder	60.275
		Semak Belukar	1.536
	Perbesi	Waduk	1.768
		Kebun	9.397
	Pertumbukan	Waduk	9.493
	Pertumbukan	Kebun	62.083
	Tigabinanga	Kebun	5.365
<b>Tiga Binanga total</b>			<b>413.277</b>
SIMPANG EMPAT	Berastepu	Kebun	171.703
	Gamber	Kebun	127.910
<b>Simpang Empat Total</b>			<b>299.613</b>
PAYUNG	Batu Karang	Kebun	112.504
	Gurukinayan	Kebun	137.194
	Payung	Permukiman	17.234
		Kebun	127.054

	Rimo Kayu	Kebun	55.789
	Selandi	Kebun	106.519
		Hutan Sekunder	35.011
	Suka Meriah	Kebun	134.792
		Hutan Sekunder	17.231
<b>Payung Total</b>			<b>743.326</b>
<b>NAMAN TERAN</b>	Bekerah	Kebun	122.623
		Hutan Sekunder	47.715
		Semak Belukar	27.968
	Kuta Gugung	Kebun	81.633
	Kutatonggal	Kebun	46.210
	Sigarang-garang	Kebun	113.697
	Simacem	Kebun	111.497
		Semak Belukar	0.765
	Sukanalu	Kebun	47.065
	Kawasan Konservasi	Waduk	77.984
		Kebun	152.341
		Hutan Sekunder	75.341
	Semak Belukar	3.006	
<b>Naman Teran Total</b>			<b>907.845</b>
<b>MUNTE</b>	Singgamanik	Waduk	4.926
		Kebun	45.638
<b>Munte Total</b>			<b>50.564</b>
<b>KUTABULUH</b>	Bintang Meriah	Waduk	3.931
		Kebun	20.538
	Buah Raya	Waduk	1.430
		Kebun	18.497
	Buah Raya	Hutan Sekunder	78.796
	Mburidi	Waduk	16.049
		Hutan Sekunder	147.949
		Semak Belukar	69.810
	Negerijahe	Waduk	5.236
	Negerijahe	Hutan Sekunder	40.896
	Rihtengah	Waduk	3.661
	Rihtengah	Hutan Sekunder	72.901
	Rihtengah	Semak Belukar	15.270
	Tanjung Merahe	Waduk	4.178
	Tanjung Merahe	Hutan Sekunder	38.188
	Ujung Deleng	Waduk	21.955
Ujung Deleng	Hutan Sekunder	247.493	
<b>Kuta Buluh Total</b>			<b>806.777</b>
<b>Total Keseluruhan</b>			<b>4646.433</b>

#### IV.2.5 Daerah Rawan Banjir Lahar

Pada analisa ini kita juga dapat memprediksi luas area yang berpotensi mengalami kerusakan akibat terjadinya banjir lahar. Dimana di dalam penelitian ini dikaji bahwa banjir lahar berpotensi terjadi di kabupaten Karo adalah radius 10 Km dari pusat kawah dan masih berada dalam Kawasan Rawan Bencana (KRB).



Gambar 4.8 Kawasan terdampak banjir lahar pada radius 10 Km

Adapun penggunaan lahan daerah-daerah yang berpotensi terimbas terkena banjir lahar adalah sebagai berikut ini :

Tabel 4.5 Kawasan rawan bencana dampak lahar radius 10 Km.

KECAMATAN	DESA	GL	LUAS (Hektar)
NAMAN TERAN	Bekeraf	Kebun	122.622
		Hutan Sekunder	47.716
		Semak Belukar	27.968
	<b>TOTAL</b>		<b>198.305</b>
	Kuta Gugung	Kebun	81.631
	<b>TOTAL</b>		<b>81.631</b>
	Kutatonggal	Kebun	46.192
	<b>TOTAL</b>		<b>46.192</b>
	Sigarang-garang	Kebun	113.698
	<b>TOTAL</b>		<b>113.698</b>
Simacem	Kebun	111.461	

		Semak Belukar	0.766
	<b>TOTAL</b>		<b>112.226</b>
	Sukanalu	Kebun	47.065
	<b>TOTAL</b>		<b>47.065</b>
	Kawasan Konservasi	Kebun	152.339
		Hutan Sekunder	75.338
		Semak Belukar	3.006
		Waduk	77.983
	<b>TOTAL</b>		<b>308.665</b>
<b>TOTAL LUAS KERUSAKAN DI KECAMATAN NAMAN TERAN</b>			<b>907.783</b>
PAYUNG	Batu Karang	Kebun	112.506
	<b>TOTAL</b>		<b>112.506</b>
	Gurukinayan	Kebun	137.188
	<b>TOTAL</b>		<b>137.188</b>
	Payung	Permukiman	17.228
		Kebun	127.049
	<b>TOTAL</b>		<b>144.278</b>
	Rimo Kayu	Kebun	55.788
	<b>TOTAL</b>		<b>55.788</b>
	Selandi	Kebun	106.519
		Hutan Sekunder	35.011
	<b>TOTAL</b>		<b>141.529</b>
	Suka Meriah	Kebun	134.784
		Hutan Sekunder	17.231
<b>TOTAL</b>		<b>152.015</b>	
<b>TOTAL KERUSAKAN DI KECAMATAN PAYUNG</b>			<b>743.303</b>
SIMPANG EMPAT	Gamber	Kebun	127.910
	<b>TOTAL</b>		<b>127.910</b>
	Berastepu	Kebun	171.700
	<b>TOTAL</b>		<b>171.700</b>
<b>TOTAL KERUSAKAN DI KECAMATAN SIMPANG EMPAT</b>			<b>299.611</b>
TIGANDERKET	Gunung Merlawan	Kebun	29.180
	<b>TOTAL</b>		<b>29.180</b>
	Jandi Meriah	Kebun	305.486
	<b>TOTAL</b>		<b>305.486</b>
	Kawasan Konservasi	Hutan Sekunder	133.971
	<b>TOTAL</b>		<b>133.971</b>
	Kutambaru	Kebun	108.516
		Hutan Sekunder	134.317
	<b>TOTAL</b>		<b>242.833</b>
Mardingding	Kebun	77.162	

	Hutan Sekunder	336.622
<b>TOTAL</b>		<b>413.783</b>
Narigunung 1	Kebun	0.440
<b>TOTAL</b>		<b>0.440</b>
Sukatendel	Kebun	97.077
<b>TOTAL</b>		<b>97.077</b>
Susuk	Kebun	63.403
	Hutan Sekunder	8.113
<b>TOTAL</b>		<b>71.516</b>
Tanjung Merawa	Kebun	56.330
<b>TOTAL</b>		<b>56.330</b>
Temburun	Kebun	56.076
	Hutan Sekunder	1.810
<b>TOTAL</b>		<b>57.886</b>
Tiganderket	Kebun	0.048
<b>TOTAL</b>		<b>0.048</b>
<b>TOTAL KERUSAKAN DI KECAMATAN TIGANDERKET</b>		<b>1408.503</b>

#### IV.2.4 Kawasan Rawan Bencana Gunung Api Sinabung.

Bila di klasifikasikan dalam angka dari tingkat kerawanan rendah sampai ketinggian kerawanan tinggi dari bencana gunung api sinabung, di simpulkan bahwa :

##### 1. Kawasan Rawan Bencana 3 / Tipologi C.

Kawasan ini berada di radius 0-2 Km dari pusat kawah. Di dalam penelitian ini daerah ini merupakan kawasan kawah dan Hutan sekunder yang berada di kecamatan Naman Teran dan Kecamatan Tiga Nderket. Kawasan ini memiliki resiko tertinggi saat terjadi aktifitas magmatik.

##### 2. Kawasan Rawan Bencana 2 / Tipologi B.

Kawasan ini berada pada radius 2-5 Km dari pusat kawah. Kawasan ini memiliki tingkat kerawanan menengah. Adapun desa yang masuk dalam kategori ini yang berpotensi terdampak banjir lahar adalah:

- Kutambaru
- Mardinding



- Temburun
- Selandi
- Payung
- Sukameriah
- Gurukinayan
- Berastepu
- Gamber
- Bakerah
- Kutatonggal
- Bakerah
- Simacem
- Sukanalu
- Singgarang-garang
- Kutagugung

### **3. Kawasan Rawan Bencana 1 / Tipologi A.**

Kawasan ini berada pada radius 5-10Km dari pusat kawah, kawasan ini memiliki tingkat resiko terendah di karenakan jarak yang jauh dengan pusat kawah. Adapun resiko paling umum yang terjadi untuk kawasan ini adalah banjir lahar. Akan tetapi untuk study kasus sinabung desa yang berpotensi terdampak banjir lahar adalah :

- Tanjung Merawa
- Sukatendel
- Jandi Meriah
- Susuk
- Rimokayu
- Batukarang.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **IV.1 KESIMPULAN**

Hasil penelitian ini dengan menggunakan DEM SRTM 90M dan Peta RBI Bakosurtal Skala 1:50.000 untuk memprediksi daerah rawan bencana banjir lahar pada gunung sinabung kabupaten karo, penulis mengambil beberapa kesimpulan :

1. Dari analisa pengolahan data, DEM SRTM kurang baik di gunakan untuk melakukan pengukuran atau analisa yang membutuhkan akurasi tinggi, dimana setiap pixel akan mewakili elevasi untuk cakupan 90 meter. Akan tetapi untuk penelitian identifikasi daerah aliran sungai (*DAS*) data ini masih baik untuk di gunakan.
2. Untuk identifikasi alur-alur sungai data DEM SRTM dapat menampilkan lebih banyak unsur yang tidak di tampilkan pada Peta RBI Skala 1:50.000. Dimana untuk kawasan ini belum tersedia peta RBI yang skala lebih kecil.
3. Analisa jalur tangkapan lahar dapat di simpulkan bahwa jalur lahar melewati beberapa sungai yang teridentifikasi pada peta RBI dan beberapa alur gunung. Yaitu :
4. Analisa kawasan rawan dalam penelitian ini di simpulkan bahwa kawasan yang rawan terkena dampak dari bencana banjir lahar yang di sebabkan oleh letusan gunung sinabung adalah :
  - Kecamatan Naman Teran.
  - Kecamatan Simpang Empat.
  - Kecamatan Payung.
  - Kecamatan Tiganderket.

5. Daerah yang menjadi limpasan pada penelitian ini semuanya berada pada kawasan Daerah Aliran Sungai Wampu yang mengalir menuju Kabupaten Langkat.

## **IV.2 SARAN**

1. Penelitian ini sebaiknya dilanjutkan dengan melakukan verifikasi di lapangan, dengan mengecek apakah koordinat dipeta sesuai dengan koordinat di lapangan.
2. Data atribut yang di gunakan sebaiknya adalah peta yang lebih detail yang mampu menyajikan unsur-unsur di lapangan lebih detail sehingga dapat di lakukan analisa dan prediksi yang lebih akurat terhadap penggunaan lahan yang berpotensi mengalami kerusakan karena dampak dari letusan dan leleran lahar.
3. Sebelum melaksanakan penelitian sebaiknya data yang di butuhkan telah memiliki data yang cukup dan perangkat-perangkat yang di gunakan dalam penelitian ini telah di kuasai terlebih dahulu untuk mempermudah dalam pelaksanaan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Darpono, Agus et.al, 2011. *Buku Panduan Penulisan Ilmiah Program Studi Teknik Geodesi S-1.* ITN. Malang.
- Pusat Vulkanogi Dan Mitigasi Bencana Geologi, 2010. *Penyelidikan Tanggap Darurat Letusan Gunung Sinabung.* Laporan. Departement Energi dan Sumber Daya Mineral. Bandung.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2010. *Volcano Disaster Risk Index Map In North Sumatera Province. Map ID: 2010-03-30\_risk volcano\_sumut.* BNPB. Jakarta.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2010. *Peta Rupa Bumi Gunung Sinabung, Karo, North Sumatera. Map ID: 2010-08-30\_gunung\_sinabung\_penggunaan\_lahan.* BNPB. Jakarta.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2010. *Peta Perkembangan Letusan Gunung Sinabung (up date 30 Agustus 2010), Karo, North Sumatera. Map ID: 2010-08-30\_gunung\_sinabung\_wilayah\_siaga\_bnpb.* BNPB. Jakarta.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2010. *Peta Lokasi Pengungsi Letusan Gunung Sinabung, Karo, Sumatera Utara. Map ID: 2010-08-31\_gunung\_sinabung\_pengungsi.* BNPB. Jakarta.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2010. *Peta Lokasi Pengungsi Letusan Gunung Sinabung, Karo, Sumatera Utara. Map ID: 2010-08-31\_gunung\_sinabung\_pengungsi.* BNPB. Jakarta.
- Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional. 1982. *Peta Rupa Bumi Indonesia Lembar 0619-22, Lokasi Kabanjahe, Edisi 1-1982.* Bakosurtanal. Jakarta.
- Setiowati Danik. 2009. *Aplikasi Sistem Informasi Geografis Untuk Mitigasi Bencana Letusan Gunung Kelud.* Tugas Akhir tidak diterbitkan. Malang. Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional.

- Rindanata Guruh, 2008. *Prediksi Daerah Rawan Banjir Lahar Gunung Kelud Dengan Metode Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis*. Tugas Akhir tidak diterbitkan. Malang. Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional.
- Prahasta Eddy, 2008. *Remote Sensing*. Penerbit Informatika. Bandung.
- Prahasta Eddy, 2008. *Model Permukaan Digital*. Penerbit Informatika. Bandung.
- Direktorat Jendral Penataan Ruang, 2007. *Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Letusan Gunung Berapi dan Kawasan Rawan Gempa Bumi*, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.21/PRT/M/2007. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta
- Purbawinata Atje, 2006. *Mitigasi Bencana Letusan Gunung Api*, Sosialisasi Badan Geologi . Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. Bandung.
- Vulcanological Survey Of Indonesia, 2005. *Pengenalan Gunung Api*. Jurnal. Departement Energi dan Sumber Daya Mineral. Jakarta.
- Budi Santoso Iman. 2003. *Pembuatan Peta Tematik Ekologi Lingkungan Pantai*. Tugas Akhir tidak diterbitkan. Malang. Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional.
- Soesilo Indroyono. 1994. *Teknologi Penginderaan Jauh Di Indonesia*. Aksara Buana. Jakarta.
- Lillesand Thomas & Kiefer Ralph. 1990. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Consortium for Spatial Information. <http://srtm.csi.cgiar.org/>. 12 Desember 2010.

# **LAMPIRAN**



JURUSAN TEKNIK GEODESI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG

PETA TEMATIK ANALISA DAERAH POTENSI BANJIR LAHAR

PETA DAERAH RAWAN BENCA NA BANJIR LAHAR



SKALA : 1 : 50,000

0 500 1,000 2,000  
Meter

LEGENDA :  
RADIUS

-  Radius 10 Km
-  Radius 2 Km
-  Radius 5

DESA

- |   |  |
|---|--|
|  Batu Karang       |  Rimo Kayu        |
|  Bekerah           |  Selandi          |
|  Berastepu         |  Sigarang-garang  |
|  Gamber           |  Simacem         |
|  Gunung Merlawan |  Suka Meriah    |
|  Gurukinayan     |  Sukanalu       |
|  Jandi Meriah    |  Sukatendel     |
|  Kuta Gugung     |  Susuk          |
|  Kutambaru       |  Tanjung Merawa |
|  Mardinding      |  Temburun       |
|  Narigunung 1    |  Tiganderket    |
|  Payung          |  kutatonggal    |

Sumber : Hasil Analisa Data DEM SRTM  
BAKOSURTANAL 2006  
Proyeksi Peta : Universal Transverse Mercator  
Proyeksi sistem koordinat : WGS\_1984\_Zone\_47 N  
Datum : D\_WGS\_1984



365000

350000

345000

OBJEKT	GL	AREA_METER	PERIMETER_	ACRES	BAT_KEC_	BAT_KEC_ID	KECAMATAN
16	Permukiman	14445255.281	58286.826	3569.486	7	6	KEC. MERDEKA
16	Permukiman	14445255.281	58286.826	3569.486	8	7	KEC. BERASTAGI
16	Permukiman	14445255.281	58286.826	3569.486	10	9	KEC. DOLAT RAKYAT
16	Permukiman	14445255.281	58286.826	3569.486	12	11	KEC. TIGA PANAH
16	Permukiman	14445255.281	58286.826	3569.486	15	14	KEC. KABANJAHE
34	Permukiman	5850076.509	20393.707	1445.580	18	17	KEC. MEREK
70	Permukiman	3019116.186	14961.525	746.037	7	6	KEC. MERDEKA
70	Permukiman	3019116.186	14961.525	746.037	8	7	KEC. BERASTAGI
300	Permukiman	878099.153	5069.551	216.982	2	1	KEC. MARDINGDING
316	Permukiman	813959.847	4164.140	201.133	16	15	KEC. MUNTE
318	Permukiman	807157.020	5868.925	199.452	11	10	KEC. SIMPANG EMPAT
336	Permukiman	770787.970	7163.068	190.465	5	4	KEC. LAUBALENG
362	Permukiman	727112.413	4872.079	179.673	14	13	KEC. TIGA BINANGA
498	Permukiman	510501.805	4347.757	126.147	12	11	KEC. TIGA PANAH
513	Permukiman	499022.993	3970.494	123.311	2	1	KEC. MARDINGDING
554	Permukiman	466614.280	3511.526	115.302	11	10	KEC. SIMPANG EMPAT
562	Permukiman	461131.757	3140.978	113.948	13	12	KEC. PAYUNG
617	Permukiman	407749.048	2555.656	100.757	12	11	KEC. TIGA PANAH
719	Permukiman	341639.089	3733.206	84.421	12	11	KEC. TIGA PANAH
806	Permukiman	295270.073	2357.818	72.963	12	11	KEC. TIGA PANAH
835	Permukiman	281319.572	3306.241	69.515	9	8	KEC. BARUSJAHE
1053	Permukiman	210732.084	1911.536	52.073	12	11	KEC. TIGA PANAH
1054	Permukiman	210446.906	2316.034	52.002	11	10	KEC. SIMPANG EMPAT
1095	Permukiman	197981.919	3009.182	48.922	12	11	KEC. TIGA PANAH
1140	Permukiman	187147.016	1774.230	46.245	2	1	KEC. MARDINGDING
1144	Permukiman	186084.423	1920.214	45.982	9	8	KEC. BARUSJAHE
1144	Permukiman	186084.423	1920.214	45.982	12	11	KEC. TIGA PANAH
1362	Permukiman	145709.913	1615.928	36.006	9	8	KEC. BARUSJAHE
1467	Permukiman	131233.972	2209.412	32.428	16	15	KEC. MUNTE
1549	Permukiman	122089.269	2001.950	30.169	11	10	KEC. SIMPANG EMPAT
1696	Permukiman	105714.269	1680.243	26.122	11	10	KEC. SIMPANG EMPAT
1736	Permukiman	101720.017	1620.746	25.135	13	12	KEC. PAYUNG
1757	Permukiman	99589.658	1451.559	24.609	12	11	KEC. TIGA PANAH
1859	Permukiman	89694.825	2140.728	22.164	12	11	KEC. TIGA PANAH



1876	Permukiman	88454.698	1671.654	21.858	16	15	KEC. MUNTE
2164	Permukiman	68687.644	1302.125	16.973	12	11	KEC. TIGA PANAH
2453	Permukiman	52282.051	961.660	12.919	16	15	KEC. MUNTE
3064	Permukiman	27788.078	676.328	6.867	16	15	KEC. MUNTE
3520	Tanah Kosong	24339697.326	42393.088	6000.921	2	1	KEC. MARDINGDING
3520	Tanah Kosong	24339697.326	42393.088	6000.921	5	4	KEC. LAUBALENG
3536	Tanah Kosong	7575147.878	32220.638	1845.825	5	4	KEC. LAUBALENG
3798	Tanah Kosong	125819.254	1720.313	31.090	16	15	KEC. MUNTE
3798	Tanah Kosong	125819.254	1720.313	31.090	18	17	KEC. MEREK
3805	Tanah Kosong	118213.067	1759.665	29.211	18	17	KEC. MEREK
3808	Tanah Kosong	115919.722	1447.507	28.644	18	17	KEC. MEREK
3829	Tanah Kosong	92205.177	2446.845	22.784	5	4	KEC. LAUBALENG
4579	Ladang	241046586.540	174865.866	55403.652	2	1	KEC. MARDINGDING
4579	Ladang	241046586.540	174865.866	55403.652	2	1	KEC. MARDINGDING
4579	Ladang	241046586.540	174865.866	55403.652	2	1	KEC. MARDINGDING
4579	Ladang	241046586.540	174865.866	55403.652	2	1	KEC. MARDINGDING
4579	Ladang	241046586.540	174865.866	55403.652	2	1	KEC. MARDINGDING
4579	Ladang	241046586.540	174865.866	55403.652	2	1	KEC. MARDINGDING
4579	Ladang	241046586.540	174865.866	55403.652	2	1	KEC. MARDINGDING
4579	Ladang	241046586.540	174865.866	55403.652	2	1	KEC. MARDINGDING
4579	Ladang	241046586.540	174865.866	55403.652	5	4	KEC. LAUBALENG
4586	Ladang	91291094.236	231949.396	20773.690	17	16	KEC. JUHAR
4586	Ladang	91291094.236	231949.396	20773.690	17	16	KEC. JUHAR
4586	Ladang	91291094.236	231949.396	20773.690	14	13	KEC. TIGA BINANGA
4586	Ladang	91291094.236	231949.396	20773.690	17	16	KEC. JUHAR
4600	Ladang	40560162.654	71699.587	9008.842	5	4	KEC. LAUBALENG
4609	Ladang	25272372.927	52598.730	4620.178	14	13	KEC. TIGA BINANGA
4609	Ladang	25272372.927	52598.730	4620.178	14	13	KEC. TIGA BINANGA
4672	Ladang	2572751.084	14336.671	635.738	18	17	KEC. MEREK
4833	Ladang	25183.678	743.940	6.223	17	16	KEC. JUHAR
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	18	17	KEC. MEREK
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	18	17	KEC. MEREK
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	17	16	KEC. JUHAR
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	17	16	KEC. JUHAR
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	17	16	KEC. JUHAR
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	17	16	KEC. JUHAR
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	17	16	KEC. JUHAR

4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	17	16	KEC. JUHAR
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	17	16	KEC. JUHAR
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	17	16	KEC. JUHAR
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	17	16	KEC. JUHAR
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	17	16	KEC. JUHAR
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	17	16	KEC. JUHAR
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	17	16	KEC. JUHAR
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	17	16	KEC. JUHAR
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	17	16	KEC. JUHAR
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	17	16	KEC. JUHAR
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	16	15	KEC. MUNTE
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	17	16	KEC. JUHAR
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	17	16	KEC. JUHAR
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	5	4	KEC. LAUBALENG
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	6	5	KEC. NAMAN TERAN
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	6	5	KEC. NAMAN TERAN
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	6	5	KEC. NAMAN TERAN
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	3	2	KEC. TIGANDERKET
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	4	3	KEC. KUTABULUH
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	6	5	KEC. NAMAN TERAN
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	7	6	KEC. MERDEKA
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	8	7	KEC. BERASTAGI
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	9	8	KEC. BARUSJAHE
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	10	9	KEC. DOLAT RAKYAT
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	11	10	KEC. SIMPANG EMPAT
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	12	11	KEC. TIGA PANAH
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	13	12	KEC. PAYUNG
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	14	13	KEC. TIGA BINANGA
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	15	14	KEC. KABANJAHE
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	16	15	KEC. MUNTE
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	17	16	KEC. JUHAR
4860	Kebun	3655583824.303	4829371.640	839996.162	18	17	KEC. MEREK
5381	Hutan Sekunder	2231031430.778	626854.068	322200.184	14	13	KEC. TIGA BINANGA
5381	Hutan Sekunder	2231031430.778	626854.068	322200.184	14	13	KEC. TIGA BINANGA
5381	Hutan Sekunder	2231031430.778	626854.068	322200.184	14	13	KEC. TIGA BINANGA
5381	Hutan Sekunder	2231031430.778	626854.068	322200.184	14	13	KEC. TIGA BINANGA
5381	Hutan Sekunder	2231031430.778	626854.068	322200.184	4	3	KEC. KUTABULUH



5388	Hutan Sekunder	648945066.423	848153.099	145730.559	18	17	KEC. MEREK
5388	Hutan Sekunder	648945066.423	848153.099	145730.559	17	16	KEC. JUHAR
5388	Hutan Sekunder	648945066.423	848153.099	145730.559	17	16	KEC. JUHAR
5388	Hutan Sekunder	648945066.423	848153.099	145730.559	17	16	KEC. JUHAR
5388	Hutan Sekunder	648945066.423	848153.099	145730.559	17	16	KEC. JUHAR
5388	Hutan Sekunder	648945066.423	848153.099	145730.559	16	15	KEC. MUNTE
5388	Hutan Sekunder	648945066.423	848153.099	145730.559	17	16	KEC. JUHAR
5388	Hutan Sekunder	648945066.423	848153.099	145730.559	17	16	KEC. JUHAR
5388	Hutan Sekunder	648945066.423	848153.099	145730.559	17	16	KEC. JUHAR
5388	Hutan Sekunder	648945066.423	848153.099	145730.559	17	16	KEC. JUHAR
5388	Hutan Sekunder	648945066.423	848153.099	145730.559	17	16	KEC. JUHAR
5388	Hutan Sekunder	648945066.423	848153.099	145730.559	17	16	KEC. JUHAR
5388	Hutan Sekunder	648945066.423	848153.099	145730.559	17	16	KEC. JUHAR
5388	Hutan Sekunder	648945066.423	848153.099	145730.559	17	16	KEC. JUHAR
5388	Hutan Sekunder	648945066.423	848153.099	145730.559	17	16	KEC. JUHAR
5388	Hutan Sekunder	648945066.423	848153.099	145730.559	17	16	KEC. JUHAR
5388	Hutan Sekunder	648945066.423	848153.099	145730.559	17	16	KEC. JUHAR
5388	Hutan Sekunder	648945066.423	848153.099	145730.559	16	15	KEC. MUNTE
5388	Hutan Sekunder	648945066.423	848153.099	145730.559	17	16	KEC. JUHAR
5388	Hutan Sekunder	648945066.423	848153.099	145730.559	17	16	KEC. JUHAR
5388	Hutan Sekunder	648945066.423	848153.099	145730.559	17	16	KEC. JUHAR
5388	Hutan Sekunder	648945066.423	848153.099	145730.559	16	15	KEC. MUNTE
5388	Hutan Sekunder	648945066.423	848153.099	145730.559	17	16	KEC. JUHAR
5388	Hutan Sekunder	648945066.423	848153.099	145730.559	18	17	KEC. MEREK
5494	Hutan Sekunder	3175470.441	11117.681	784.673	5	4	KEC. LAUBALENG
5518	Hutan Sekunder	2286668.265	14194.638	565.046	17	16	KEC. JUHAR
5665	Hutan Sekunder	362062.386	2826.211	89.467	17	16	KEC. JUHAR
5381	Hutan Primer	807694542.511	223343.320	199584.870	2	1	KEC. MARDINGDING
5388	Hutan Primer	14681027.178	21694.521	3627.746	18	17	KEC. MEREK
5388	Hutan Primer	14681027.178	21694.521	3627.746	18	17	KEC. MEREK
5388	Hutan Primer	14681027.178	21694.521	3627.746	18	17	KEC. MEREK
5388	Hutan Primer	7149815.427	16926.545	1766.751	18	17	KEC. MEREK
5388	Hutan Primer	7149815.427	16926.545	1766.751	18	17	KEC. MEREK
5388	Hutan Primer	7149815.427	16926.545	1766.751	18	17	KEC. MEREK
5388	Hutan Primer	7149815.427	16926.545	1766.751	18	17	KEC. MEREK
0	Semak Belukar	0.002	0.397	6242.903	2	1	KEC. MARDINGDING
0	Semak Belukar	0.000	0.027	137.684	3	2	KEC. TIGANDERKET

0	Semak Belukar	0.000	0.076	240.465	2	1	KEC. MARDINGDING
0	Semak Belukar	0.000	0.061	224.801	2	1	KEC. MARDINGDING
0	Semak Belukar	0.002	0.571	5421.600	4	3	KEC. KUTABULUH
0	Semak Belukar	0.000	0.149	760.034	2	1	KEC. MARDINGDING
0	Semak Belukar	0.000	0.046	217.822	8	7	KEC. BERASTAGI
0	Semak Belukar	0.000	0.207	671.299	2	1	KEC. MARDINGDING
0	Semak Belukar	0.000	0.173	405.446	8	7	KEC. BERASTAGI
0	Semak Belukar	0.000	0.173	405.446	8	7	KEC. BERASTAGI
0	Semak Belukar	0.000	0.173	405.446	7	6	KEC. MERDEKA
0	Semak Belukar	0.000	0.173	405.446	8	7	KEC. BERASTAGI
0	Semak Belukar	0.000	0.173	405.446	7	6	KEC. MERDEKA
0	Semak Belukar	0.000	0.173	405.446	7	6	KEC. MERDEKA
0	Semak Belukar	0.000	0.173	405.446	7	6	KEC. MERDEKA
0	Semak Belukar	0.000	0.173	405.446	7	6	KEC. MERDEKA
0	Semak Belukar	0.000	0.173	405.446	8	7	KEC. BERASTAGI
0	Semak Belukar	0.000	0.048	139.260	8	7	KEC. BERASTAGI
0	Semak Belukar	0.000	0.048	139.260	10	9	KEC. DOLAT RAKYAT
0	Semak Belukar	0.000	0.048	139.260	8	7	KEC. BERASTAGI
0	Semak Belukar	0.000	0.059	429.475	2	1	KEC. MARDINGDING
0	Semak Belukar	0.001	0.166	1713.981	4	3	KEC. KUTABULUH
0	Semak Belukar	0.000	0.023	53.408	2	1	KEC. MARDINGDING
0	Semak Belukar	0.000	0.154	522.499	2	1	KEC. MARDINGDING
0	Semak Belukar	0.000	0.154	522.499	2	1	KEC. MARDINGDING
0	Semak Belukar	0.000	0.078	315.427	3	2	KEC. TIGANDERKET
0	Semak Belukar	0.000	0.078	315.427	6	5	KEC. NAMAN TERAN
0	Semak Belukar	0.000	0.160	882.415	4	3	KEC. KUTABULUH
0	Semak Belukar	0.000	0.160	882.415	14	13	KEC. TIGA BINANGA
0	Semak Belukar	0.000	0.027	69.575	6	5	KEC. NAMAN TERAN
0	Semak Belukar	0.001	0.265	2724.009	4	3	KEC. KUTABULUH
0	Semak Belukar	0.001	0.265	2724.009	14	13	KEC. TIGA BINANGA
0	Semak Belukar	0.000	0.080	356.897	5	4	KEC. LAUBALENG
0	Semak Belukar	0.000	0.069	337.358	14	13	KEC. TIGA BINANGA
0	Semak Belukar	0.001	0.245	3816.459	14	13	KEC. TIGA BINANGA
0	Semak Belukar	0.000	0.157	630.605	9	8	KEC. BARUSJAHE
0	Semak Belukar	0.000	0.080	525.129	5	4	KEC. LAUBALENG
0	Semak Belukar	0.002	0.332	5368.264	5	4	KEC. LAUBALENG

0	Semak Belukar	0.002	0.328	4807.621	14	13	KEC. TIGA BINANGA
0	Semak Belukar	0.002	0.328	4807.621	17	16	KEC. JUHAR
0	Semak Belukar	0.000	0.079	814.144	17	16	KEC. JUHAR
0	Semak Belukar	0.000	0.109	582.411	16	15	KEC. MUNTE
0	Semak Belukar	0.000	0.109	582.411	17	16	KEC. JUHAR
0	Semak Belukar	0.000	0.051	138.994	17	16	KEC. JUHAR
0	Semak Belukar	0.000	0.025	69.279	17	16	KEC. JUHAR
0	Semak Belukar	0.000	0.183	986.758	17	16	KEC. JUHAR
0	Semak Belukar	0.000	0.184	873.903	18	17	KEC. MEREK
0	Semak Belukar	0.000	0.076	345.037	17	16	KEC. JUHAR
0	Semak Belukar	0.000	0.162	517.364	17	16	KEC. JUHAR
0	Semak Belukar	0.000	0.174	590.637	17	16	KEC. JUHAR

GL	KECAMATAN	AREA_12	DESA	Area_H_
Badan Air	KEC. MARDINDING	15695200.000000	Mburidi	16.04851903400
Badan Air	KEC. MARDINDING	33413600.000000	Rihtengah	3.66107839787
Badan Air	KEC. MARDINDING	37591400.000000	Lau Baleng	77.98308342590
Badan Air	KEC. MARDINDING	13738600.000000	Tanjung Merahe	4.17831431022
Badan Air	KEC. MARDINDING	26508500.000000	Ujung Deleng	21.95454207310
Badan Air	KEC. MARDINDING	14199700.000000	Buah Raya	1.42991123399
Badan Air	KEC. MARDINDING	8594770.000000	Negerijahe	5.23589908439
Badan Air	KEC. MARDINDING	7099140.000000	Bintang Meriah	3.93056551422
Hutan Sekunder	KEC. KUTABULUH	15695200.000000	Mburidi	147.93862554200
Hutan Sekunder	KEC. KUTABULUH	33413600.000000	Rihtengah	72.90018118040
Hutan Sekunder	KEC. KUTABULUH	13738600.000000	Tanjung Merahe	38.18841071080
Hutan Sekunder	KEC. KUTABULUH	26508500.000000	Ujung Deleng	247.49063037300
Hutan Sekunder	KEC. KUTABULUH	14199700.000000	Buah Raya	78.79355377050
Hutan Sekunder	KEC. KUTABULUH	8594770.000000	Negerijahe	40.89210339390
Hutan Sekunder	KEC. TIGA BINANGA	9750820.000000	Limang	60.27932938120
Hutan Sekunder	KEC. TIGANDERKET	64475700.000000	Jandi Meriah	133.97066168800
Hutan Sekunder	KEC. TIGANDERKET	4666640.000000	Kutambaru	134.31658028200
Hutan Sekunder	KEC. TIGANDERKET	4925130.000000	Susuk	8.11313154082
Hutan Sekunder	KEC. TIGANDERKET	8651750.000000	Mardingding	336.62178894300
Hutan Sekunder	KEC. TIGANDERKET	1541390.000000	Temburun	1.81038221622
Hutan Sekunder	KEC. NAMAN TERAN	37591400.000000	Buah Raya	75.33765327290
Hutan Sekunder	KEC. NAMAN TERAN	4048940.000000	Bekerah	47.71565206710
Hutan Sekunder	KEC. PAYUNG	3592930.000000	Suka Meriah	17.23084541280
Hutan Sekunder	KEC. PAYUNG	2762030.000000	Selandi	35.01060857360
Kebun	KEC. TIGANDERKET	4666640.000000	Kutambaru	108.51624729100
Kebun	KEC. TIGANDERKET	4925130.000000	Susuk	63.40329583690

Kebun	KEC. TIGANDERKET	8651750.000000	Mardingding	77.16166341380
Kebun	KEC. TIGANDERKET	3243320.000000	Gunung Merlawan	29.17973456900
Kebun	KEC. TIGANDERKET	3110390.000000	Narigunung 1	0.44005839991
Kebun	KEC. TIGANDERKET	1541390.000000	Temburun	56.07604328230
Kebun	KEC. TIGANDERKET	2294100.000000	Tanjungpulo	16.40786250250
Kebun	KEC. TIGANDERKET	7387910.000000	Jandi Meriah	305.48647750200
Kebun	KEC. TIGANDERKET	1182390.000000	Sukatendel	97.07709400630
Kebun	KEC. TIGANDERKET	1130060.000000	Tiganderket	0.04791525581
Kebun	KEC. TIGANDERKET	2154520.000000	Tanjung Merawa	56.33013538190
Kebun	KEC. KUTABULUH	14199700.000000	Buah Raya	18.49606613870
Kebun	KEC. KUTABULUH	7099140.000000	Bintang Meriah	20.53794751820
Kebun	KEC. NAMAN TERAN	37591400.000000	Ndeskati	152.33899277300
Kebun	KEC. NAMAN TERAN	1511060.000000	Kuta Gugung	81.63102495180
Kebun	KEC. NAMAN TERAN	5511440.000000	Sukanalu	47.06506813480
Kebun	KEC. NAMAN TERAN	3197600.000000	Sigarang-garang	113.69765781600
Kebun	KEC. NAMAN TERAN	2564910.000000	Simacem	111.46061948200
Kebun	KEC. NAMAN TERAN	2503280.000000	kutatonggal	46.19240208890
Kebun	KEC. NAMAN TERAN	4048940.000000	Bekerah	122.62183525100
Kebun	KEC. SIMPANG EMPAT	3752790.000000	Gamber	127.91044903700
Kebun	KEC. SIMPANG EMPAT	4692260.000000	Berastepu	171.70009181200
Kebun	KEC. PAYUNG	3592930.000000	Suka Meriah	134.78415865200
Kebun	KEC. PAYUNG	2762030.000000	Selandi	106.51850317100
Kebun	KEC. PAYUNG	2776500.000000	Gurukinayan	137.18752553600
Kebun	KEC. PAYUNG	4173450.000000	Rimo Kayu	55.78804303060
Kebun	KEC. PAYUNG	4102550.000000	Payung	127.04939748000
Kebun	KEC. PAYUNG	7786620.000000	Batu Karang	112.50574250600
Kebun	KEC. TIGA BINANGA	9750820.000000	Limang	80.93524544280



Kebun	KEC. TIGA BINANGA	6176550.000000	Perbesi	9.39696636189
Kebun	KEC. TIGA BINANGA	5852510.000000	Pertumbukan	62.08285517520
Kebun	KEC. TIGA BINANGA	12079600.000000	Bungabaru	145.70145563000
Kebun	KEC. TIGA BINANGA	12836500.000000	Tigabinanga	5.36496649178
Kebun	KEC. MUNTE	7127930.000000	Singgamanik	45.63797775890
Permukiman	KEC. PAYUNG	4102550.000000	Payung	17.22821737550
Semak Belukar	KEC. KUTABULUH	15695200.000000	Mburidi	69.81061343230
Semak Belukar	KEC. KUTABULUH	33413600.000000	Rihtengah	15.26930173220
Semak Belukar	KEC. NAMAN TERAN	37591400.000000	naman	3.00565535532
Semak Belukar	KEC. NAMAN TERAN	2564910.000000	Simacem	0.76559759331
Semak Belukar	KEC. NAMAN TERAN	4048940.000000	Bekerah	27.96779756150
Semak Belukar	KEC. TIGA BINANGA	9750820.000000	Limang	1.53621715085

--	--	--	--	--

AREA	PERIMETER	PM_DES	AREA_1	PERIMETE_1	BAT_KEC_ID	KECAMATAN	DESA
3684640.000	9386.448	185	137432000.000	63145.030	15	KEC. MUNTE	Bandar Meriah
7786620.000	12948.470	128	30849300.000	31963.970	12	KEC. PAYUNG	Batu Karang
3476330.000	7724.914	142	73032600.000	37400.120	10	KEC. SIMPANG EMPAT	Beganding
4048940.000	10182.490	76	77329400.000	41030.730	5	KEC. NAMAN TERAN	Bekerah
4692260.000	10635.180	264	73032600.000	37400.120	10	KEC. SIMPANG EMPAT	Berastepu
3378690.000	8388.993	66	73032600.000	37400.120	10	KEC. SIMPANG EMPAT	Bulan Baru
6318130.000	11485.080	175	137432000.000	63145.030	15	KEC. MUNTE	Buluh Naman
3376580.000	8288.050	150	30849300.000	31963.970	12	KEC. PAYUNG	Cimbang
1252810.000	5651.021	46	32445800.000	29803.570	6	KEC. MERDEKA	Cinta Rayat
1742230.000	6222.109	49	32445800.000	29803.570	6	KEC. MERDEKA	Deram
6717480.000	11073.920	56	73032600.000	37400.120	10	KEC. SIMPANG EMPAT	Gajah
3752790.000	8841.204	96	73032600.000	37400.120	10	KEC. SIMPANG EMPAT	Gamber
3324010.000	8257.106	27	77329400.000	41030.730	5	KEC. NAMAN TERAN	Gung Pinto
3243320.000	7987.987	86	122720000.000	70971.340	2	KEC. TIGANDERKET	Gunung Merlawan
2776500.000	6750.685	119	30849300.000	31963.970	12	KEC. PAYUNG	Gurukinayan
7387910.000	12971.230	110	122720000.000	70971.340	2	KEC. TIGANDERKET	Jandi Meriah
1416200.000	4932.581	109	73032600.000	37400.120	10	KEC. SIMPANG EMPAT	Jeraya
5837180.000	13597.350	153	43207200.000	46622.980	14	KEC. KABANJAHE	Kandibata
2434020.000	7282.398	29	77329400.000	41030.730	5	KEC. NAMAN TERAN	Kebayaken
5545150.000	12542.440	166	137432000.000	63145.030	15	KEC. MUNTE	Kineppen
1511060.000	5149.579	37	77329400.000	41030.730	5	KEC. NAMAN TERAN	Kuta Gugung
2299110.000	6700.848	33	77329400.000	41030.730	5	KEC. NAMAN TERAN	Kuta Rayat
4725570.000	9572.168	158	137432000.000	63145.030	15	KEC. MUNTE	Kuta Suah
2957900.000	7315.019	61	122720000.000	70971.340	2	KEC. TIGANDERKET	Kutagaluh
5602400.000	11100.930	39	122720000.000	70971.340	2	KEC. TIGANDERKET	Kutakepar
4666640.000	11472.230	67	122720000.000	70971.340	2	KEC. TIGANDERKET	Kutambaru
3670470.000	7928.787	25	77329400.000	41030.730	5	KEC. NAMAN TERAN	Kutambelin
1675890.000	5536.744	90	73032600.000	37400.120	10	KEC. SIMPANG EMPAT	Kutatengah
2503280.000	7434.271	75	77329400.000	41030.730	5	KEC. NAMAN TERAN	kutatonggal
2021900.000	6403.237	171	43207200.000	46622.980	14	KEC. KABANJAHE	Lau Cimba
7520930.000	10679.260	134	73032600.000	37400.120	10	KEC. SIMPANG EMPAT	Lingga
8651750.000	12609.300	74	122720000.000	70971.340	2	KEC. TIGANDERKET	Mardingding
5574730.000	11366.480	34	32445800.000	29803.570	6	KEC. MERDEKA	Merdeka
10661500.000	14389.940	170	137432000.000	63145.030	15	KEC. MUNTE	Munte

1932550.000	6746.948	44	77329400.000	41030.730	5	KEC. NAMAN TERAN	Naman
2810610.000	6797.809	149	73032600.000	37400.120	10	KEC. SIMPANG EMPAT	Nangbelawan
3110390.000	7498.496	88	122720000.000	70971.340	2	KEC. TIGANDERKET	Narigunung 1
1447300.000	5433.569	87	122720000.000	70971.340	2	KEC. TIGANDERKET	Narigunung 2
4872530.000	10675.210	30	77329400.000	41030.730	5	KEC. NAMAN TERAN	Ndeskati
12334000.000	14627.970	100	73032600.000	37400.120	10	KEC. SIMPANG EMPAT	Ndokum Saroga
2948530.000	7462.541	154	137432000.000	63145.030	15	KEC. MUNTE	Negeri
4519860.000	9294.847	169	43207200.000	46622.980	14	KEC. KABANJAHE	Padang Mas
4102550.000	8672.240	125	30849300.000	31963.970	12	KEC. PAYUNG	Payung
3118230.000	7841.812	69	122720000.000	70971.340	2	KEC. TIGANDERKET	Penampen
1705740.000	5060.262	106	122720000.000	70971.340	2	KEC. TIGANDERKET	Perbaji
3688730.000	8121.577	91	73032600.000	37400.120	10	KEC. SIMPANG EMPAT	Perteguhun
2057110.000	6645.241	121	73032600.000	37400.120	10	KEC. SIMPANG EMPAT	Pintu Besi
4173450.000	9487.770	123	30849300.000	31963.970	12	KEC. PAYUNG	Rimo Kayu
1599760.000	6297.846	48	32445800.000	29803.570	6	KEC. MERDEKA	Sada Perarih
2762030.000	9287.454	97	30849300.000	31963.970	12	KEC. PAYUNG	Selandi
3197600.000	8171.194	42	77329400.000	41030.730	5	KEC. NAMAN TERAN	Sigarang-garang
2564910.000	7785.797	65	77329400.000	41030.730	5	KEC. NAMAN TERAN	Simacem
7127930.000	14649.590	144	137432000.000	63145.030	15	KEC. MUNTE	Singgamanik
3505230.000	9252.869	136	73032600.000	37400.120	10	KEC. SIMPANG EMPAT	Sirumbia
3592930.000	8786.203	92	30849300.000	31963.970	12	KEC. PAYUNG	Suka Meriah
5511440.000	9971.627	41	77329400.000	41030.730	5	KEC. NAMAN TERAN	Sukanalu
621873.200	3587.062	59	77329400.000	41030.730	5	KEC. NAMAN TERAN	Sukandebi
2865700.000	9063.996	186	137432000.000	63145.030	15	KEC. MUNTE	Sukarami
1182390.000	4496.863	116	122720000.000	70971.340	2	KEC. TIGANDERKET	Sukatendel
1246150.000	5609.144	55	77329400.000	41030.730	5	KEC. NAMAN TERAN	Sukatepu
6108490.000	10457.610	117	73032600.000	37400.120	10	KEC. SIMPANG EMPAT	Surbakti
4925130.000	10879.750	68	122720000.000	70971.340	2	KEC. TIGANDERKET	Susuk
2154520.000	5723.173	130	122720000.000	70971.340	2	KEC. TIGANDERKET	Tanjung Merawa
3125180.000	7650.226	94	122720000.000	70971.340	2	KEC. TIGANDERKET	Tanjungmbelang
2294100.000	7285.905	108	122720000.000	70971.340	2	KEC. TIGANDERKET	Tanjungpulo
1541390.000	6497.603	107	122720000.000	70971.340	2	KEC. TIGANDERKET	Temburun
3139170.000	7697.539	139	73032600.000	37400.120	10	KEC. SIMPANG EMPAT	Tiga Pancur
1130060.000	5297.380	118	122720000.000	70971.340	2	KEC. TIGANDERKET	Tiganderket
4844460.000	9714.534	63	73032600.000	37400.120	10	KEC. SIMPANG EMPAT	Torong Baru
2278670.000	6831.502	138	30849300.000	31963.970	12	KEC. PAYUNG	Ujung Payung

3298760.000	8882.429	32	32445800.000	29803.570	6	KEC. MERDEKA	Ujung Teran
-------------	----------	----	--------------	-----------	---	--------------	-------------