PREDIKSI DAERAH RAWAN BANJIR LAHAR GUNUNG KELUD DENGAN METODE PENGINDERAAN JAUH DAN SIG

(Study Kasus : Kabupaten Blitar)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh

Nama : Guruh Rindanata

NIM : 01.25.053

JURUSAN TEKNIK GEODESI

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

MALANG

2008

PREDIKSI DAERAH RAWAN BANJIR LAHAR GUNUNG KELUD DENGAN METODE PENGINDERAAN JAUH DAN SIG

(Study Kasus : Kabupaten Blitar)

Diajukan untuk memenuhi persyaratan

Dalam mencapai gelar sarjana S1 Teknik Geodesi

Disusun Oleh

Nama	: Guruh Rindanata
NIM	: 01 25 053
Bidang Keahlian	: Fotogrametri dan Remote Sensing

JURUSAN TEKNIK GEODESI

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

MALANG

2008

PREDIKSI DAERAH RAWAN BANJIR LAHAR GUNUNG KELUD DENGAN METODE PENGINDERAAN JAUH DAN SIG

(Study Kasus : Kabupaten Blitar)

TUGAS AKHIR

Disusun oleh :

Guruh Rindanata

01 25 053

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
(Ir. Agus Darpono, MT)	**(Ir. Leo Pantimena, MSc)**

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Geodesi

Institut Teknologi Nasional Malang

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

(Hery Purwanto, ST, MSc)

LEMBAR PENGESAHAN

Dipertahankan didepan panitia penguji tugas akhir Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang, dan diterima untuk memenuhi syarat guna memperoleh gelar sarjana S-1 Teknik Geodesi.

Pada hari / tanggal : 25 Maret 2008

Panitia Ujian Tugas Akhir

Ketua

(Ir. Agustina Nurul, MTP)

Dekan FTSP

Sekretaris

(Hery Purwanto, ST, MSc)

Ketua Jurusan Teknik Geodesi

Anggota Penguji

Penguji I

(Ir. Agus Darpono, MT)

Penguji II

(Ir. M. Nurhadi, MT)

Penguji III

(Silvester Sari S, ST, MT)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah ..... puji syukur kehadirat Allah S.W.T atas semua berkah dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik. Karena laporan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat dalam mendapatkan gelar strata satu (S-1), serta untuk menunjang Tri Darma Perguruan Tinggi di Institut Teknologi Nasional Malang.

Laporan tugas akhir ini adalah penelitian mengenai metode proses di dalam menganalisa jalur lahar gunung kelud dengan hasil yaitu suatu prediksi daerah rawan banjir lahar gunung kelud dengan metode penginderaan jauh dan SIG.

Dengan rasa hormat penulis ingin menyampaikan ungkapan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini, pihak – pihak yang bersangkutan antara lain :

1. Hery Purwanto, ST, MSc, selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi FTSP ITN Malang, terima kasih atas pengalaman, MOTIVASI dan dukungan yang telah diberikan baik dalam lingkup kampus maupun diluar kampus.
2. Christian T. Siahaan, ST, selaku dosen wali mahasiswa/i T. Geodesi angkatan 2001, terima kasih atas dukungan semangat kepada semua anak didiknya, terutama saya.
3. Ir. Agus Darpono, MT, selaku dosen pembimbing II, terima kasih atas bantuannya dalam meyelesaikan tugas akhir ini, dari awal hingga akhir. Tanpa bantuan bapak, ide penulisan ini tidak akan terwujud.
4. Ir. Leo Pantimena, MSc, selaku dosen pembimbing II, terimakasih atas bimbingan didalam pengolahan data serta ilmu yang diberikan kepada saya khususnya. Tanpa gemblengan bapak saya tidak akan pernah paham dengan semua konsep peneltian saya ini.
5. Seluruh dosen T. Geodesi, terima kasih atas semua ilmu yang diberikan dalam mengembangkan kreatifitas mahasiswa untuk berwawasan luas dan berfikir maju.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, baik dalam penyajian maupun dalam pembahasan materi, disebabkan karena keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki. Pada akhirnya penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dengan segala keterbatasan dapat bermanfaat sebagai tambahan pengetahuan dan informasi.....Amin.....

Malang, Maret 2008

Guruh Rindanata

LEMBAR PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

Terima kasih kepada Allah, SWT atas kesempatan untuk menikmati segala karuniamu, di bumi dan di tanah air ini. Kerena sesungguhnya kesempurnaan hanya milikNya. Terima kasih tidak lupa saya ucapkan kepada Nabi junjunaganku Muhammad, SAW atas pencerahan ajaranmu (kisah-kisahmu banyak menjadikan teladan bagiku) "Tank's for ISLAM".

Terima kasih kupersembahkan untuk Keluargaku (***Sugiyarto's Family),*** Bapak.....Maturnuwun kagem sedoyo pinaringan kalian pengayomanipun. Ibuk (Ny. Sri Kunthi. M) Nyuwun pangapunten samudro pangaksami menawi Danang kathah kalepatan, Danang kathah dosanipun kalian Ibuk, Danang nyusahaken ibuk terus. Danang janji akan memperbaiki diri dan sebisa mungkin berguna bagi agama, bangsa, keluarga dan orang lain. Mas Dony, terimakasih atas semua bimbingannya yang moderat (tapi ingat jangan sampai over moderat mas....). Adiku Doristha..terimakasih telah mau berbagi problema, sebagai sharing partnerku yang paling ok dirumah (ati-ati dengan sikapmu yang terkadang "karepe dewe" bisa jadi bomerang dor...). My little sweety Arinda May Palupi....hiiicch gemez aku!!! Kalau pas bête pokok obatnya ya Arinda...selamat menempuh kehidupan yang semakin dewasa ya...??. Terimakasih nggak lupa buat Om Budi (kalau bisa yang konsisten om..jual bunga atau guru atau wasit Badminton atau nyayi atau MC atau jomblo terussss.....kok puwo-puwo to om?). Mak jam...terimakasih sudah tak mau tak repot-repoti trus (repot opo yo??). Bulek Har dan Om Agus terimakasih telah mau jadi pendengar keluh kesah danang selama di Malang (sudah saya anggap seperti orang tua ke2 Danang). Adit

dan Bram (sinau...sinau!!! Ojo nuruti males lho yo?) kalau punya niat dan kemauan kamu pasti bisa. Buat keluarga Om Arifin dan Bulek Ninik (pasuruan) Ruri, Reza terimakasih atas semuanya, maaf kalau Danang sering bikin repot dan sering numpang nginep pas mau ngapel (buat om Arif terimakasih telah banyak membuka wawasan saya tentang Islam yang benar...pokonya dakwahnya top abiz Om!). Terimakasih buat keluarga Om Prie, Bulek Rini, Tika, Bagas. Buat Eyang Harsono dan eyang putri maturnuwun kegem sangunipun (jamune tasih nopo telas yang?? He9x). Buat Pakpoh M'bang dan bude Sul maturnuwun kegem supportnya.

Tyasti Ajeng Pangestuti....."*To this moment, you remain to be my soulmate and will not be replaced, during I can*" terima kasih yang tak terhingga, telah menemaniku dan berjuang bersama dalam suka dan cita, terimakasih atas cinta dan perhatiannya dan banyak pelajaran berharga yang bisa kita ambil hikmahnya "dari sekian banyak permasalahan...akhirnya kita bisa sampai ke saat-saat yang indah" jangan pernah bosen ya...? Pokoknya semua pengalaman hidup kita selama kita kuliah harus dibukukan, dan mungkin akan jadi best seller sepanjang masa melebihi Harry Potternya JK.Rawlings. InsayaAllah.....!

Tanks To..Member Of 2001, The Famous Community In Geodesi, Lanang (teman yang hilang), Teo (teman seperjuangan), Aris, Daniel, Joshua, Ilyas, Ifa, Yani, Sinyo, Rizky, Azis, Imam, Jati, Deni, Wawan, Sugik, Amin, Dodik, Sukron, Topan, Reptil, Amir, Roni, Lina, Desi, Nita, Tini, Santi, Christine, Novi, Winda, Irwanto, Dany, Yasin, Timbul, dan yang lainnya yang nggak kesebut jangan sewot ya..mungkin lupa atau memang sudah di lupain. He9x....!

Tanks To..Member Of 2000. Pak Di (Ardi), Adi, Erwin, Omble, Jabrik, Aswir, Bayu, Mbak Susan, Robby, Damai, Mas Oho', Candra, Agung dan semuanya lagi yang nggak kesebut mohon maaf, karena keterbatasan ingatan, harap maklum.

Tanks To..Member Of 1999. Mbak Erna, Mas Iwan.

Tanks To..Member Of 2002. Terutama Kharisma..makasih buat datanya yang banyak berguna, Dudy, Jefri, Raras, Mifta, Eka, Ali, Sugeng, dan semuanya yang nggak kesebut.

Dan yang nggak lupa buat My Gank...Kontrakan " Sonny, Ucup, Atot, Mas Pras, Bendot (suwun kanggo monitore yon dot?? Sangat banyak membantu sekali) Rizki, Micky, Rino, Nener, Ndaru, dan yang lain yang selalu memeriahkan suasana kontrakan, kalau gak ada kalian terlalu sepi, tapi kalau ada kalian terlalu rame juga sich...hwakak99x!

Yang ngga kalah pentingnya terima kasih buat mortorku tercinta "Elmo" tank's telah menemani, mengantar, melindungi, baik panas maupun hujan, dan nggak pernah rewel apalagi mogok (meski sudah 11 tahun) performamu tetap OK! Nggak kalah sama yang muda-muda. Tanpamu aku nggak akan bisa berbuat banyak, insyaAllah kamu nggak akan pernah saya lepas, sampai kapanpun. Stay with me...

Akhir Salam.....

Biografi Penulis

Senin pahing di suatu malam yang diliputi oleh gerimis dan sedikit efek dari petir beserta paket kilatnya, tepatnya dipenghujung Januari pada tahun 1983, telah lahir seorang anak manusia dengan bobot kurang lebih 4kg kotor, di rumah sakit Budi Rahayu kota Blitar. Tanpa mengurangi rasa hormat, mungkin nama Guruh Rindanata dipilih oleh Orang tua penulis dikarenakan kaget dengan Gludug beserta paket kilatnya tadi, sehingga terpikirkan nama Guruh yang berarti Petir (dalam bahasa jawa Gludug), sedangkan Rindanata berarti (kalau ngga salah) keindahan atau kemuliaan (kemuliaan hanya milik Tuhan). Memasuki tahun ke empat, penulis pertama kali menginjakan ke bangku taman kanak-kanak St.Maria Blitar, dan meneruskan pada bangku sekolah dasar di SDN Bendogerit 3 Kota Blitar. Selepas mengenyam bangku pendidikan SD, penulis sempat mengalami masa-masa kurang menyenangkan (atau lebih pasnya social understanding relationship) dikarenakan masuk pada SMP 4 (sekarang SLTP 4)dikarenakan penulis merasa tidak mendapatkan kecocokan dalam berinteraksi dengan teman-temannya. Selepas dari sekolah menengah pertama, penulis melanjudkan pendidikan ke sekolah menengah umum Katolik St.Yusuf kota Blitar. Dari sinilah penulis merasa menemukan jati dirinya kembali, karena pada waktu itu penulis beken sekali dan digandrungi para cewek seusianya (Hwekekekek....) dari pengalaman cinta penulis dimulai disini, di smu (kaya lagunya Obie mesakh ya??) mulai dari cinta yang tak tersampaikan hingga cinta yang biasa. Selepas SMU penulis kemudian melanjudkan pendidikan ke tingkat perguruan tinggi, dikarenakan tidak lulus SPMB (dulu UMPTN) penulis pada akhir memilih masuk ke perguruan tinggi swasta yaitu ITN Malang tercinta. Dengan penuh kebimbangan, akhirnya penulis memilih jurusan Geodesi sebagai pondasi untuk menentukan masadepan. Pada taun-taun pertama penulis merasa sangat kesulitan didalam mengikuti mata kuliah geodesi (walaupun taun-taun akhir juga tetep susah...He9x!) akan tetapi penulis pada akhirnya bisa juga menyelesaikan studi sarjananya, walaupun ditempuh dengan waktu 6 tahun. Akan tetapi penulis merasa bangga sekaligus bahagia, dikarenakan pada bangku perkuliahan inilah penulis menemukan cinta senjatinya yang tak terlupakan, walaupun perjalanan penulis meraih cintanya sangat terjal, dikarenakan terlalu banyak interfensi dan cacimaki dari kompetitor penulis. Tapi is Ok...keteguhan hati dan cinta penulis tidak bisa diruntuhkan dengan kekuatan apapun, termasuk yang aneh-aneh dan yang berbau kembang-kembangan (wuuzzz...gak kodhal). Selepas dari bangku perkuliahan ini, semoga penulis mendapatkan jalan yang lancar didalam menempuh masa depannya (mohon doa dari semuannya ya...??). Akhir kata penulis minta maaf sebesar-besarnya apabila didalam penulisan biografi ini penulis terlalu jujur didalam berkata-kata. Wassalam.

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL
LEMBAR PERSETUJUAN
LEMBAR PENGESAHAN
KATA PENGANTAR
LEMBAR PERSEMBAHAN
BIOGRAFI PENULIS
DAFTAR ISI
DAFTAR GAMBAR
DAFTAR TABEL

BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang 1
I.2. Maksud dan Tujuan Penelitian 3
I.3. Batasan Masalah 4
I.4. Manfaat Penelitian 4
I.5. Tinjauan Pustaka 5
I.6. Metodelogi Penelitian 7

BAB II DASAR TEORI

II.1. Penginderaan Jauh 8
II.1.1. Komponen Penginderaan Jauh 9
II.2. Unsur dan Teknik Interpretasi 13
II.2.1. Unsur Interpretasi 13
II.2.2. Teknik Interpretasi 15
II.3. Sistem Informasi Geografi 16
II.3.1. Jenis Data Dalam SIG 17
II.3.2. Input Data SIG 18
II.3.3. Data Manjemen 19
II.3.4. Keluasran Data SIG 20
II.3.5. Tahapan Pembangunan SIG 20
II.4. Kebutuhan SIG Dalam Perencanaan Tata Ruang 23
II.5. Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 28
II.5.1. Ciri Teknis Dan Perolehan Data SRTM 31
II.5.2. Kelebihan Dan Aplikasi Data SRTM DEM 32
II.6. Koreksi Geometrik 34
II.7. Sejarah Gunung Kelud 36
II.8. Karakter Dan Ciri Gunung Kelud 37
II.9. Lahar Dingin 39
II.9.1. Banjir Lahar Dingin 39

II.10. Metode Penelitian 40
II.11. Analisa Buffer 42

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

III.1. Lokasi Penelitian 43
III.1.1. Bahan Penelitian 43
III.1.2. Peralatan Penelitian 44
III.2. Diagram Alur Penelitian 45
III.2.1. Keterangan Diagram Alur Penelitian 46
III.3. Pengolahan Data 48
III.3.1. Menampilkan Data DEM SRTM 48
III.3.2. Fill (Penambalan) 49
III.3.3. Flow Direction 50
III.3.4. Flow Accumulation 51
III.3.5. Focal Flow 52
III.3.6. Kecocokan Geometri DEM SRTM 53
III.3.7. Identifikasi Jalur Lahar 54
III.3.8. Buffer 55
III.3.9. Clip 57
III.3.10. Penggabungan Data DEM SRTM dan Peta Tata Guna Lahan 57
III.4. Penentuan Sampel Area 58
III.4.1. Kedudukan Titik-Titik Area 59

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN HASIL

IV.1 Analia Pengolahan DEM SRTM 60
IV.2. Analisa Koreksi Geometri 60
IV.3. Analisa Jalur Lahar 64
IV.4. Analisa Tata Guna Lahan Pada Area Jalur Lahar 65
IV.5. Analisa Daerah Rawan Banjir Lahar Gunung Kelud 65

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan 74
V.2. Saran 76

Daftar Pustaka
Lampiran 1 Gambar Daerah Verifikasi Lapangan
Lampiran 2 Tabel Hasil Analisa Tata Guna Lahan Pada Daerah Aliran Lahar

DAFTAR GAMBAR

BAB I PENDAHULUAN

Gambar 1.1. Kawah Gunung Kelud 2
Gambar 1.2. Desa Karangrejo Terkubur Abu Gunung Kelud 5

BAB II DASAR TEORI

Gambar 2.1. Diagram Blok Sistem Penginderaan Jauh 9
Gambar 2.2. Proses Perencanaan SIG 17
Gambar 2.3. Union 22
Gambar 2.4. Identity 23
Gambar 2.5. Intersection 23
Gambar 2.6. Pesawat SRTM 29
Gambar 2.7. Pancaran Gelombang Radar 30
Gambar 2.8. Perbandingan DEM SRTM dan DEM RBI 32
Gambar 2.9. Diagram Proses Produk SRTM 33
Gambar 2.10. Tampilan DEM SRTM 34
Gambar 2.11. Kawah Gunung Kelud 38
Gambar 2.12. Proses Fill 40
Gambar 2.13. Flow Direction 41
Gambar 2.14. Flow Accumulation 41
Gambar 2.15. Buffer 42

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Gambar 3.1. Tampilan Menu ArcGis 9.2 48
Gambar 3.2. Menu Penampilan Data ArcGis 9.2 49
Gambar 3.3. Kotak Proses Fill 49
Gambar 3.4. Kotak Proses Flow Direction 50
Gambar 3.5. Hasil Proses Flow Direction 50
Gambar 3.6. Kotak Prose Flow Accumulation 51
Gambar 3.7. Hasil Proses Flow Direction 51
Gambar 3.8. Kotak Proses Focal Flow 52
Gambar 3.9. Hasil Proses Focal Flow 52
Gambar 3.10. Proses Koreksi Geometri 53
Gambar 3.11. RMS Erors 54
Gambar 3.12. Jalur Lahar yang Melewati Sungai Utama 55

Gambar 3.13. Kotak Proses Buffer 56
Gambar 3.14. Hasil Analisa Buffer 56
Gambar 3.15. Peta Buffer Analisa Jalur Lahar 57
Gambar 3.16. Peta Analisa Jalur Lahar dan Tata Guna Lahan 58
Gambar 3.17. Titik-Titik Sampel Area 59

BAB IV HASIL DAN ANALISA

Gambar 4.1. Tampilan DEM SRTM 60

DAFTAR TABEL

BAB I PENDAHULUAN

Tabel 1.1. Data Korban Jiwa Letusan Gunung Kelud 100 Tahun Terakir 1

BAB II DASAR TEORI

Tabel 2.1. Spesifikasi DEM SRTM 31

Tabel 2.2. Data Produk Letusan Gunung Kelud 100 Tahun Terakir 37

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Tabel 3.1. Koordinat Titik Sampel Area 58

Tabel 3.2. Kedudukan Titi-Titik Sampel Area 59

BAB IV HASIL DAN ANALISA

Tabel 4.1. Kedudukan Titi-Titik Sekutu 61

Tabel 4.2. Hasil Koreksi Geometri 62

Tabel 4.3. Jalur Lahar Yang Melewati Sungai Utama 64

Tabel 4.4. Tata Guna Lahan Disekitar Jalur Lahar 65

Tabel 4.5. Daerah-Daerah Rawan Banjir Gunung Kelud 68

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

ITN

MALANG

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu Negara yang banyak terdapat gunung berapinya, khususnya pulau Jawa sangat berpotensi terhadap gejala-gejala vulkanologi yang selama ini menjadi momok bagi masyarakat luas. Dari sekian banyak gunung berapi di Indonesia (GN. Krakatau - selat sunda, GN. Merapi - Jojakarta, GN. Semeru - Malang) diantaranya Gunung Kelud (Kabupaten Blitar) yang merupakan gunung berapi paling aktif, dimana akibat dari letusan gunung Kelud sangat merusak dan menimbulkan banyak korban jiwa maupun korban material.

Tahun	Korban Jiwa	Keterangan
1901, 22-23 Mei	3.763 jiwa	Produk letusan 120 juta m^3
1919, 20 Mei	5.160 jiwa	Awanpanas ke segala arah
1920	1.826 jiwa	Terbentuk sumbat kawah dan Desember 1921 terendam air kawah
1951, 31 Agustus	731 jiwa	Bom vulkanik mencapai Wlingi lk. 17 km di lereng selatan. Dasar kawah turun 79 m,. Produk letusan lk. 20 juta m^3
1966, 24 April	210 jiwa	Produk letusan lk. 90 juta m^3. Dasar kawah naik 43 m
1990, 10 Februari	34 jiwa	Volume endapan tefra lk. 120 juta m^3 dan lk. 24 juta m^3 endapan piroklastik. Korban manuasi terjadi akibat bangunan tempat pengungsian ambruk

Tabel 1.1. Data korban jiwa letusan gunung Kelud 100 tahun terakir
Sumber: Proyek penanggulangan bencana alam akibat letusan gunung kelud

Dampak dari letusan gunung Kelud diantaranya ialah banjir lahar dingin, dimana kebutuhan akan daya tampung banjir lahar dingin gunung kelud dirasa perlu untuk diperhatikan

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

Gbr 1.1 : Kawah Gunung Kelud

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

Dewasa ini perkembangan teknologi penginderaan jauh sebagai salah satu metode yang cukup efektif dan tepat guna untuk melakukan observasi mengenai informasi suatu obyek tanpa kontak langsung dengan obyek tersebut sangatlah penting kaitannya dengan pelaksanaan kegiatan penelitian ini, dikarenakan salah satu sarananya menggunakan Dem (Digital Elevation Model) srtm, sebagai salah satu data spasial.

I.2. Maksud dan tujuan penelitian

I.2.1 Maksud dari penelitian ini adalah :

1. Sebagai bahan tambahan dan revisi terhadap Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Blitar, khususnya bab daerah rawan banjir lahar dingin gunung kelud.

I.2.2 Tujuan dari Penelitian ini adalah :

1. Menghasilkan Peta tematik daerah rawan banjir lahar dingin Gunung Kelud.
2. Dapat memprediksi daerah-daerah baru yang terkena banjir lahar dingin sebagai dampak dari letusan

gunung Kelud khususnya di wilayah Kabupaten Blitar.

3. Sebagai bahan atau referensi untuk peringatan dini terhadap ancaman bahaya dari letusan gunung kelud.

I.3. Batasan Masalah

Permasalahan ini dibatasi oleh ;

1. Obyek penelitiannya ialah daerah aliran banjir lahar dingin gunung Kelud.
2. Wilayah yang akan diprediksi sebagai daerah rawan aliran banjir lahar dingin gunung kelud ialah kabupaten Blitar
3. Data yang digunakan ialah DEM (Digital Elevasion Model) 90 meter sebagai acuan elevasi untuk menentukan posisi-posisi daerah rawan banjir lahar dingin.
4. Klasifikasi sungai yang digunakan ialah sungai-sungai utama dan anak sungai utama di wilayah kabupaten Blitar

I.4. Manfaat Penelitian

1. Hasil Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi masyarakat Blitar pada umumnya, khususnya instansi-instansi yang terkait bilamana hasil penelitian ini dapat dipakai sebagai pembanding

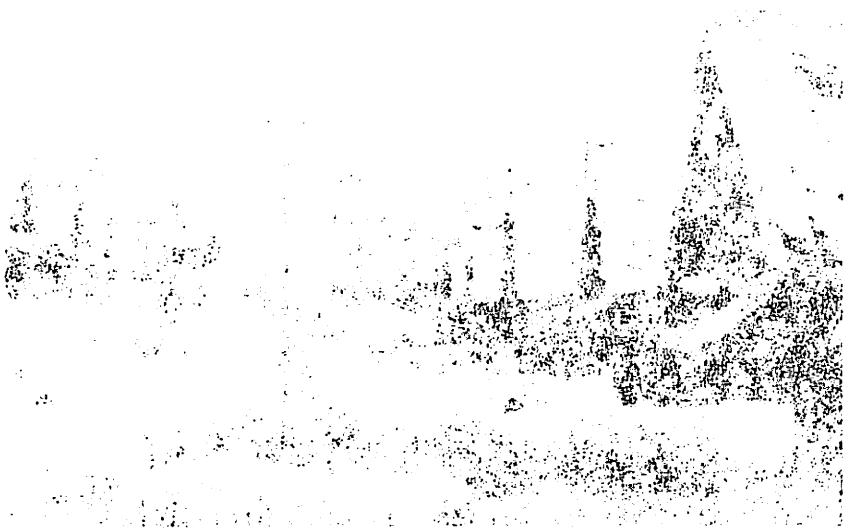
atau bahkan acuan untuk perencanaan dan penanggulangan banjir lahar dingin gunung Kelud.

2. Agar masyarakat kabupaten Blitar pada umumnya dapat mengantisipasi sejak dini akan daerah-daerah yang rawan terhadap banjir lahar dingin gunung Kelud. Hal ini dimaksudkan supaya dapat menekan terjadinya korban jiwa maupun korban material sebagai dampak dari letusan gunung Kelud.

Gbr 1.2 : Salah satu desa yang terkubur abu G.Kelud (desa karangrejo)

I.5. Tinjauan Pustaka

Bencana alam adalah konsekwensi dari kombinasi aktivitas alami (suatu peristiwa fisik, seperti letusan gunung, gempa bumi, tanah longsor) dan aktivitas manusia. Karena ketidakberdayaan manusia, akibat kurang baiknya manajemen keadaan darurat, sehingga menyebabkan kerugian dalam bidang keuangan dan struktural, bahkan sampai



kematian. *(Bankoff, G. Frerks, D. Hilhorst (eds.) (2003). Mapping Vulnerability)*

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

Banjir Lahar Dingin / Mud Flow Ialah Banjir yang disebabkan oleh dampak dari letusan gunung berapi, dikarenakan muatan lava yang mengalir dari dalam perut gunung terhempas kebawah kemudian tercampur dengan berbagai 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)*

1.6 Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan tiga metodologi penelitian

I.6.1. Studi literature

Pada metode studi literature ini dipelajari teori-teori mengenai pengolahan data-data spasial (citra Landsat, Peta digital) dan cara menjalankan software (AutoCad, ER Mapper) dengan maksud untuk diterapkan dalam perencanaan tahap-tahap pekerjaan penelitian dan pemilihan metode pengolahan yang tepat dan praktis.

I.6.2. Proses Laboratorium

Pada studi laboratorium merupakan proses pelaksanaan pengolahan data-data spasial dengan memperhatikan beberapa langkah-langkah pengolahan citra digital dengan menggunakan software ER Mapper, yaitu Eksport/Import data citra, koreksi geometric, cropping citra, klasifikasi, proses penentuan luasan data citra dan pembuatan anotasi/komposisi peta.

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

BAB II

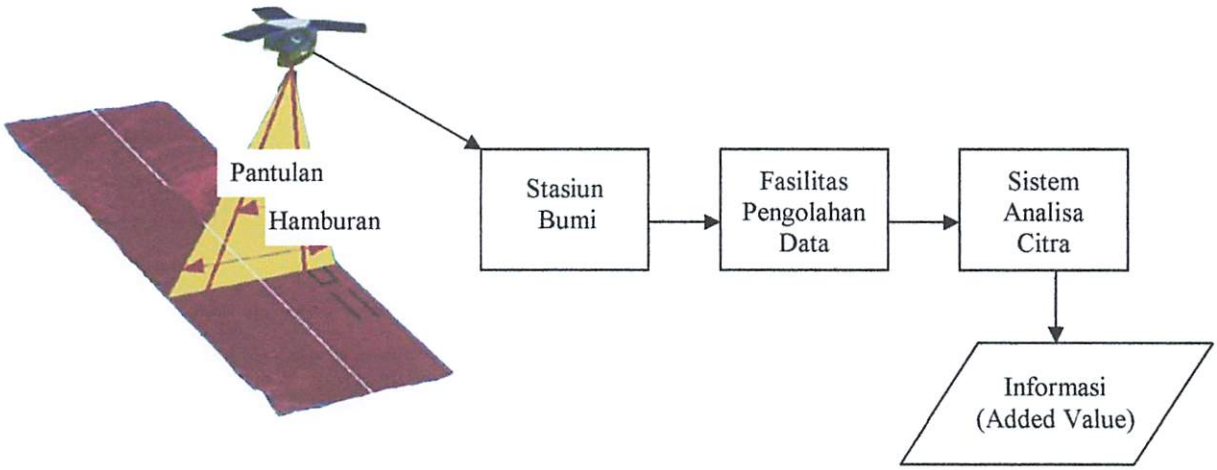
DASAR TEORI

II.1. Penginderaan Jauh

Penginderaan Jauh yang biasa disebut inderaja ataupun Remote Sensing adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu obyek, daerah, atau gejala dengan jalan menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap onyek, daerah atau gejala yang dikaji *(Lillesand and Kiefer, 1979)*. Alat yang dimaksudkan didalam pengertian ini adalah alat pengindera atau sensor. Selain itu, Pengindreaan Jauh juga diartikan sebagai teknik yang dikembangkan untuk perolehan dan analisis informasi tentang bumi *(Lindgren, 1982)*. Sebagai teknik, yaitu teknik 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 digunakan untuk mempelajari karakteristik obyek dari jarak jauh *(Wolf, R.P, 1993)*.

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 menggangap bahwa data penginderaan jauh pada dasarnya merupakan informasi intensitas panjang gelombangyang perlu diberikan kodenya sebelum informasi tersebut dapat dipahami secara penuh. Proses pengkodean ini setara dengan interpretasi citra penginderaan jauh.



Gambar 2.1. ***Diagram Blok Sistem Penginderaan Jauh Satelit***

II.1.1. Komponen Penginderaan Jauh

Komponen dan interaksi antara komponen dalam sistem penginderaan jauh adalah sebagai berkut :

1. Sumber Tenaga

Seluruh sistem penginderaan jauh menerima tenaga yang dipantulkan dan atau yang dipancarkan dari obyek dipermukaan bumi. Seperti yang telah dibicarakan bahwa distribusi spektral tenaga pantulan sinar matahari dan tenaga pancaran dari benda misalnya, sifat jauh dan seragam. Tingkat tenaga matahari bervariasi menurut

Gambar 2.1. Diagram Blok [illegible]

2.1.1. Komponen Pengendalian Data

[illegible]

1. [illegible]

[illegible]

waktu, tempat dan material yang berada dipermukaan bumi memancarkan tenaga yang berbeda efesiennya. Sementara kita dapat mengatur sumber tenaga untuk sistem aktif, sumber tenaga yang digunakan pada sistem nyata pada umumnya tidak seragam dalam kaitannya dengan panjang gelombang dan karakteristiknya bervariasi menurut waktu dan tempat. Sebagai akibatnya, biasanya harus melakukan kalibrasi bagi sumber tenaga pada setiap penginderaan jauh atau menyesuaikan dengan satuan tenaga relatif yang diindera pada setiap waktu.

2. Atmosfer

Atmosfer membatasi bagian spektrum elektromagnetik yang dapat digunakan dalam penginderaan jauh. Pengaruh atmosfer merupakan fungsi panjang gelombang, pengaruhnya bersifat selektif. Karena pengaruh yang selektif inilah maka timbul istilah jendela atmosfer yaitu bagian dari spektrum elektromagnetik yang mencapai bumi. Dalam jendela atmosfer ada hambatan atmosfer yaitu kendala yang disebabkan oleh hamburan pada spektrum tampak dan serapan yang terjadi pada spektrum infra merah termal.

3. Interaksi antara Tenaga dan Obyek

Tiap obyek mempunyai karakteristik tertentu dalam memantulkan atau memancarkan tenaga ke sensor. Pengenalan obyek pada dasarnya dilakukan dengan menyidik (*tracing*) karakteristik spektral obyek yang

[illegible] waktu, bergar dan [illegible] untuk [illegible] dipergunakan bumi memancarkan energi [illegible] berbeda [illegible]. Gelombang [illegible] dapat [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

tergambar pada citra. Obyek yang banyak memantulkan/memancarkan tenaga akan tampak cerah pada citra. Sedangkan obyek yang pantulan/pancarannya sedikit tampak gelap. Meskipun demikian, pada kenyataannya tidak sesederhana ini, ada obyek yang berlainan tetapi mempunyai karakteristik spektral sama atau serupa, sehingga menyulitkan perbedaan dan pengenalan pada citra. Hal ini dapat diatasi dengan menyidik karakteristik lain selain karakteristik spektral.

4. Sensor

Tenaga yang datang dari obyek dipermukaan bumi diterima dan direkam oleh sensor. Tiap sensor mempunyai kepekaan tersendiri terhadap bagian spektrum elektromagnetik. Disamping itu juga kepekaannya juga berbeda dalam merekam objek terkecil yang masih dapat dikenali dan dibedakan terhadap obyek lain atau terhadap lingkungan sekitarnya. Kemampuan sensor yang dewasa ini beroperasi untuk memperoleh data jauh lebih besar dari pada kemampuan untuk menangani data tersebut. Hal ini pada umumnya berlaku baik untuk sistem interpretasi manual, sistem interpretasi dengan bantuan komputer. Pengolahan data sensor hingga menjadi bentuk yang dapat dnterpretasi memang merupakan suatu usaha yang memerlukan banyak pemikiran, instrumentasi, waktu, pengalaman dan data rujukan. Sedangkan banyak

penanganan data dapat dilakukan dengan mesin (komputer dan alat mekanik atau elektronik yang lain), peranan manusia dalam pengolahan data akan terus berlanjut sebagai hal yang penting pada terapan yang produktif data penginderaan jauh.

5. Perolehan Data

Perolehan data dapat dilakukan dengan cara manual yaitu dengan interpretasi secara visual, dan dapat pula dilakukan dengan cara numerik atau cara digital yaitu dengan menggunakan komputer. Foto udara umumnya diinterpretasi secara manual, sedangkan data dari penginderaan jauh secara elektronik dapat diinterpretasi secara manual maupun secra numerik.

6. Berbagai Penggunaan Data

Kunci keberhasilan terapan suatu sistem penginderaan jauh terletak pada manusia (kelompok manusia) yang menggunakan data penginderaan jauh sistem tersebut. ***"Data"*** yang dihasilkan penginderaan jauh hanya akan menghasilkan ***"informasi"*** bila seseorang memahami asal-usulnya, mengerti bagaimana cara menggunakan yang paling tepat. Pemahaman menyeluruh terhadap masalah yang dihadapi penting sekali untuk terapan yang produktif metodologi penginderaan jauh. Juga tidak ada satu kombinasi pengumpulan data dan analisis data penginderaan jauh saja yang akan dapat memuaskan kebutuhan pengguna data.

II.2. Unsur Dan Teknik Interpretasi

Interpretasi merupakan suatu seni dan ilmu dalam mengidentifikasi obyek pada citra dan menghitung arti pentingnya obyek tersebut *(Gupta, 1991)*.

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

II.2.1. Unsur Interpretasi

Prinsip pengenalan obyek pada citra mendasarkan atas penyidikan karakteristik atau atribut pada citra yang digunakan untuk mengenali obyek disebut interpretasi citra. Unsur interpretasi citra terdiri atas :

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

4. Bentuk (*shape*), bentuk yang tampak pada citra dapat merupakan pencerminan dari wujud suatu benda dipermukaan bumi yang pada umumnya berupa elemen-elemen geologi, harus mempunyai pengetahuan tentang ciri-ciri kanampakan topografi yang disebabkan oleh unsur-unsur geologi.
5. Bayangan (*shadow*), hal ini penting bagi penafsiran karena ; (a) bentuk atau kerangka menghasilkan suatu frofil pandangan obyek yang dapat membantu dalam interpretasi dan (b) obyek dalam bayangan memantulkan sinar sedikit dan sukar untuk dikenali pada citra yang bersifat menyulitkan dalam interpretasi.
6. Lokasi (*situation*), yaitu lokasi topografi obyek berada. Hal ini akan membantu identifikasi dengan melihat hubungan antara suatu obyek dengan obyek lainnya.
7. Site (*association*), yaitu suatu gabungan obyek sehingga dapat diperkirakan jenis obyek dari keadaan sekelilingnya.
8. Pola (*pattern*), merupakan kenampakan ulang dari suatu obyek yang menunjukan pemakaian ruang oleh obyek tersebut. Dengan mempelajari pola penyebaran suatu obyek, dapat ditafsirkan gambaran umum keadaan suatu daerah, misal : penyebaran pola vegetasi, pola sungai dan lain-lain.

II.2.2. Teknik Interpretasi

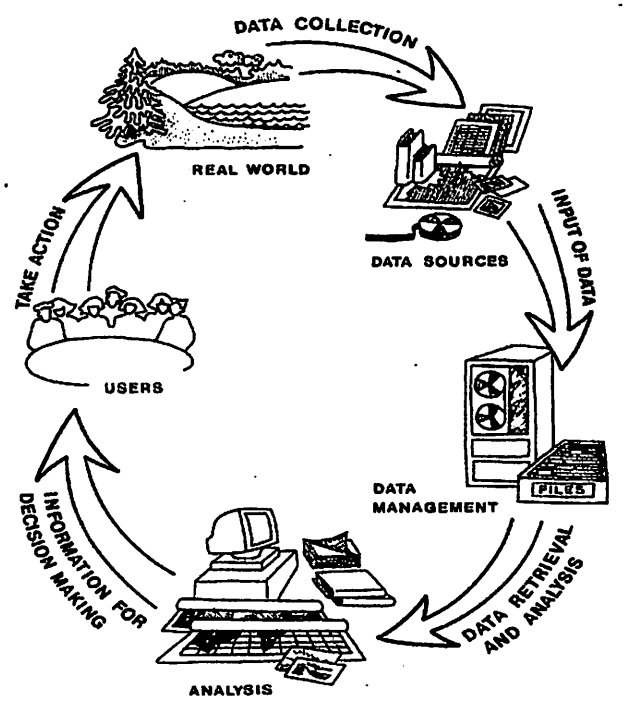
Teknik interpretasi citra dimaksudkan sebagai alat atau cara khusus untuk melaksanakan metode penginderaan jauh. Teknik interpretasi citra penginderaan jauh diciptakan agar interpreter dapat melakukan pekerjaan interpretasi citra secara mudah dengan mendapatkan hasil interpretasi pada tingkat keakuratan 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 seorang penafsir, data ini bisa berupa laporan penelitian, monografi daerah, peta, dan yang terpenting disini data diatas dapat meningkatkan local knowledge pemahaman mengenai lokasi penelitian.
2. Kunci Interpretasi. Pada umumnya berupa potonga citra yang telah diinterpretasi serta diyakinkan kebenarannya, dan diberi keterangan seperlunya. Keterangan ini meliputi jenis obyek 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 pertimbangn umum ke pertimbangan khusus / lebih spsifik dengan metode konvergensi bukti
4. 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.

II.3. Sistim Informasi Geografi (SIG)

Menurut *Aronoff (1993)* SIG adalah suatu sistem berbasis komputer yang memberi 4 (empat) kemampuan untuk menangani data bereferensi geografis, yaitu pemasukan, pengolahan, atau manajemen data (penyimpanan dan pengaktifan kembali), manipulasi dan analisis serta keluaran. Di dalam SIG data tersimpan dalam format digital, jumlah data yang besar dapat disimpan dan diambil kembali secara cepat dengan biaya yang murah. Keunggulan SIG lainnya adalah kemampuan manipulasi dan analisis data spasial dengan mengaitkan data dan atau informasi atribut untuk menyatukan tipe data yang berbeda ke dalam suatu analisis tunggal.



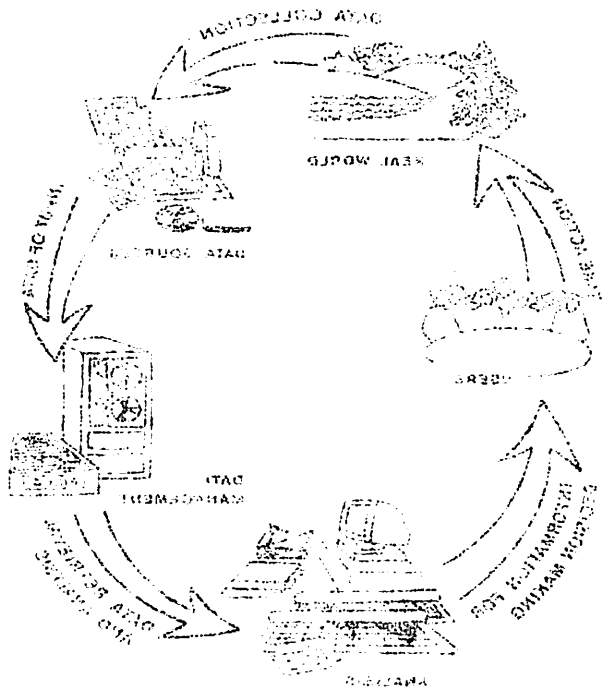
Gambar 2.2. Proses perencanaan SIG
Sumber: Stan Aronoff

II.3.1. Jenis data dalam SIG

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

a) Data Spasial

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



Gambar 2.2. Proses pengembangan SIG
Sumber: Elan Azoroff

II.2.1. Jenis data dalam SIG

Data geografi merupakan sebagaimana jenis yang lain, mempersyaratkan pengetahuan tentang cara-cara tertentu untuk data dimasukkan dalam SIG. Secara rata-rata ada dua prosedur dasar yang harus :

a) Data spasial

Data spasial mempunyai informasi mengenai lokasi dan bentuk dari suatu geografi yang dimiliki dalam bentuk koordinat. Titik, garis dan luasan dipunyai untuk merepresentasikan suatu geografi tertentu untuk, mengetahui bentuk dan lokasi dari suatu [illegible]

Ada spesial dimasukkan melalui [illegible] :

a. Vektor, dalam model data vektor obyek atau kondisi dari bumi ditampilkan dengan point garis dan luasan.

b. Raster, yaitu struktur data dalam bentuk sel yang terbentuk atas baris dan kolom, setiap sel mempunyai satu nilai dan terisi sebuah informasi.

b) Data Non Spasial (data atribut)

Data atribut menyediaakan 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 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 sistim pemasukan data yaitu :

1. Input melalui keyboard (*keyboard entry*), *keyboard entry* sesuai dengan namanya, memasukan data secara manual memalui *keyboard* dan biasanya data atribut serta kordinat geografi hasil survey lapangan dimasukan dengan cara ini juga.

2. Digitasi, manual digitasi yang sering dipakai untuk memasukkan data spasial dari peta. Digitasi merupakan teknik untuk merubah data analog menjadi data digital yang bisa dibaca oleh komputer, data yang dihasilkan dari proses digitasi berupa data vektor.
3. Scan digitasi, teknik automatik untuk merubah data analog menjadi data digital, data yang dihasilkan berupa dalam 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 tabel yang disimpan dengan suatu 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 tabel dengan informasi spasial berupa peta-peta dengan tingkat otomasi 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 oputput)

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

Bentuk cetakan dapat berupa peta maupun tabel yang dicetak dengan media kertas, film atau media lain. Bentuk tayangan berupa tampilan gambar di monitor komputer. Keluaran data dalam bentuk data digital berupa file yang dapat dibaca oleh komputer. Bentuk data digital digunakan untuk memindahkan data ke sistem komputer yang lain ataupun untuk menghasilkan cetakan di lain tempat.

Keluaran data pada penelitian ini berupa peta-peta tematik, yaitu peta aliran lahar yang melewati sungai utama, Peta analisa buffer pada aliran lahar, Peta analisa buffer pada daerah sekitar kawah, peta penutup lahan,Peta-peta tematik tersebut dicetak dengan menggunakan mesin ploting.

II.3.5. Tahapan Pembangunan SIG

Tahapan pembangunan SIG pada dasarnya meliputi lima (5) proses pokok yaitu :

1) Pembuatan Topologi

   Pembuatan topologi berfungsi untuk membentuk hubungan eksplisit diantara feature geografi pada coverage, meliputi konektivity, kontiguity dan

definisi area. Proses pembuatan topologi ini membantu untuk mengidentifikasikan kesalahan yang terdapat pada data.

2) Editing

Perbaikan kesalahan adalah satu tahap yang sangat penting dalam pembuatan database. Jika kesalahan tidak diperbaiki dengan benar, maka perhitungan luas, analisis data peta berikutnya tidak valid. Sebagai contoh, poligon yang tidak mempunyai titik label tidak dapat mempunyai atribut deskripsi yang diberikan ke poligon tersebut, dan jika poligon tidak tertutup, poligon ini akan "bocor" ke dalam poligon sekelilingnya pada saat dicoba mengarsirnya.

Perbaikan data secara sederhana berarti bahwa, data yang kurang ditambahkan, dan data yang jelek dihapus dan diganti dengan yang benar. Seringkali terdapat lebih dari satu cara untuk memperbaiki kesalahan ini. Tujuannya adalah konsistensi dan meminimalkan ketidak tentuan bagi orang-orang yang melaksanakan editing

3) Pembuatan Tabular

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

4) Analisa Tabular

Pada proses analisa tabular yaitu bagaimana melakukan 'joinitem'. 'Joinitem' adalah proses penggabungan informasi atribut/item dari suatu file ke file lainnya.

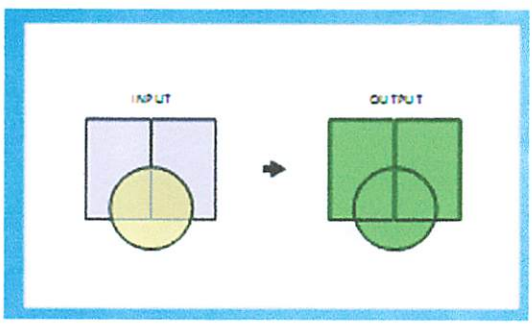
5) Pembuatan Buffer

Pembuatan buffer merupakan operasi yang dipergunakan untuk mengidentifikasikan area sekitar feature geografis yang berupa zone buffer yang mengelilingi feature geografi yang dianalisa.

6) Overlay

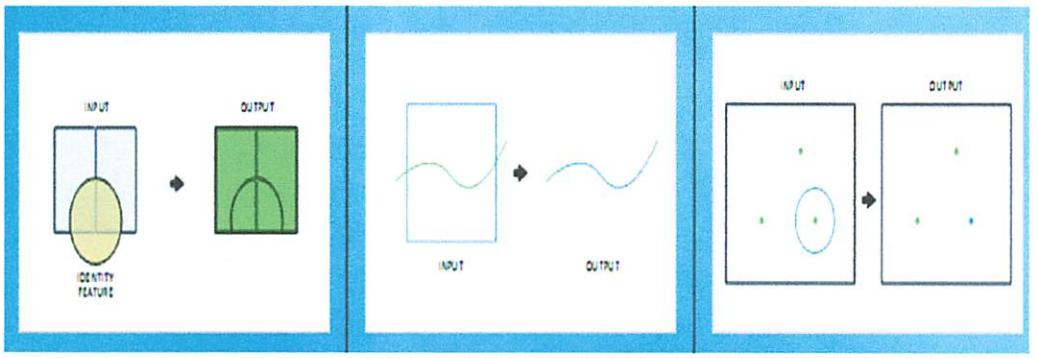
Operasi overlay merupakan operasi tumpang susun/menggabungkan dua peta/coverage berikut feature atributnya untuk menghasilkan peta/coverage baru dari kedua coverage yang dioverlay. Operasi yang sering digunakan ada tiga macam :

1. Union : overlay poligon dan menyimpan semua area dari kedua coverage



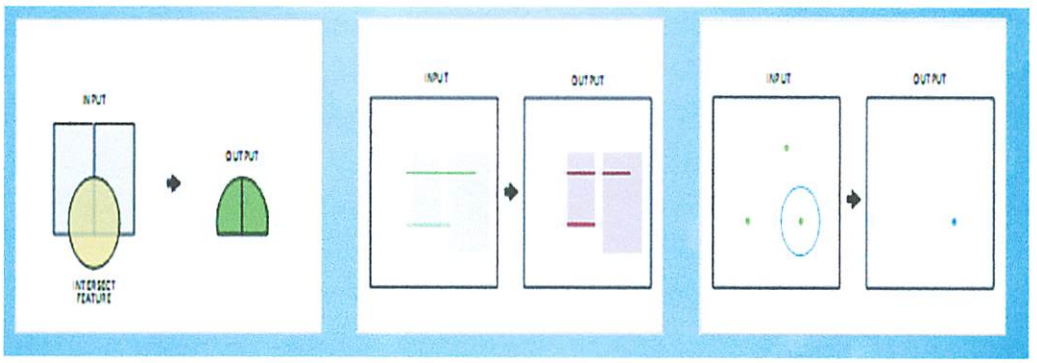
Gambar 2.3. Union

2. Identity : Overlay titik, garis, atau poligon pada poligon dan menyimpan semua feature coverage input.



Gambar 2.4. Identity

3. Intersect : Overlay titik, garis, atau poligon pada poligon tetapi hanya menyimpan bagian feature coverage input yang berada dalam coverage overlay.



Gambar 2.5. Intersection

II.4. Kebutuhan SIG Dalam Perencanaan Tata Ruang

Salah satu bagian terpenting dalam manajemen pembangunan adalah data atau informasi yang dapat menggambarkan keseluruhan kinerja dari suatu daerah,

sehingga keputusan yang diambil atau kebijaksanan yang akan diterapkan pada daerah tersebut sudah memperhitungkan semua informasi yang ada dan benar. Sistem Informasi Perencanaan kemudian menjadi suatu solusi yang dapat diandalkan untuk menggabungkan antara kecepatan perkembangan kemampuan komputer di dalam perencanaan tata ruang baik dari segi analisis numerik maupun analisis keruangan dengan tuntutan untuk dapat melihat aspek daerah secara utuh dan lengkap dalam manajemen pembangunan.

Karekteristik perkembangan kota-kota di negara yang sedang berkembang adalah sebagai berikut *(Bishop, et all, 2000)*:

- Perkembangan penduduk yang sangat cepat yang tidak sesuai dengan perkembangan lahan untuk perumahan, pelayanan, infrastruktur untuk menjamin suatu taraf hidup yang memadai.
- Perkembangan kota-kota diatur oleh kekuatan pasar dari pada perencanaan strategis. Perkembangan kota sering tidak terkoordinasi dan spekulasi tanah berkembang subur. Daerah pinggiran dan pedesaan "dikuasai" pertumbuhan berdasarkan tekanan pasar.
- Hukum dan peraturan untuk registrasi lahan, perencanaan dan manajemen berbeda dan kadang saling tidak terkoordinir.

- Perkembangan kota di negara yang sedang berkembang masih didasarkan pada "prescriptive urban land use planning" yang berbentuk penggunaan lahan pada jangka panjang dan master plan yang tidak sensitif terhadap pasar sehingga kadang sering tidak diikuti (negara maju sudah bergeser dari prescriptive urban land use planning menuju "*market oriented spot-zoning*" yang berdasarkan keserasian dengan lingkungan.

Karakteristik perkembangan kota seperti yang dijelaskan di atas pada akhirnya menuntut peran dan fungsi perencanaan yang lebih jelas dan spesifik. Keadaan ini ditunjukkan melalui terjadinya pergeseran paradigma dalam perencanaan seperti yang telah disebutkan di atas. Keadaan ini juga diterangkan oleh *Taylor (1998)* yang mengatakan bahwa kritik utama pada teori perencanaan pasca perang adalah, dalam beberapa hal, model perencanaan rasional mengalihkan perhatian dari pertanyaan yang penting bagaimana sebuah rencana dan kebijakan itu dapat diterapkan. Dengan demikian, persoalannya bukan hanya kualitas rencana kota tetapi juga bagaimana implementasinya.

Keadaan tersebut di atas dengan demikian akan membuat pemanfaatan informasi menjadi sangat penting dalam mengelola pembangunan perkotaan mulai dari perencanaan

hingga implementasi dan manajemennya. Untuk itu, perlu dilihat kembali fungsi suatu perencanaan.

Bergantung pada tujuan dan fungsi perencanaan maka data atau informasi yang dibutuhkan juga akan berbeda. Adalah sangat sulit untuk mendefinisikan perencanaan, tidak hanya karena sangat banyaknya hal yang terkait, tetapi juga karena sudut pandang secara sosial mengenai perencanaan juga terus berubah.

Secara ringkas, inti dari semua persoalan tata ruang tersebut adalah tidak berfungsinya sebuah rencana tata ruang dalam mengatur dan mengarahkan pembangunan karena masalah kualitas rencana maupun karena desakan/tekanan pembangunan (pasar) yang sangat kuat. Jika hal ini dicoba diringkas lagi maka informasi (sistem informasi) yang baik adalah sebuah solusi untuk menghadapi semua persoalan tersebut. Kelemahan sistem perencanaan (proses, prosedur, peraturan dan sebagainya) akan lebih mudah diketahui (dan diperbaiki) dengan adanya sebuah sistem informasi perencanaan yang baik yang memenuhi persyaratan transparansi, konsistensi dan kepastian.

Perkembangan saat ini menunjukkan bahwa GIS telah menimbulkan suatu basis bagi pendekatan terpadu dalam memecahkan masalah perencanaan. Model dalam tata ruang (*spatial modelling*) untuk penentuan lokasi (misalnya) telah menimbulkan daya tarik baru yang berakibat pada penentuan informasi sumberdaya apa saja yang dapat

digunakan dalam basis data untuk kepentingan analisis. Perkembangan GIS telah membangkitkan berbagai daya tarik, sebagai konsekuensi logis pendataan secara digital segala data dan informasi tata ruang. *Webster (1993)* menunjukkan bagaimana SIG dapat digunakan untuk mendukung analisis perencanaan deskriptif. Misalnya dalam melakukan pengamatan kegagalan dalam pemasaran lahan dan properti, dan perbandingan kebutuhan dan penyediaan infrastruktur perkotaan, maupun kebijaksanaan pengaturan.

SIG selama ini dilihat oleh sebagian besar orang sebagai kasus khusus dari sistem informasi secara umum *(de Man 1988, Carter 1989)*. Informasi diturunkan dari interpretasi data yang secara simbolis merepresentasikan suatu *features (Benyon ,1990)*. Nilai suatu informasi bergantung pada banyak hal termasuk waktu, konteksnya, biaya pengumpulan, penyimpanan, manipulasi dan presentasi. Informasi sekarang telah menjadi asset yang sangat mahal, merupakan komoditi yang dapat diperjualbelikan dengan harga yang tinggi *(Openshaw dan Goddard, 1987)*. Informasi dan komunikasi adalah satu dari kunci proses pembangunan dan merupakan karakteristik dari "*contemporary societies*".

Dalam lingkup tugas yang diharapkan, ada dua macam sistem informasi yang dapat diidentifikasikan *(Maguire 1991)*, yaitu: transaction processing system dan decision support system. Pada transaction processing system,

penekanannya adalah pencatatan/recording dan "manipulasi" pada setiap kegiatan.

Secara mudah SIG mencakup kedua sistem informasi baik yang manual maupun yang berbasiskan komputer *(Dickinson dan Calkins, 1988. Aronoff ,1989, Starr dan Estes ,1990)*. Secara praktis, semua sistem informasi adalah berbasiskan komputer. Komputer sudah digunakan secara ekstensif dalam perencanaan kota. Klosterman (1992, 1994) dan Klosterman dan Landis (1988) menelusuri sejarah pemanfaatan komputer untuk perencanaan *(Montano, 2000)*.

Jelas bahwa semua keputusan membutuhkan informasi yang lengkap. Tanpa adanya informasi yang lengkap/baik, maka keputusan yang diambil juga akan tidak lengkap/baik. Demikian pula halnya untuk perencanaan misalnya membutuhkan informasi mengenai land use, perubahannya, kependudukan dan sebagainya. Namun demikian ternyata data yang akurat mengenai land use maupun perubahannya tidak dapat dengan mudah didapatkan. Ini terjadi tidak hanya pada skala nasional tapi juga global seperti halnya pada skala yang lebih kecil lokal maupun regional *(Fresco, 1994)*.

II.5.Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)

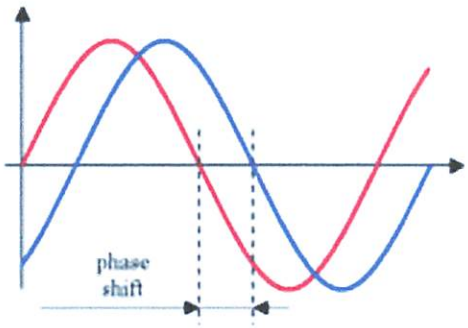
Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) adalah suatu proyek kerjasama antara National Imagery and Mapping Agency (NIMA) dan National Aeronautics and Space

Administration (NAZA), untuk mendapatkan gambaran bentuk permukaan bumi resolusi tinggi dengan meluncurkan sebuah pesawat dilengkapi dengan system radar interferometry. Menggunakan Spaceborne Imaging Radar (SIR-C) dan X-Band Synthetic Aperture Radar (X-SAR), SRTM diluncurkan pertama kali pada tanggal 11 Februari 2000. Misi yang dijalankan adalah pengambilan / record permukaan bumi dalam bentuk three dimension (3D) selama 11 hari mengorbid. Lebih dari 12 terabytes data yang sudah didapat diproses dibagi oleh Laboratorium Propulsi Jet (JPL) di Pasadena sebelum data tersebut di gunakan. .*(www.spaceshuttle.com, 24-02-2008)*

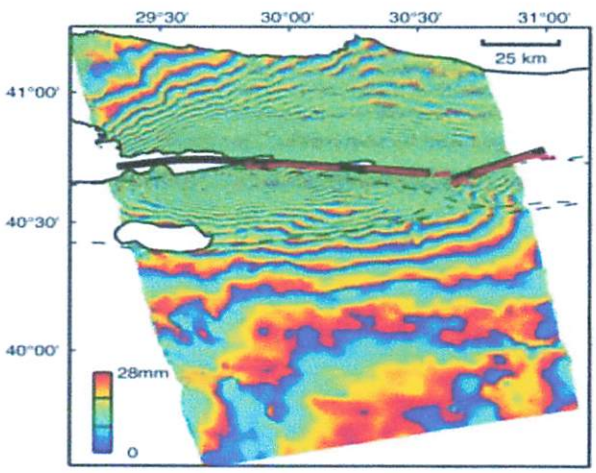
Berdasarkan definisi tersebut SRTM menggunakan teknologi Synthetic Aperture Radar (SAR). SAR adalah salah satu teknik pengambilan data menggunakan radar (Radio detection and ranging) dengan sistem **scaning area** yang menggunakan jendela yang sangat sempit. Teknik ini hanya digunakan oleh alat bergerak terhadap obyek yang relatif diam. Di remote sensing dan pemetaan SAR sangat umum digunakan.

Gambar 2.6. Pesawat SRTM

SRTM memiliki struktur data yang sama seperti format GRID lainnya, yaitu terdiri dari sel-sel yang setiap sel memiliki wakil nilai ketinggian. Nilai ketinggian pada SRTM adalah nilai ketinggian dari datum WGS1984, bukan dari permukaan laut. Tapi karena datum WGS1984 hampir berimpit dengan permukaan laut maka untuk skala tinjau dapat diabaikan perbedaan diantara keduanya.



Dalam pengambilan data menggunakan RADAR, antara pesawat dan obyek harus tidak terhalangi. Untuk daerah yang bergunung hal ini sangat sulit dilakukan. 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



Gambar 2.7. Pancaran gelombang yang dikeluarkan oleh Radar untuk menyadap permukaan bumi

II.5.1. Ciri Teknis dan Cara Perolehan Data SRTM

Pasawat SRTM diorbidnya beredar pada ketinggian 225 km diatas permukaan bumi dan kemiringan 57°, menggunakan dua antena SIR-C dan X-SA. Dua antenna ini jaraknya berjauhan (60m) sehingga merekam data ketinggian yang berbeda, sehingga didapatkan elevasi obyek tersebut. Semua daratan bumi yang berada antara 60^0 U - 56^0 LS untuk direkam oleh SRTM atau sekitar 80% bumi.

Data SRTM dibagi atas 3 resolusi :

1. Resolusi 30 m, khusus untuk kawasan Amerika Serikat.
2. Resolusi 90 m, untuk kawasan lain di dunia
3. Resolusi 90 m, untuk SRTM-GTOPO30

Semua data elevasi dalam meter telah disajikan dengan referensi WGS84 EGM96 geoid dan horizontal geoferensi ellipsoid WGS84. Data DEM (srtm) merupakan data yang sudah terkoordinated sesuai dengan koordinat internasional.

SRTM- Digital Terrain Height Maps
General Specifications

	SRTM X-SAR	SRTM SIR-C	SRTM SIR-C
	Level 2		Level 1
Horiz. Datum	WSG 84		
Vertical Datum	WSG 84 ellipsoid		
Physical Units	meters		
Spatial Resolution	30 x 30 m		90x90 m
Horiz. Accuracy	< 20 meters		< 60 meters
Vertic. Accuracy	<16 meters		
Image Data Volume	~ 4 Mbytes		~550 bytes
Block Definition	15' raster Lat and Long		

Tabel 2.1. Spesifikasi DEM srtm
Sumber : spaceshuttle.com 3/01/2008

SRTM-Digital Terrain Height Maps General Specifications

	SRTM X-SAR	SRTM SIR-C	SRTM SIR-C
	Level 2		Level 1
Horiz. Datum	WGS 84		
Vertical Datum	WGS 84 ellipsoid		
Physical Units	meters		
Spatial Resolution	30 x 30 m		3 x 30 m
Horiz. Accuracy	< 20 meters		< 50 meters
Vertic. Accuracy	< 16 meters		
Image Data Volume	~ 4 Mbytes		~550 bytes
Pixel Definition	16 bits, Latitude Long		

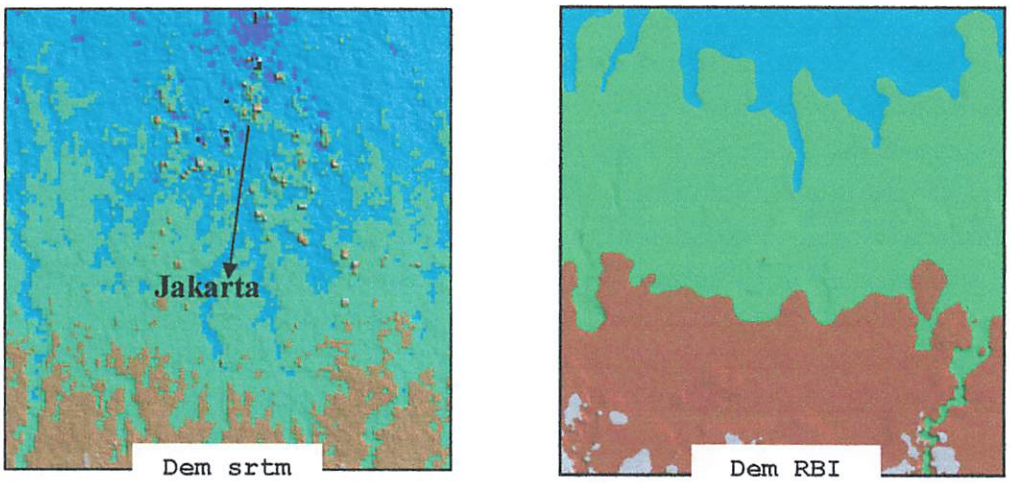
Tabel 2.1. Spesifikasi SRTM srtm
Sumber : spaceshuttle.com 07/01/2005

II.5.2. Kelebihan dan Aplikasi Data SRTM DEM

Data SRTM pada saat ini lebih banyak digunakan dibandingkan denga data DEM dari produk lainnya. Hal itu dikarenakan beberapa keunggulkan yang dimiliki oleh DEM SRTM antara lain, DEM SRTM skala 1 : 25000 lebih detail data yang terlihat dibanding DEM RBI dengan skala yang sama, DEM RBI tidak dapat menampilkan bukit-bukit pada ketinggian tertentu sedangkan tidak untuk DEM SRTM, DEM dapat menampilkan flat are building sedang untuk DEM RBI tidak dapat terlihat.

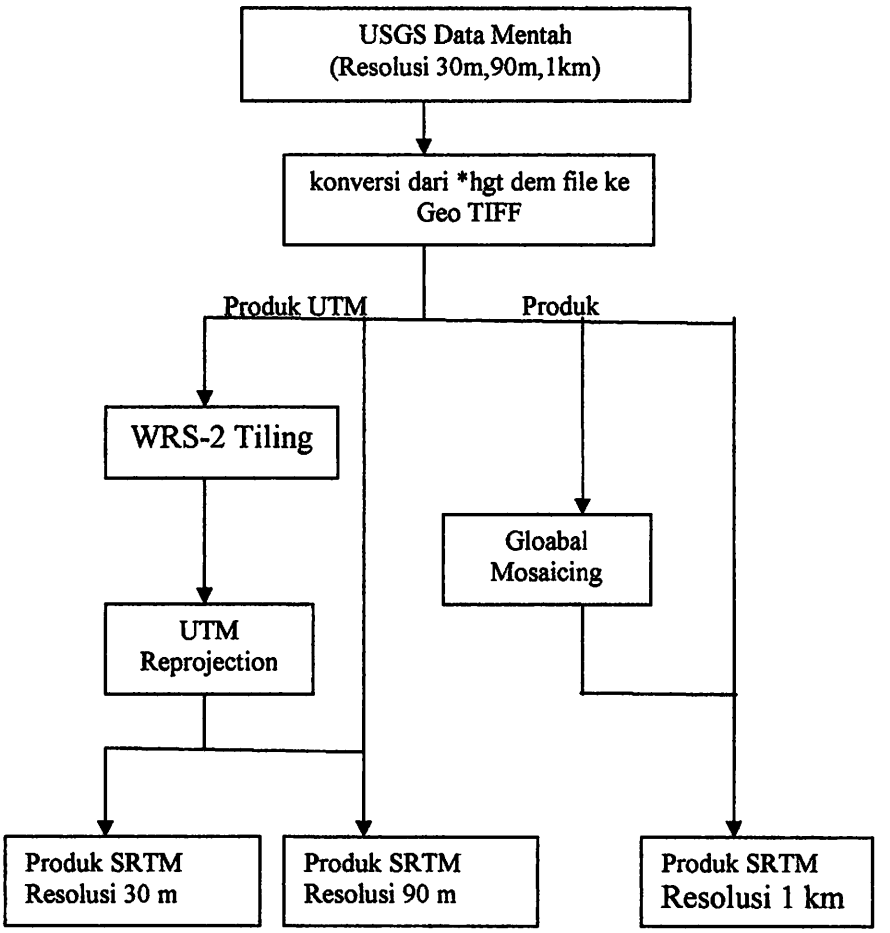
Kunggulan lain DEM SRTM :

1. Mudah didapat, karena free untuk seluruh area di Indonesia
2. Kualitas yang bagus, lebih bagus karena dengan DEM Fill (penambalan)

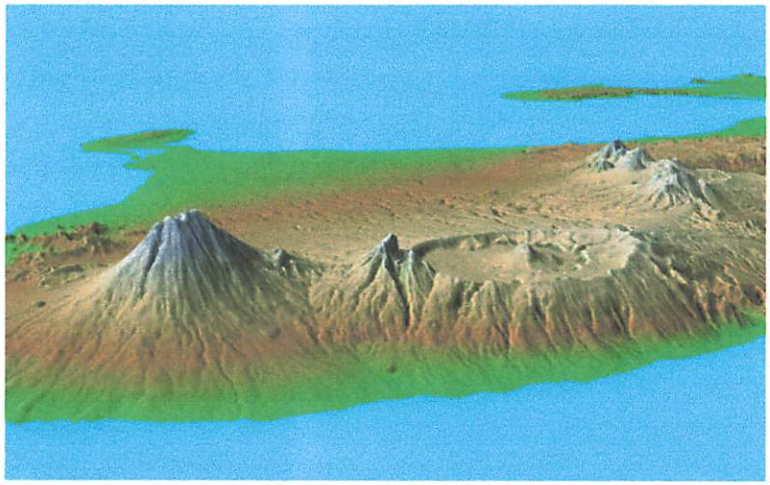


Gambar 2.8. Pebandingan DEM SRTM dengan DEM RBI skala 1 : 25.000

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



Gambar 2.9. Diagram Proses pruduk setiap *resolusi*



Gambar 2.10. Tampilan DEM srtm

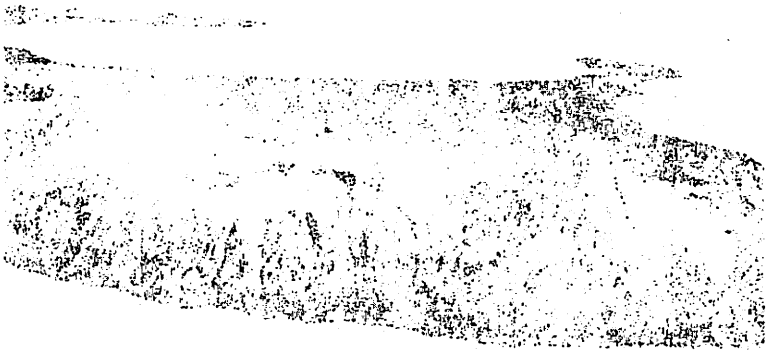
II.6. Koreksi Geometrik

Dari orbit satelit yang sangat tinggi dan medan pandangnya kecil maka terjadi distorsi geometrik. Berdasarkan sumbernya distorsi atau kesalahan geometrik dapat dikelompokkan dalam dua tipe yaitu:

Kesalahan internal disebabkan karena konfigurasi sensornya,yaitu:

- Pembelokan arah penyinaran menyebabkan distorsi panoramik (loo angle). Abrasi sub sistem optik karena kemiringan cermin penyiam (scan mirror) sehingga cakupan tidak tegak lurus.
- Sistem penyiam (scaning system) yang tidak linier karena kecepatan cermin penyiam (scan) berubah yang mengakibatkan pergeseran lokasi setiap pixel.

Kesalahan geometrik oleh kesalahan external dikarenakan oleh:



- Perubahan ketinggian wahana dan kecepatan wahana menyebabkan perubahan cakupan (coverage) dan perubahan luas yang mengakibatkan perubahan skala pada arah orbit.
- Perubahan posisi wahana terhadap obyek karena gerakan berputar (roll), menggelinding (pith), dan berbelok (yow), yang mengakibatkan terjadinya distorsi atau bising acak (random).
- Rotasi atau gerakan putaran bumi saat pengambilan data, sehingga mengakibatkan obyek miring ke arah barat.
- Kelengkungan bumi mengakibatkan ukuran pixel yang direkam menjadi berubah, karena terjadinya sudut pada arah perekaman *(accros track)*, yaitu antara pixel yang direkam di titik nadir dengan pixel pada sensor *(scanner)* melakukan penyiaman.

Koreksi geometrik memiliki beberapa tujuan diantaranya:

- Melakukan rektifikasi yaitu pembenaran atau rotasi yaitu pemulihan citra agar koordinat citranya sesuai dengan koordinat geografis.
- Registrasi atau mencocokkan posisi citra dengan citra lain atau mentransformasikan sistem koordinat citra multi spektral atau citra multi temporal.

- Registrasi citra ke peta atau transformasi sistem koordinat citra ke peta, yang menghasilkan citra dengan sistem proyeksi tertentu.

II.7. Sejarah Gunung Kelud

Gunung Kelut merupakan gunung api strato andesitik yang tergolong masih aktif, terletak di perbatasan antara Kabupaten Kediri dan Kabupatemn Blitar Jawa Timur. Letusan pada tahun 1586 merupakan letusan yang paling banyak menimbulkan korban jiwa yaitu sebanyak 10.000 orang meninggal. Selama abad 20 telah terjadi 5 kali letusan masing masing pada tahun 1901, 1919, 1951, 1966 dan 1990 dengan jumlah korban jiwa seluruhnya mencapai lebih dari 10.000 jiwa. Berikut tabel daftar letusan gunung kelud beserta korban dan akibat yang ditimbulkannya :

Tahun	Korban Jiwa	Keterangan
1901, 22-23 Mei	3.763 jiwa	Produk letusan 120 juta m^3
1919, 20 Mei	5.160 jiwa	Awanpanas ke segala arah
1920	1.826 jiwa	Terbentuk sumbat kawah dan Desember 1921 terendam air kawah
1951, 31 Agustus	731 jiwa	Bom vulkanik mencapai Wlingi lk. 17 km di lereng selatan. Dasar kawah turun 79 m,. Produk letusan lk. 20 juta m^3
1966, 24 April	210 jiwa	Produk letusan lk. 90 juta m^3. Dasar kawah naik 43

		m
1990, 10 Februari	34 jiwa	Volume endapan tefra lk. 120 juta m^3 dan lk. 24 juta m^3 endapan piroklastik. Korban manuasi terjadi akibat bangunan tempat pengungsian ambruk

Tabel 2.2. Data korban jiwa letusan gunung Kelud 100 tahun terakir

Sumber: Proyek penanggulangan bencana alam akibat letusan gunung kelud

II.8. Karakter dan ciri letusan Gunung Kelud.

Ada dua macam ciri letusan yaitu :

1. Letusan semi magmatik merupakan letusan freatik yang terjadi akibat penguapan air danau kawah yang merembes melalui rekahan pada dasar kawah yang secara serentak kemudian dihembuskan ke atas permukaan. Jenis letusan ini umumnya mengawali aktivitas gunung Kelut terutama memicu terjadinya letusan magmatik.
2. Letusan magmatik merupakan letusan yang menghasilkan rempah- rempah gunung api baru berupa lava, jatuhan piroklastik, dan aliran piroklastik. Letusan magmatik yang terjadi umumnya bersifat eksplosif yang dipengaruhi penambahan kandungan gas vulkanik disertai meningkatnya energi letusan terutama energi panas.

Letusan gunung Kelud umumnya berlangsung singkat , hal ini menampakkan adanya dapur magma yang kecil dengan kandungan energi letusan yang rendah *(Escher,1954 dalam Pardyanto, 1968)* yang menghasilkan piroklastik aliran dan piroklastik jatuhan (abu, lapilli, bom).

Ciri lain dari dari letusan kelud adalah terbentuknya sumbat lava. Pembentukan kubah lava (yang berfungsi sebagai sumbat lava) pada danau kawah terjadi beberapa kali dalam catatan sejarah aktivitas G.Kelut, antara lain terjadi pada letusan tahun 1376 dan tahun 1920. Letusan-letusan yang terjadi merupakan erupsi pusat yang melalui danau kawah sebagai pusat erupsi yang aktif. Terbentuknya banyak kawah di gunung Kelud merupakan cerminan bahwa pusat erupsi gunung Kelud selalu berpindah pindah.

Gbr 2.11. Kawah Gunung kelud

II.9. Lahar Dingin

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

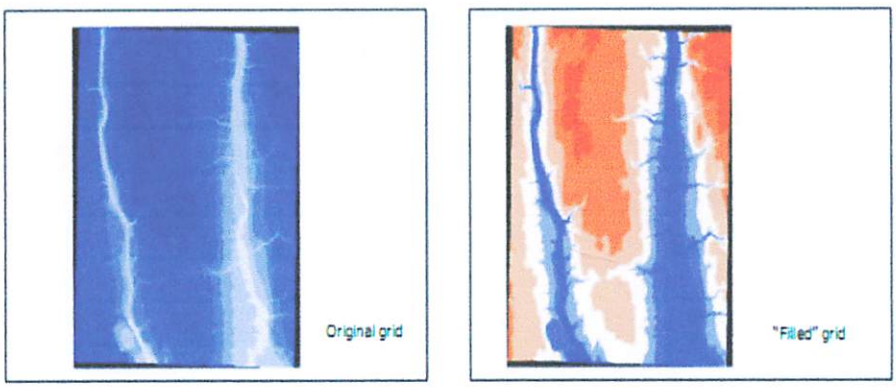
II.9.1. Banjir Lahar Dingin / Mud Flow

Ialah Banjir yang disebabkan oleh dampak dari letusan gunung berapi, dikarenakan muatan lava yang mengalir dari dalam perut gunung terhempas kebawah kemudian tercampur dengan berbagai material sehingga terjadilah lahar. Lahar dingin itu sendiri disebabkan oleh endapan-endapan lahar yang sudah bercampur dengan lumpur dan air. *(Bankoff, G. Frerks, D. Hilhors (2003). Mapping Vulnerability)*

II.10. Metode Penelitian

Pada metode penelitian ini menggunakan kombinasi dari analisa hidrologi, dikarenakan aliran lahar dianggap sama dengan analisa hidrologi, dikarenakan sifat dari aliran lahar akan mengalir melewati cekungan-cekungan atau sungai-sungai sekitar gunung tersebut. Metode kombinasi hidrologi yang dipakai meliputi :

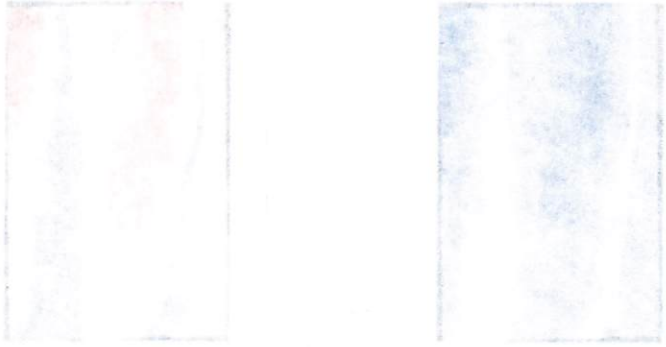
1. Fill (Penambalan), ialah sebuah metode yang menganalisa setiap cekung, lubangan atau jurang pada Dem (srtm) dan menambal cekung tersebut supaya arah aliran bisa terdeteksi. *(Tarboton, D.G. Hidrologic Analis Spatial. 2002)*

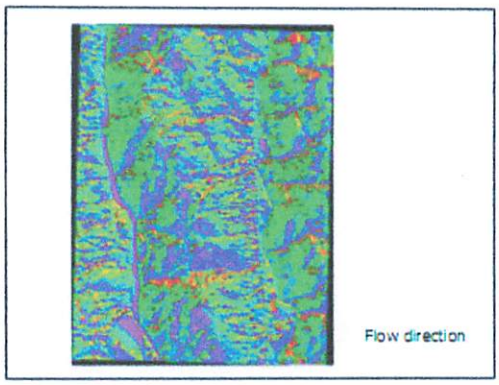


Gambar 2.12. Proses Fill (Penambalan)

2. Flow Direction (Daerah aliran)

   Penentuan daerah aliran lahar, dimana disini diklasifikasikan sebagai sungai atau cekungan yang di anggap berpotensi sebagai aliran lahar

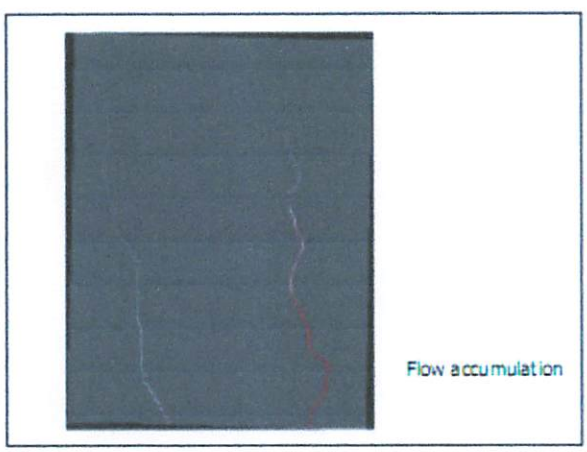




Gambar 2.13.Flow Direction

3. Flow Accumulation (Daerah pengumpulan)

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



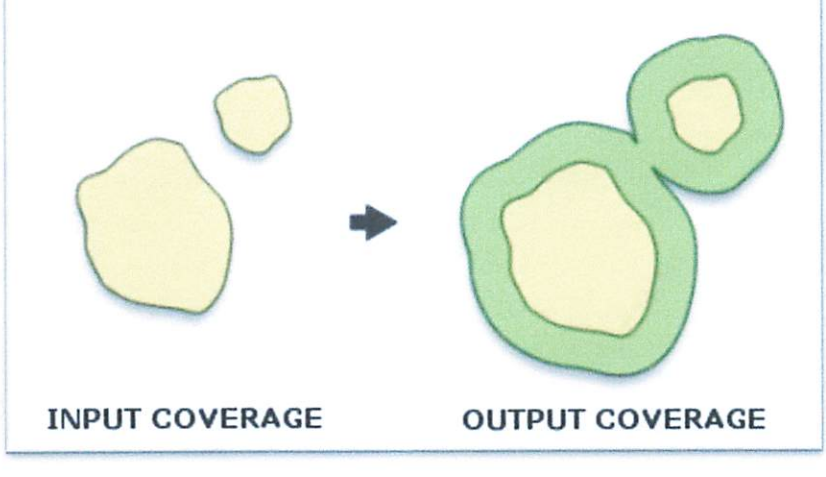
Gambar 2.14. Flow Accumulation

4. Focal Flow (sungai sintetik) merupakan analisa untuk jalur tangkapan aliran lahar yang menuju ke sungai utama.

II.11. Analisa Buffer.

Buffer merupakan operasi yang dipergunakan untuk mengidentifikasikan area sekitar feature geografis yang berupa zone buffer yang mengelilingi feature geografi yang dianalisa.

Berdasarkan rencana tata ruang wilayah (RTRW) Kabupaten Blitar pada bab daerah rawan bencana alam, penentuan daerah aman atau daerah evakuasi di sekitar sungai utama aliran lahar gunung kelud ialah 200 meter dari pusat sungai utama aliran lahar, sedangkan untuk evakuasi daerah inti kawah gunung kelud ditetapkan dengan jarak radius 5 Km. Adanya Buffer ini untuk keperluan evakuasi pada saat guunung kelud dalam kondisi kritis. *(RTRW Kabupaten Blitar, Bab daerah rawan bencana)*



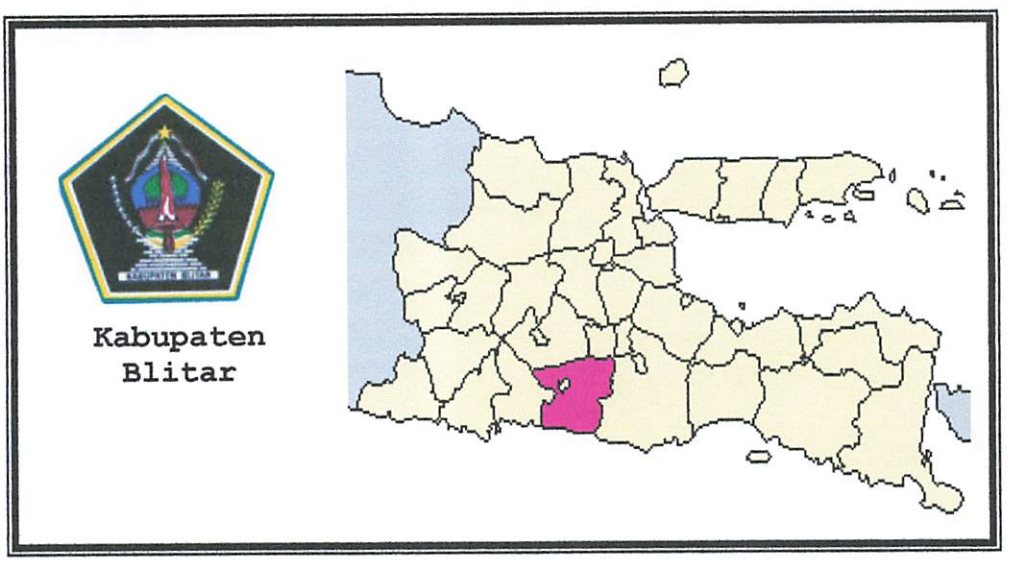
Gambar 2.15. Analisa Buffer

BAB III

PELAKSANAAN PENELITIAN

III.1. Lokasi Penelitian

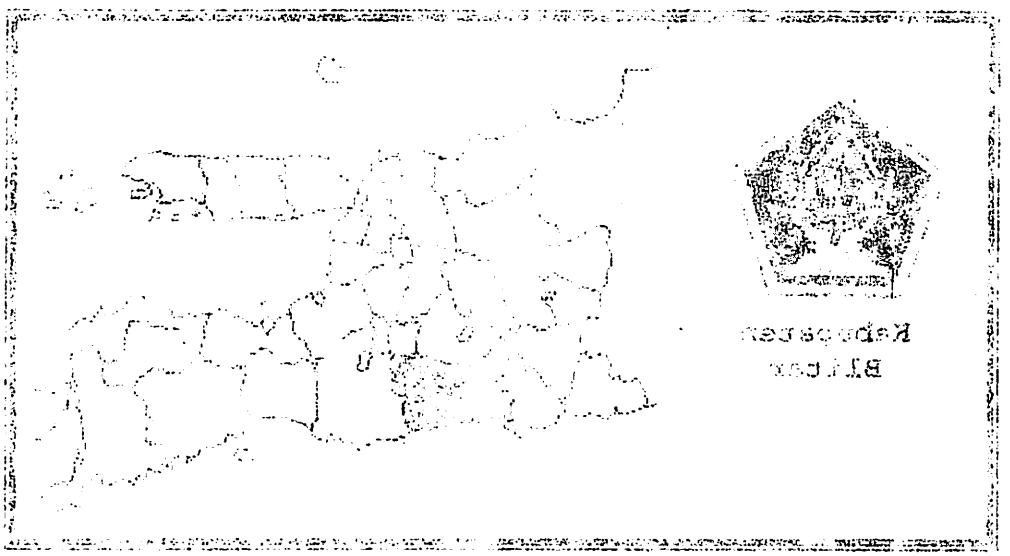
Lokasi penelitian tugas akhir ini di wilayah kabupaten Blitar yang berada disebelah selatan katulistiwa, tepatnya terletak pada **111°40′00″-112°10′00″** Bujur Timur dan **7°58′00″-8°09′51** Lintang Selatan.



III.1.1. Bahan Penelitian

Bahan penelitian dikategorikan kedalam dua bentuk bahasan.

1. Data Spasial terdiri dari ;
   - Peta Topografi (skala 1:25000)
   - Data DEM Kab.Blitar (geotiff)
   - Peta situasi gunung kelud (skala 1:150000)
   - Peta Daerah Aliran sungai (skala 1:150000)



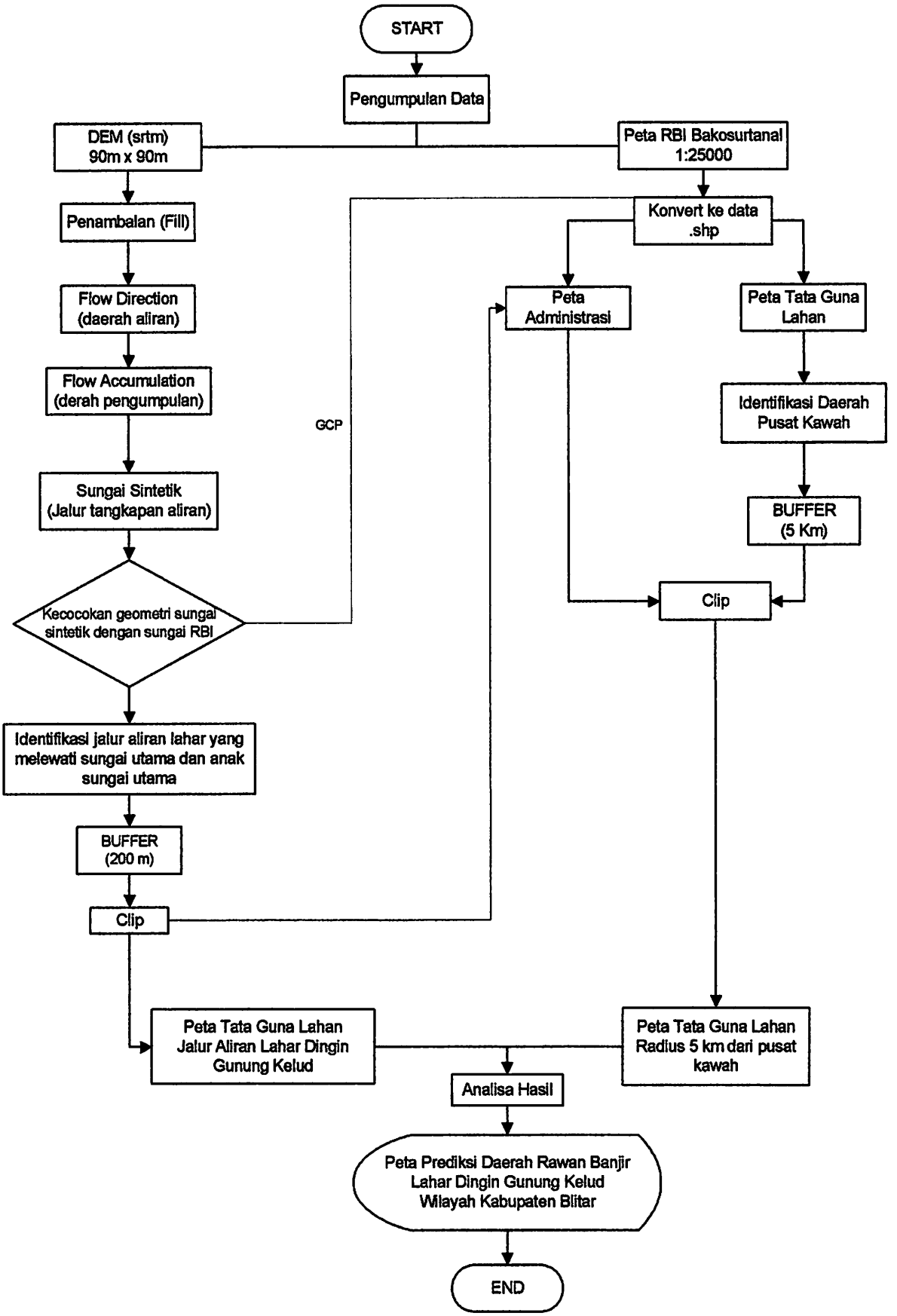
III.1.1. Batas Penelitian

2. Data Non spasial terdiri dari
   - Data aliran sungai
   - Data curah hujan
   - Data kantong lahar gunung kelud
   - Data perhitungan debit sungai

III.1.2. Peralatan yang dipakai

1. Perangkat keras
   - CPU Intel Cora 2 Duo 3,00 GHz RAM 2Gb, Hdd 180Gb
   - Monitor
   - Keyboard + mouse
   - CD Room/Writer
   - Printer
2. Perangkat Lunak
   - ArcGis 9.2

III.2. Diagram Alur Penelitian



III.2.1. Keterangan Diagram Alir Penelitian :

1. **Persiapan,** meliputi kegiatan pengumpulan data raster data vektor (Peta Rupa Bumi Indonesia Digital),Data DEM (geotiff) persiapan perangkat keras dan perangkat lunak.

2. **Penambalan (Fill)**

   Penambalan (Fill) ialah sebuah metode yang menganalisa setiap cekung, lubangan atau jurang pada Dem (srtm) dan menambal cekung tersebut supaya arah aliran bisa terdeteksi.

3. **Flow Direction (Daerah aliran)**

   Penentuan daerah aliran lahar, dimana disini diklasifikasikan sebagai sungai atau cekungan yang di anggap berpotensi sebagai aliran lahar.

4. **Flow Accumulation (Daerah pengumpulan)**

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

5. **Focal Flow (sungai sintetik)**

   Klasifikasi jalur tangkapan aliran, merupakan pecahan dari sungai utama yang menghubungkan ke jalur utama aliran lahar.

6. **Kecocokan Geometri.**

   Pada proses ini dilakukan koreksi kecocokan bidang geometri antara data dem srtm dengan peta sungai RBI,

pada analisa ini standar kalibrasi untuk data dem srtm ialah 90 m.

7. **Klasifikasi jalur lahar**

Pada proses ini dilakukan indentifikasi dan klasifikasi jalur lahar yang melewati sungai utama dan anak sungai utama.

8. **Buffer (Cakupan area aman)**

Fungsi ini akan menghasilkan data spasial baru yang berbentuk polygon dengan jarak tertentu dari data spasial yang menjadi masukkannya.

9. **Clip \ Crop**

Clipping adalah perintah untuk memotong data grafis dengan memasukkan data grafis yang akan disadap informasinya pada data grafis yang akan memotongnya.

10. **Penggabungan Data**

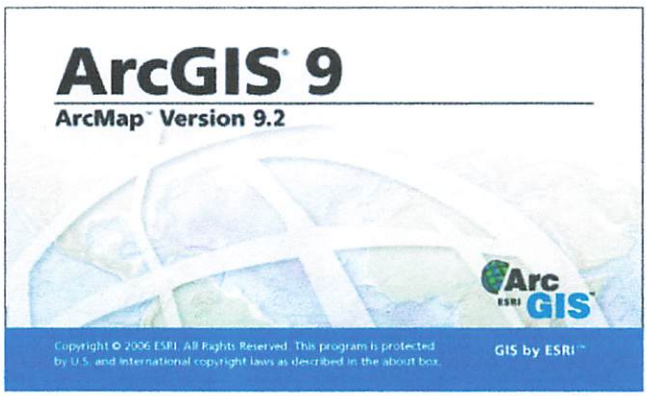
Pada proses ini dilakukan penggabungan data antara data analisa raster dengan data peta tataguna lahan, tujuannya ialah agar dapat mengetahui analisa tutupan lahan pada obyek penelitian.

11. **Analisa Hasil**

Pada proses ini dilakukan analisa terhadap daerah-daerah aliran lahar gunung kelud.

III.3. Pengolahan Data

Pada penelitian ini, proses pengolahan data menggunakan software ArcGis 9.2 (ArcMap). Dengan tampilan menu sebagai berikut :



Gambar 3.1. Tampilan menu ArcGis 9.2

Tahap ini dimulai dari 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 Blitar adalah sebagi berikut :

III.3.1. Menampilkan Data Dem (srtm)

Menampilkan data Dem (srtm) Kabupaten Blitar ke layar monitor dengan perangkat lunak ArcGIS (ArcMap) 9.2

Adapun tahapan pekerjaannya adalah sebagai berikut :

1. Aktifkan program ArcGIS (ArcMap);
2. Dari Toolbars pilih *Add Data* buka data file sesuai dengan kebutuhan penelitian, misalnya ***"dem_Blitar.tiff"*** lalu Ok atau Open.

III.3. Pengolahan Data

Pada penelitian ini, proses pengolahan data menggunakan software ArcGis 9.2 ini, dengan tampilan menu sebagai berikut :

Gambar 3.1. Tampilan menu ArcGis 9.2

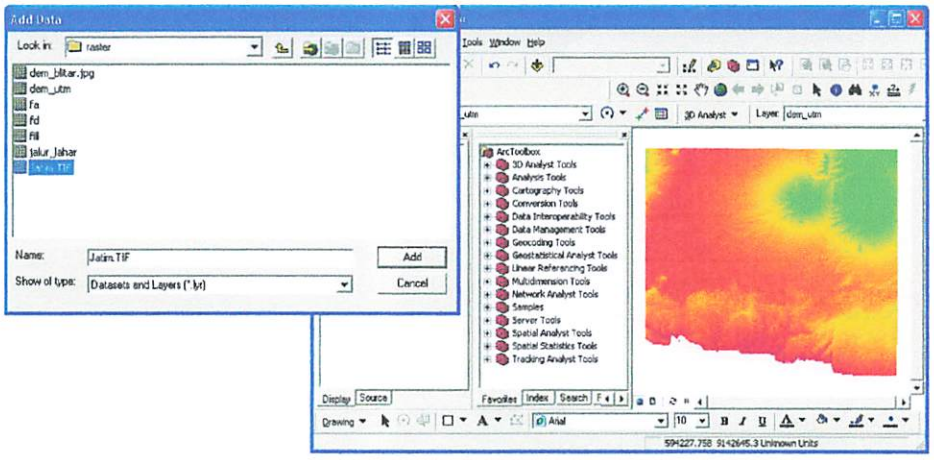
Tahap ini dimulai dari memasukkan data DEM (grid) dan penyajian sistem proyeksi UTM (grid) pada sebuah data dengan proyeksi pada RSI International (UTM). Langkah tahapan pekerjaan pada pengolahan data dasarnya dilakukan sebagai berikut :

III.3.1. Menampilkan Data Dem (grid)

Menampilkan data Dem (grid) dengan ArcGis 9.2 ke layar monitor dengan perangkat lunak ArcMap. Adapun tahapan pekerjaannya dilakukan berikut :

1. Aktifkan program ArcGIS (ArcMap)

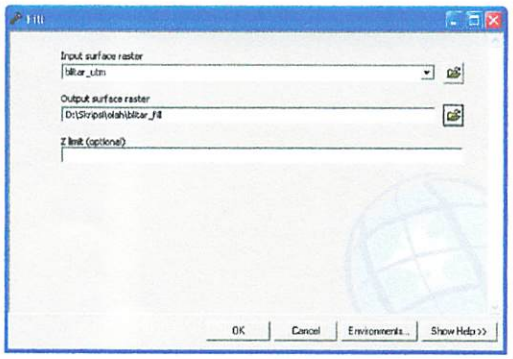
2. Data ditarik pada [illegible] dengan kebutuhan pembuatan, misalnya "dem_bikar.grid" dan klik Open.



Gambar 3.2. Menu penampilan data pada ArcGis 9.2

III.3.2. Fill (Penambalan)

Setelah data dem srtm ditampilkan, proses selanjudnya ialah penambalan atau fill tujuan dari proses ini ialah menganalisa setiap cekung, lubangan atau jurang pada Dem (srtm) dan menambal cekung tersebut supaya arah aliran bisa terdeteksi. Pilih Arc toolbox  dengan index **"fill"** lalu akan muncul kotak proses, selanjudnya masukan data dem srtm yang sudah tersedia ***"dem_Blitar"*** dan simpan output pada folder yang dikehendaki.

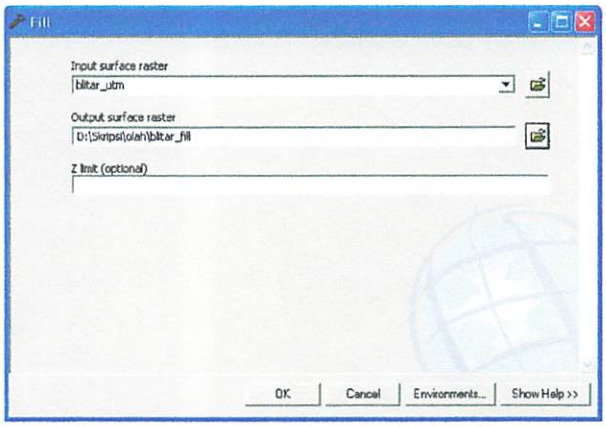


Gambar 3.3. Kotak proses Fill (penambalan)

III.3.3. Flow Direction (arah aliran)

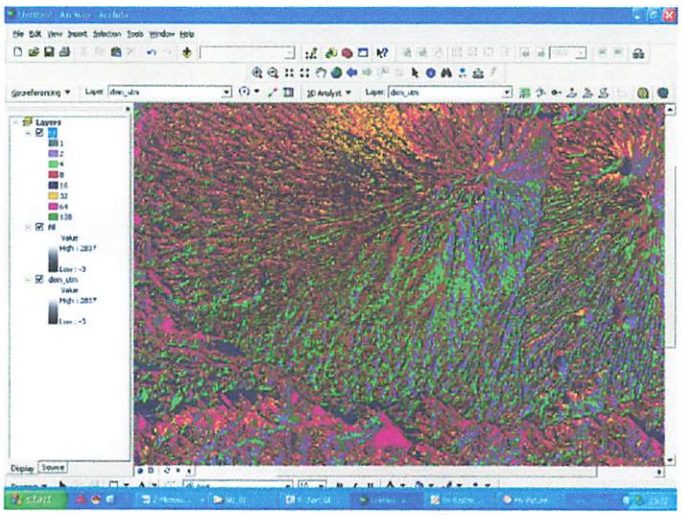
Data hasil dari hasil penambalan (fill) selanjudnya diproses dengan menggunakan formula flow direction dengan langkah-langkah sebgai berikut.

1. Pilih icon  setelah muncul kotak Arc Toolbox pilih index flow direction

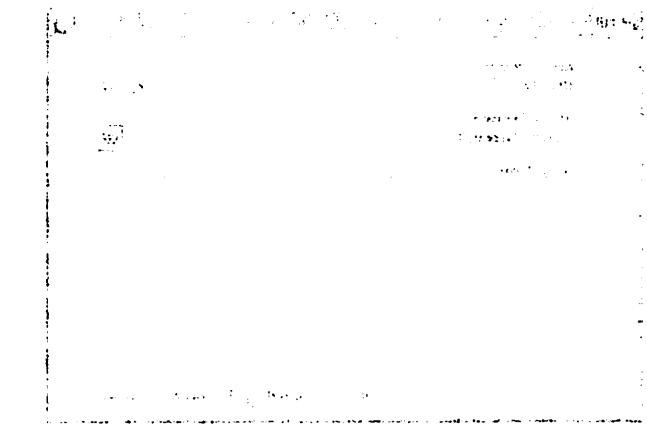


Gambar 3.4. Kotak proses Flow Direction

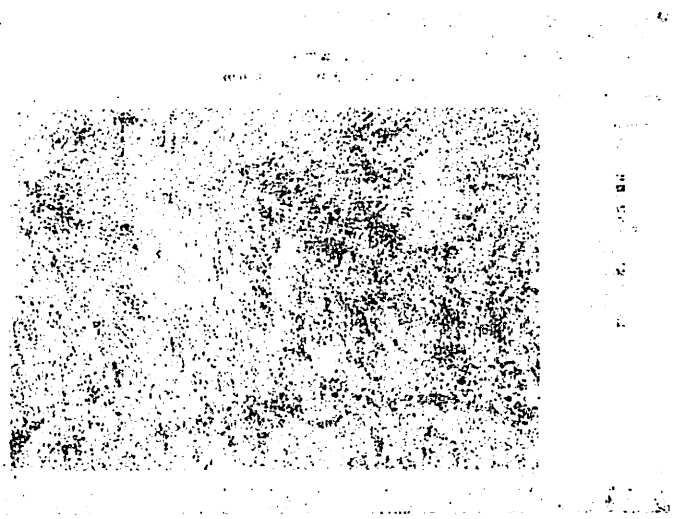
2. Setelah muncul kotak proses flow direction, masukan data dari proses fill, misalnya ***"Blitar_fill"*** simpan hasil proses pada folder yang dikehendaki.



Gambar 3.5. Hasil proses Flow Direction



Gambar 3.4. Kubus Proses Flow Direction

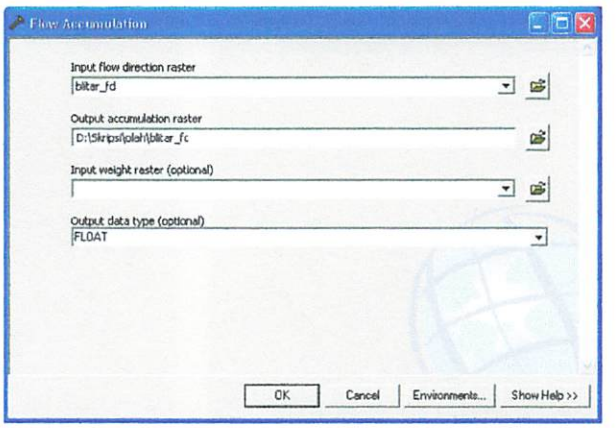


Gambar 3.5. Hasil Proses Flow Direction

III.3.4. Flow Accumulation (Pengumpulan aliran)

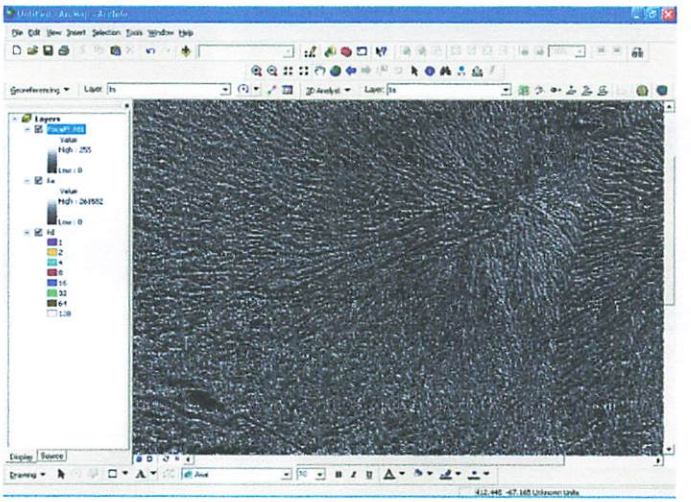
Selanjudnya hasil dari flow direction tersebut diproses dengan menggunakan index flow accumulation. Adapun langkah-langkahnya ialah sebagai berikut :

1. Pilih icon  setelah muncul kotak Arc Toolbox pilih index flow accumulation

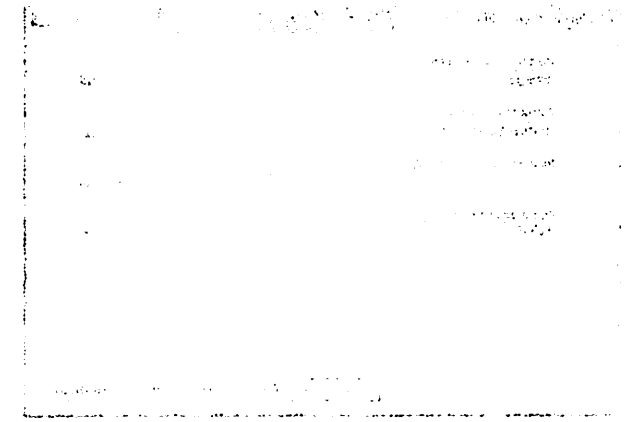


Gambar 3.6. Kotak proses Flow Accumulation

2. Setelah muncul kotak proses flow accumulation, masukan data dari proses flow direction, misalnya ***"Blitar_fd"*** simpan hasil proses pada folder yang dikehendaki.



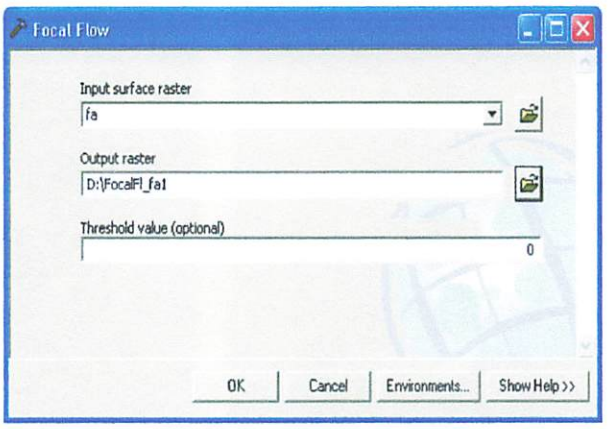
Gambar 3.7. Hasil proses flow accumulation



III.3.5. Focal Flow (sungai sintetik)

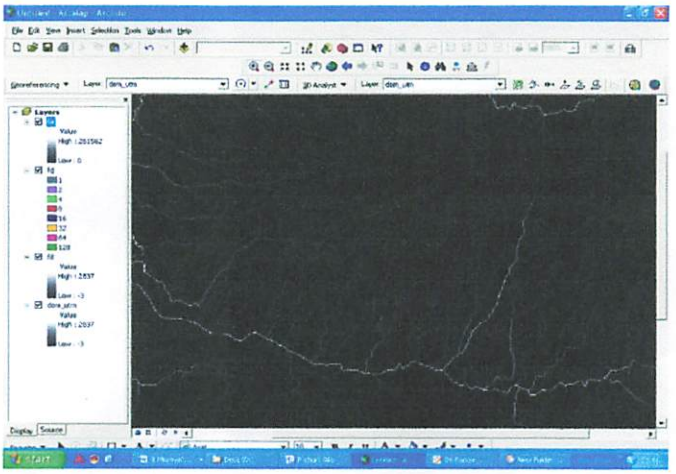
Pada proses pembuatan sungai sintetik, data dari hasil flow accumulation di proses dengan menggunakan index focal flow yaitu untuk menganalisa jalur tangkapan aliran lahar. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut.

1. Pilih icon  setelah muncul kotak Arc Toolbox pilih index focal flow

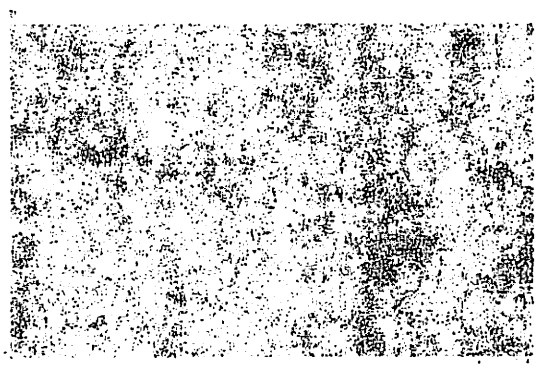


Gambar 3.8. Kotak proses Focal Flow

2. Setelah muncul kotak proses focal flow, masukan data dari proses flow accumulation, misalnya ***"Blitar_fa"*** simpan hasil proses pada folder yang dikehendaki.



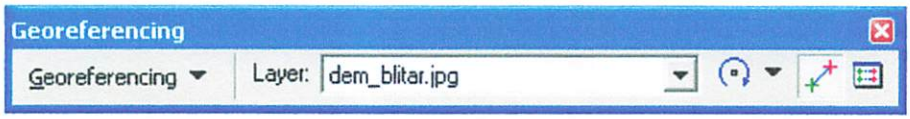
Gambar 3.9. Hasil proses sungai sintetik



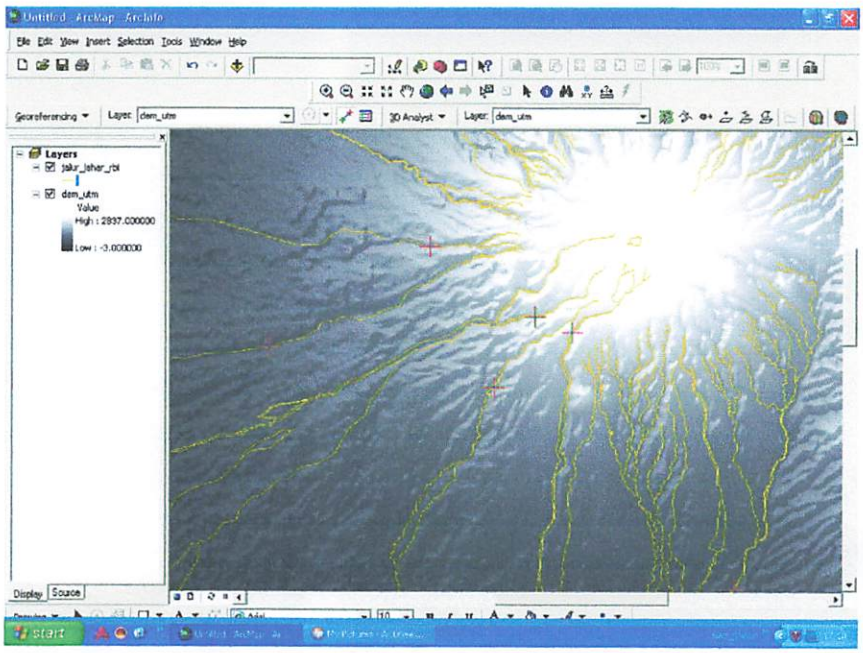
III.3.6. Kecocokan geometri sungai sintetik dengan sungai RBI Bakosurtanal.

Pada proses ini dilakukan analisa kecocokan geometri dari sungai sintetik yang berasal dari data dem srtm, dengan sungai RBI dari Bakosurtanal. Standart ukuran kalibrasi untuk untuk dem srtm ialah maksimal 60m, ***(sumber: spaceshuttle.com)***. Adapun langkah-langkah dalam proses kecocokan geometri:

1. Buka menu **"georeferencing"**



Selanjudnya buka file sungai sintetik (focal flow) dan overlaykan dengan peta sungai RBI. Untuk mengoreksi tekan menu ***"add control point"***



Gambar 3.10. Proses koreksi geometri

2. Pada proses selanjudnya dilakukan ratifikasi, dengan menampilkan titik control antara data dem srtm (sungai sintetik) dan peta sungai RBI. Adapun data yang diperoleh dari hasil analisa koreksi geometri tersebut dapat diketahui bahwa nilai kesalahan dari data Dem srtm terhadap peta RBI bakosurtanal ialah 15.08334 Meter.

Link Table

Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual
1	630215.028040	9118677.878645	630263.523849	9118522.692056	3.65149
2	647193.410813	9109814.461265	647345.364349	9109620.478029	0.68455
3	624714.637692	9107014.167752	624856.241132	9106736.593913	1.16038
4	633778.396511	9106939.907118	633857.063305	9106749.526129	2.11017
5	638409.181595	9117203.301029	638533.776864	9117048.722558	9.66600
6	639931.641322	9119722.655210	640023.204402	9119629.305801	33.94981
7	641252.595076	9119199.584567	641403.516369	9119056.449055	21.59391
8	636138.887592	9122310.772969	636153.564385	9122214.300815	9.38818

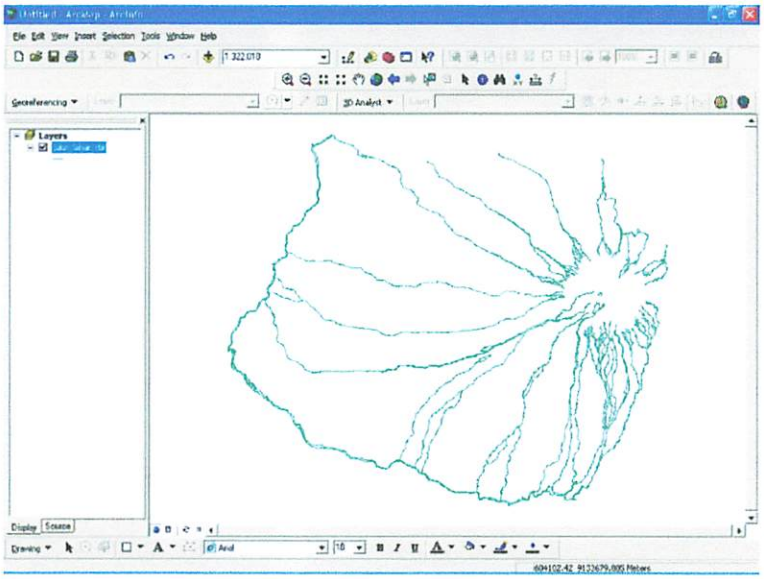
Auto Adjust Transformation: 2nd Order Polynomial Total RMS Error: 15.08334

Load... Save... Restore From Dataset OK

Gambar 3.11. Data RMS error

III.3.7. Identifikasi Jalur Lahar

Setelah data aliran sungai sintetik terkoreksi, selanjudnya dilakukan proses identifikasi jalur lahar yang melewati sungai utama dan anak sungai utama dengan menggunakan data dari sungai sintetik (focal flow) yang sudah terkoreksi.



Gambar 3.12. Jalur lahar melewati sungai utama dan anak sungai utama

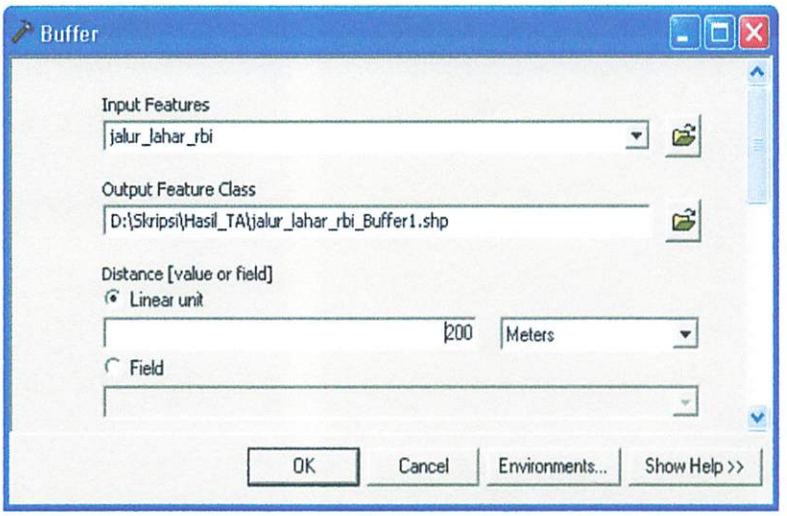
III.3.8. Buffer

Proses selanjudnya ialah membuat buffer sesuai dengan ketentuan dari RTRW Kabupaten Blitar, yaitu :

1. Untuk daerah sekitar aliran sungai utama buffer yang digunakan ialah 200 meter dari pusat aliran sungai utama.
2. Untuk daerah sekitar kawah gunung kelud, daerah terisolasi atau zona terlarang ialah radius 5 Km terhitung dari pusat kawah gunung kelud

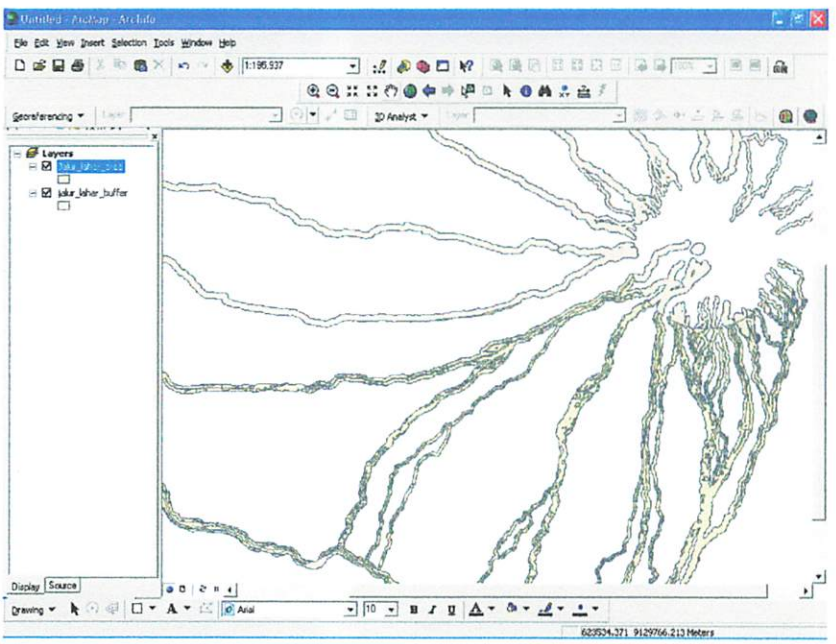
Adapun langkah-langkah dari proses tersebut ialah sebagai berikut:

1. Buka data jalur lahar melewati sungai utama yang sudah teridentifikasi , misalnya "jalur_lahar"
2. Buka ArcTools pilih index **"buffer"** pada kotak tools box.



Gambar 3.13. Kotak proses buffer

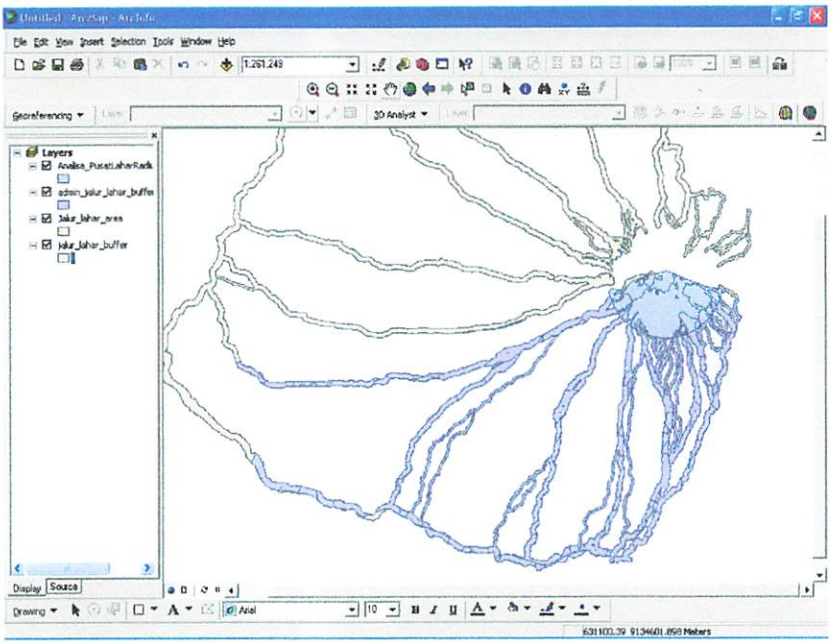
3. Selanjudnya load data dari identifikasi jalur lahar **"jalur_lahar"** atau **"daerah pusat kawah"** kemudian atur jarak buffer sesuai dengan ketentuan dan Ok. Secara otomatias buffer akan menganalisa daripada jalur lahar yang melewati sungai utama.



Gambar 3.14. Analisa Buffer Jalur lahar melewati sungai utama dan anak sungai utama

III.3.9. Clip

Clip ialah suatu proses dimana mengoverlaykan data dari buffer jalur lahar melewati sungai utama dan buffer daerah pusat kawah dengan batasan wilayah sesuai dengan kebutuhan **"kabupaten_blitar"**

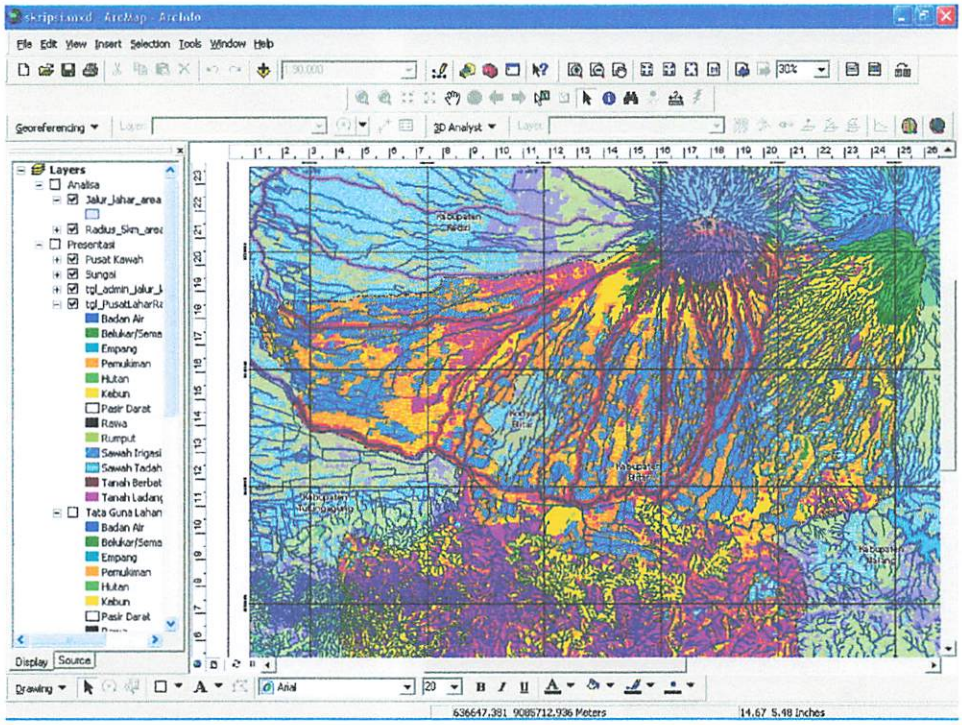


Gambar 3.15. Peta Buffer jalur utama aliran lahar dan buffer daerah sekitar kawah gunung kelud pada wilayah kabupaten Blitar

III.3.10. Penggabungan Peta Analisa Raster Dengan Peta Tataguna lahan RBI

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

kelud, khususnya disekitar aliran sungai-sungai utama jalur lahar gunung kelud.



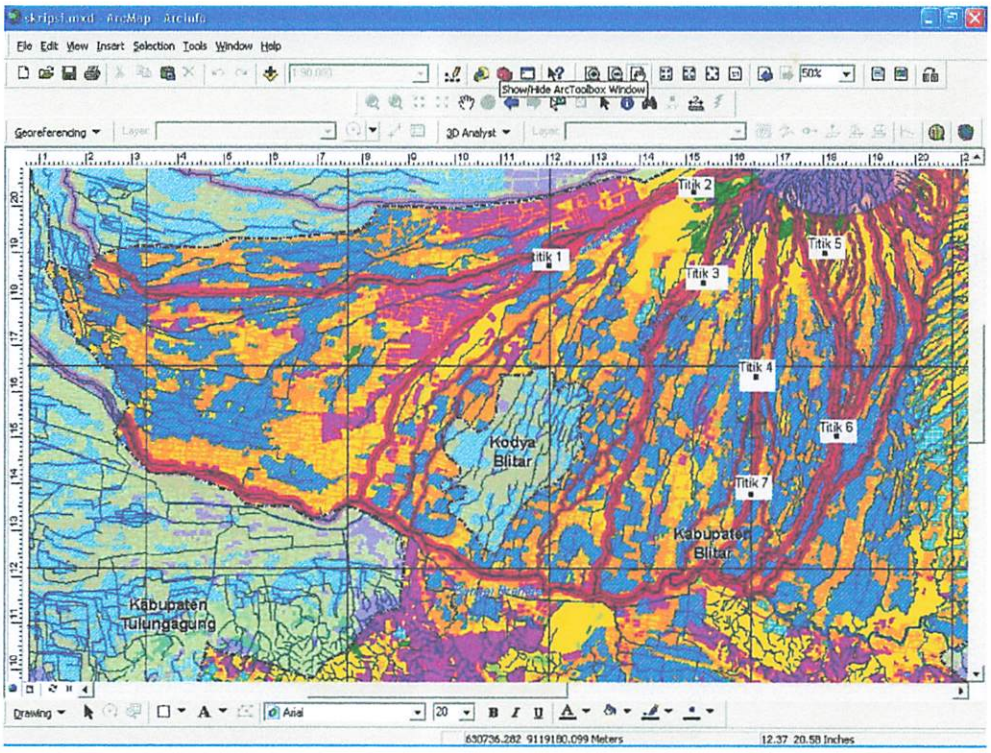
Gambar 3.16. Peta analisa tataguna lahan

III.4. Penentuan Sampel Area.

Ditentukan sampel area atau titik koordinat tertentu untuk verifikasi lapangan pada lokasi yang diprediksi sebagai daerah rawan banjir lahar dingin gunung kelud untuk dilakukan uji ketelitian dilapangan. Sehingga dihasilkan peta yang baik. Adapun sebaran titik lapangan ialah :

Titik Sebaran	Easting	Northing
Titik 1	630378.265	9115788.818
Titik 2	638631.278	9119677.257
Titik 3	637158.363	9115868.174
Titik 4	640773.887	9114677.835
Titik 5	640591.684	9107535.805
Titik 6	643948.123	9106583.535
Titik 7	648392.052	9111979.735

Tabel 3.1. Koordinat titik sampel area



Gambar 3.17. titik-titik sampel area

III.4.1. Kedudukan Titik-Titik Area

Titik	Easting	Northing	Keterangan	Kecamatan
Titik 1	630378.265	9115788.818	Sungai Lahar	Nglegok
Titik 2	638631.278	9119677.257	Sungai Bladak	Nglegok
Titik 3	637158.363	9115868.174	Sungai Abab	Garum
Titik 4	640773.887	9114677.835	Sungai Putih	Gandusari
Titik 5	640591.684	9107535.805	Waduk Ngusri	Gandusari
Titik 6	643948.123	9106583.535	Sungai Lekso	Wlingi
Titik 7	648392.052	9111979.735	Sungai Jeblog	Talun

Tabel 3.2. Kedudukan titik-titik sampel area

Untuk keterangan gambar : Lihat pada lampiran 1.

Gambar 3.17. Lerai-Tirik sampel area

III.4.1. Kecamatan Lerai-Tirik Area

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Tabel 3.2. Kecamatan Lerai-Tirik sampel area

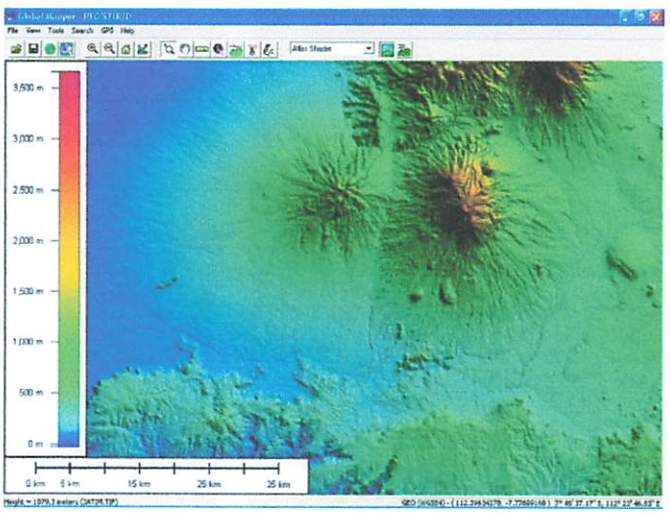
Untuk kecamatan yang lain : Lihat pada lampiran 1.

BAB IV

ANALISA DAN HASIL

IV.1. Analisa Pengolahan Data DEM srtm.

Pada proses penelitian ini, pengolahan data raster dipakai sebagai acuan utama didalam menganalisa daerah-daerah yang rawan akan terkena dampak dari letusan gunung kelud, khususnya banjir lahar dingin di wilayah kabupaten Blitar. Data DEM srtm 90m merupakan salah satu bentuk data raster yang sudah terkoordinat dan mempunyai nilai elevasi dengan pixel 90 meter.



Gambar 4.1. DEM srtm 90m

IV.2. Analisa Koreksi Geometri.

Untuk menghilangkan adanya kesalahan yang disebabkan oleh sensor, wahana dan obyek yang direkam, maka DEM srtm perlu untuk dilakukan koreksi geometrik. Data DEM srtm harus dikoreksi geometrik terhadap sistem koordinat bumi, agar semua

informasi data DEM srtm telah sesuai keberadaanya dibumi. Dalam hal ini menentukan obyek pada sistem koordinat bumi pada Peta Rupa Bumi Indonesia tahun penerbitan 2001 skala 1:25.000 yang posisinya sama dengan obyek pada DEM srtm. Hal ini disebut dengan ***"Rektifikasi"*** yaitu proses koreksi geometrik antara DEM srtm belum terkoreksi dengan peta (*Image to Map*).

Point	**Koordinat**		**Keterangan**	**Kecamatan**
	Easting	**Northing**		
"1"	630263.523849	9118522.692056	Sungai	Nglegok
"2"	647345.364349	9109620.478029	Tikungan Sungai	Ponggok
"3"	624856.241132	9106736.593913	Tikungan Sungai	Garum
"4"	633857.063305	9106749.526129	Sungai	Talun
"5"	638533.776864	9117048.722558	Pertigaan Sungai	Gandusari
"6"	640023.204402	9119629.305801	Sungai	Gandusari
"7"	641403.516369	9119056.449055	Tikungan Sungai	Wlingi
"8"	636153.564385	9122214.300815	Petigaan Sungai	Wlingi

Tabel 4.1. Kedudukan Titik Sekutu

Pada penelitian ini, ditentukan 8 titik sekutu yang masih dapat diterima dalam batas toleransi (1 piksel = 90 meter).

Map Projection : SUTM49

Datum : Horizontal WGS84 Vertikal WGS 84 Ellipsoid

Point	Cell-X	Cell-Y	Easting	Northing	Residual
"1"	630215.028040	9118677.878645	630263.523849	9118522.692056	13.65149
"2"	647193.410813	9109814.461265	647345.364349	9109620.478029	10.68455
"3"	624714.637692	9107014.167752	624856.241132	9106736.593913	11.16038
"4"	633778.396511	9106939.907118	633857.063305	9106749.526129	12.11017
"5"	638409.181595	9117203.301029	638533.776864	9117048.722558	19.66600
"6"	639931.641322	9119722.655210	640023.204402	9119629.305801	13.94981
"7"	641252.595076	9119199.584567	641403.516369	9119056.449055	12.59391
"8"	636138.887592	9122310.772969	636153.564385	9122214.300815	19.38818

Tabel 4.2. Hasil Koreksi Geometri

- Jumlah titik sekutu adalah 8, dengan toleransi < 2 piksel, maka dari data koreksi geometrik tersebut dapat dihitung standart deviasi dan besarnya kesalahan sebagai berikut :
- Jumlah nilai RMS error : 113.201
- Jumlah titk sekutu : 8

$$Xrata-rata = \frac{\sum RMS \quad error}{Jumlah \quad data} \qquad Xrata-rata = \frac{113.201}{8} = 14.150125$$

- Maka besarnya nilai kesalahan untuk koreksi geometrik tersebut adalah = **14.150125 Meter**

Penyebab terjadinya kesalahan untuk koreksi geometrik adalah nilai dari Root Mean Square yang diakibatkan karena beberapa hal, antara lain :

1. Faktor Manusia

Kesalahan yang ditimbulkan oleh manusia dalam melaksanakan koreksi geometrik dapat berupa kesalahan dalam pengidentifikasian obyek yang dijadikan sebagai patokan dalam pembuatan **Titik Sekutu,** selain itu juga pada saat penentuan titik sekutu yang kurang tepat sehingga akan menghasilkan nilai RMS (***Root Mean Square***) yang besar. Dalam hal ini pekerjaan interpretasi peta dan citra betul-betul harus diperhatikan, karena sangat berhubungan dalam penentuan titik sekutu.

2. Metode yang Digunakan

Nilai kesalahan (RMS Error) juga akan semakin besar jika dalam pelaksanaan koreksi geometrik metode yang digunakan tidak sesuai dengan bentuk kesalahan geometrik yang ada pada DEM srtm. Dimana jika dilakukan penggunaan metode yang tepat akan menghasilkan nilai RMS yang kecil dan hasil koreksi yang teliti.

3. Distribusi Titik Sekutu yang Kurang Baik

Penentuan Titik Sekutu diusahakan merata pada seluruh daerah DEM srtm, sehingga kesalahan geometrik dapat terkoreksi keseluruhan serta seimbang.

Dari hasil ketelitian (Standart Deviasi) dari RMS pada pelaksanaan koreksi geometrik DEM srtm, besarnya kesalahan tersebut masih dapat diterima karena pada penelitian ini diberikan batasan toleransi dari besarnya nilai kesalahan

adalah < 2 piksel (untuk DEM srtm yang besar resolusi spasialnya adalah 90 meter).

IV.3. Analisa Jalur lahar.

Pada penelitian ini dapat dihasilkan analisa jalur lahar gunung kelud yang melewati sungai-sungai utama dan anak sungai utama. Pada analisa jalur lahar yang melewati sungai-sungai utama dan anak sungai utama ditentukan berdasarkan metode pengolahan data secara otomatisasi dengan menggunakan media perangkat lunak pendukung yaitu ArcGis (ArcMap) 9.2, dan data pendukung berupa data raster DEM srtm 90m. Dapat diketahui bahwa sungai-sungai utama yang menjadi jalur lahar dari dampak letusan gunung kelud ialah sebagai berikut :

No	Nama Sungai	Keterangan
1	Sungai Laharbeni	Kec. Nglegok/ Kec Ponggok
2	Sungai Abab	Kec. Nglegok
3	Sungai Putih	Kec. Garum
4	Sungai Semut	Kec. Gandusari
5	Sungai Kebo	Kec. Gandusari
6	Sungai Lekso	Kec. Wlingi

Tabel 4.3. Jalur Lahar Yang Melewati Sungai Utama

IV.4. Analisa Tataguna Lahan Pada Area Jalur Lahar

Pada analisa ini dapat diketahui tataguna lahan yang berpotensi mengalami kerusakan akibat dampak dari banjir lahar gunung kelud. Tujuan dari analisa ini salah satunya ialah dapat memperkirakan jumlah kerugian material yang ditimbulkan sebagai dampak dari letusan gunung kelud. Adapun macam-macam dari tataguna lahan sebagai berikut :

No	Tataguna Lahan	Luas (Ha)
1	Sungai	1.040.045
2	Semak/Belukar	559.99
3	Hutan	241.779
4	Kebun	2.681.913
5	Pemukiman	2.161.673
6	Rumput/Alang-alang	202.762
7	Sawah Irigasi	4.915.228
8	Sawah Tadah Hujan	45.899
9	Ladang / Tegalan	1.125.318

Tabel 4.4. Tabel Tataguna Lahan Disekitar Jalur Lahar

IV.5. Analisa Daerah Rawan Banjir Lahar Gunung Kelud

Pada proses ini dapat diketahui daerah-daerah yang berpotensi terkena dampak dari banjir lahar gunung kelud, beserta tataguna lahan pemukiman. Analisa ini dapat dijadikan referensi untuk keperluan evakuasi bilamana terjadi letusan

gunung kelud. Berikut hasil analisa daerah rawan banjir lahar gunung kelud :

			LUAS M²
KECAMATAN	DESA	KETERANGAN	Total
Doko	Plumbangan	Pemukiman	215974.44
Doko Total			215974.44
Gandusari	Butun	Pemukiman	261687.15
	Gadungan	Pemukiman	278717.80
	Gandusari	Pemukiman	18057.56
	Gondang	Pemukiman	28621.34
	Kotes	Pemukiman	102720.97
	Krisik	Pemukiman	416334.15
	Ngaringan	Pemukiman	841661.99
	Semen	Pemukiman	377010.83
	slumbung	Pemukiman	108421.00
	Soso	Pemukiman	187306.12
	Sukosewu	Pemukiman	88210.49
	Sumber Agung	Pemukiman	246680.20
	Tunggulrejo	Pemukiman	104438.74
	(blank)	Pemukiman	45481.83
Gandusari Total			3105350.16
Garum	Bence	Pemukiman	287645.57
	Garum	Pemukiman	189845.15
	Karangrejo	Pemukiman	245106.24
	Sidodadi	Pemukiman	291099.48
	Slorok	Pemukiman	6273.52
	Tawangsari	Pemukiman	148769.31
	Tingal	Pemukiman	245389.82
Garum Total			1414129.09
Kademangan	Darungan	Pemukiman	40589.52
	Jimbe	Pemukiman	418286.60
	Kademangan	Pemukiman	329922.94
	Plosorejo	Pemukiman	26076.62
	Rojowinangun	Pemukiman	63131.58
Kademangan Total			878007.24
Kanigoro	Bangle	Pemukiman	511763.94
	Gaprang	Pemukiman	266218.40
	Gogodeso	Pemukiman	265585.35
	Jatinom	Pemukiman	105695.39
	Kanigoro	Pemukiman	216797.70
	Karangsono	Pemukiman	196882.80
	Kuningan	Pemukiman	4324.55
	minggirsari	Pemukiman	342756.68
	Papungan	Pemukiman	221146.13
	Satreyan	Pemukiman	280790.93

Kanigoro Total			2411961.86
Nglegok	Dayu	Pemukiman	208609.77
	Kedawung	Pemukiman	504371.42
	Ngoran	Pemukiman	188172.87
	Penataran	Pemukiman	88893.99
	Sumbbersari	Pemukiman	65769.33
	(blank)	Pemukiman	3367.91
Nglegok Total			1059185.28
Ponggok	Bacem	Pemukiman	205428.82
	Bendo	Pemukiman	271706.09
	Candirejo	Pemukiman	3249.48
	Gembongan	Pemukiman	21623.87
	Jatilengger	Pemukiman	428946.88
	Karangbendo	Pemukiman	130406.14
	Kebonduren	Pemukiman	157635.37
	Maliran	Pemukiman	368512.33
	Pojok	Pemukiman	19970.40
	Ponggok	Pemukiman	65472.87
	Ringinanyar	Pemukiman	13114.81
	Sidorejo	Pemukiman	1.45
Ponggok Total			1686068.51
Sanan Kulon	Bendosari	Pemukiman	248604.63
	Gledug	Pemukiman	508528.55
	Kali Pucung	Pemukiman	174760.36
	Purworejo	Pemukiman	277422.02
	Sanan Kulon	Pemukiman	94002.73
	Sumber	Pemukiman	147197.67
	Sumberingin	Pemukiman	269930.23
	Sumberjo	Pemukiman	66.82
	Tulis Kriyo	Pemukiman	62359.69
Sanan Kulon Total			1782872.69
Srengat	Kandangan	Pemukiman	16381.70
	Karanggayam	Pemukiman	114634.09
	Ngaglik	Pemukiman	254311.43
	Purwokerto	Pemukiman	146503.01
	Selokajang	Pemukiman	336728.26
Srengat Total			868558.49
Sutojayan	Jegu	Pemukiman	325926.11
	Kembangarum	Pemukiman	116295.35
Sutojayan Total			442221.46
Talun	Bajang	Pemukiman	273365.72
	Bendosewu	Pemukiman	189107.89
	Duren	Pemukiman	140082.16
	Jabung	Pemukiman	439868.53
	Jajar	Pemukiman	60754.65
	Jeblog	Pemukiman	160732.98
	Kamulan	Pemukiman	763.03
	Kendalrejo	Pemukiman	62550.73
	Mronjo	Pemukiman	283617.23

	Sragi	Pemukiman	258202.52
	Talun	Pemukiman	194708.08
	Tumpang	Pemukiman	292316.91
	Wonorejo	Pemukiman	203937.09
Talun Total			2560007.52
Udan Awu	Mangunan	Pemukiman	107839.72
	Sukorejo	Pemukiman	1789.98
	Sumbersari	Pemukiman	289090.60
	Temenggungan	Pemukiman	264243.10
	Tunjung	Pemukiman	171210.30
Udan Awu Total			834173.69
Wlingi	Babadan	Pemukiman	49241.47
	beru	Pemukiman	927517.96
	Jambewangi	Pemukiman	295263.24
	Jatitengah	Pemukiman	173027.96
	Mandesan	Pemukiman	296444.70
	Ngadirenggo	Pemukiman	448155.76
	Tambalang	Pemukiman	452174.13
	Tangkil	Pemukiman	260370.41
	Tegalsari	Pemukiman	228927.03
	wlingi	Pemukiman	331319.97
Wlingi Total			3462442.61
Wonodadi	Gandekan	Pemukiman	609968.35
	Kunir	Pemukiman	19936.97
Wonodadi Total			629905.32
Wonotirto	(blank)	Pemukiman	265766.64
Wonotirto Total			265766.64
		Pemukiman Sum	21616624.99
Grand Total			21616624.99

Tabel 4.5. Daerah-daerah rawan banjir lahar gunung kelud

Pada proses selanjudnya, dari hasil data analisa diatas dapat diklasifikasikan lagi menjadi analisa tata guna lahan pada masing-masing jalur aliran lahar, yaitu sungai-sungai utama yang melewati wilayah Kabupaten Blitar. Tujuan dari klasifikasi ini untuk memudahakan di dalam menganalisa atau menilai daerah-daerah mana saja yang berpotensi besar terhadap kerusakan yang ditimbulkan oleh banjir lahar gunung kelud. Selain itu memudahkan juga untuk kepentingan evakuasi, bila

mana terjadi letusan gunung kelud. Data hasil klasifikasi ini dapat dipakai sebagai referensi bagi pembaca.

Daerah-daerah tersebut meliputi :

a. Tata guna lahan daerah aliran lahar pada sungai Laharbeni

KECAMATAN	DESA	KETERANGAN	LUAS M²
Nglegok	Dayu	Pemukiman	208609.77
	Kedawung	Pemukiman	504371.42
	Ngoran	Pemukiman	188172.87
	Penataran	Pemukiman	88893.99
	Sumbersari	Pemukiman	65769.33
	Ngenthak	Pemukiman	3367.91
Nglegok Total			1059185.28

KECAMATAN	DESA	KETERANGAN	LUAS (M²)
Ponggok	Bacem	Pemukiman	205428.82
	Bendo	Pemukiman	271706.09
	Candirejo	Pemukiman	3249.48
	Gembongan	Pemukiman	21623.87
	Jatilengger	Pemukiman	428946.88
	Karangbendo	Pemukiman	130406.14
	Kebonduren	Pemukiman	157635.37
	Maliran	Pemukiman	368512.33
	Pojok	Pemukiman	19970.40
	Ponggok	Pemukiman	65472.87
	Ringinanyar	Pemukiman	13114.81
	Sidorejo	Pemukiman	1.45
Ponggok Total			1686068.51

KECAMATAN	DESA	KETERANGAN	LUAS (M²)
Sanan Kulon	Bendosari	Pemukiman	248604.63
	Gledug	Pemukiman	508528.55
	Kali Pucung	Pemukiman	174760.36
	Purworejo	Pemukiman	277422.02
	Sanan Kulon	Pemukiman	94002.73
	Sumber	Pemukiman	147197.67
	Sumberingin	Pemukiman	269930.23
	Sumberjo	Pemukiman	66.82
	Tulis Kriyo	Pemukiman	62359.69
Total			1782872.69

KECAMATAN	DESA	KETERANGAN	LUAS (M²)
Srengat	Kandangan	Pemukiman	16381.70
	Karanggayam	Pemukiman	114634.09
	Ngaglik	Pemukiman	254311.43
	Purwokerto	Pemukiman	146503.01
	Selokajang	Pemukiman	336728.26
Srengat Total			868558.49

KECAMATAN	DESA	KETERANGAN	LUAS (M²)
Udan Awu	Mangunan	Pemukiman	107839.72
	Sukorejo	Pemukiman	1789.98
	Sumbersari	Pemukiman	289090.60
	Temenggungan	Pemukiman	264243.10
	Tunjung	Pemukiman	171210.30
Udan Awu Total			834173.69

KECAMATAN	DESA	KETERANGAN	LUAS (M²)
Wonodadi	Gandekan	Pemukiman	609968.35
	Kunir	Pemukiman	19936.97
Wonodadi total			629905.32

b. Tata guna lahan daerah aliran lahar pada sungai Abab :

KECAMATAN	DESA	KETERANGAN	LUAS (M²)
Garum	Bence	Pemukiman	287645.57
	Garum	Pemukiman	189845.15
	Karangrejo	Pemukiman	245106.24
	Sidodadi	Pemukiman	291099.48
	Slorok	Pemukiman	6273.52
	Tawangsari	Pemukiman	148769.31
	Tingal	Pemukiman	245389.82
Garum Total			1414129.09

KECAMATAN	DESA	KETERANGAN	LUAS (M²)
Kademangan	Darungan	Pemukiman	40589.52
	Jimbe	Pemukiman	418286.60
	Kademangan	Pemukiman	329922.94
	Plosorejo	Pemukiman	26076.62
	Rojowinangun	Pemukiman	63131.58
Kademangan Total			878007.24

KECAMATAN	DESA	KETERANGAN	LUAS (M²)
Kanigoro	Bangle	Pemukiman	511763.94
	Gaprang	Pemukiman	266218.40
	Gogodeso	Pemukiman	265585.35
	Jatinom	Pemukiman	105695.39
	Kanigoro	Pemukiman	216797.70
	Karangsono	Pemukiman	196882.80
	Kuningan	Pemukiman	4324.55
	minggirsari	Pemukiman	342756.68
	Papungan	Pemukiman	221146.13
	Satreyan	Pemukiman	280790.93
Kanigoro Total			2411961.86

c. Tata guna lahan daerah aliran lahar pada sungai Putih :

KECAMATAN	DESA	KETERANGAN	LUAS (M²)
Garum	Bence	Pemukiman	287645.57
	Garum	Pemukiman	189845.15
	Karangrejo	Pemukiman	245106.24
	Sidodadi	Pemukiman	291099.48
	Slorok	Pemukiman	6273.52
	Tawangsari	Pemukiman	148769.31
	Tingal	Pemukiman	245389.82
Garum Total			1414129.09

KECAMATAN	DESA	KETERANGAN	LUAS (M²)
Talun	Bajang	Pemukiman	273365.72
	Bendosewu	Pemukiman	189107.89
	Duren	Pemukiman	140082.16
	Jabung	Pemukiman	439868.53
	Jajar	Pemukiman	60754.65
	Jeblog	Pemukiman	160732.98
	Kamulan	Pemukiman	763.03
	Kendalrejo	Pemukiman	62550.73
	Mronjo	Pemukiman	283617.23
	Sragi	Pemukiman	258202.52
	Talun	Pemukiman	194708.08
	Tumpang	Pemukiman	292316.91
	Wonorejo	Pemukiman	203937.09
Talun Total			2560007.52

d. Tata guna lahan daerah aliran lahar pada sungai Semut :

KECAMATAN	DESA	KETERANGAN	LUAS (M²)
Gandusari	Butun	Pemukiman	261687.15
	Gadungan	Pemukiman	278717.80
Total			540401.95

KECAMATAN	DESA	KETERANGAN	LUAS (M²)
Wlingi	Jambewangi	Pemukiman	295263.24
	Jatitengah	Pemukiman	173027.96
Total			468291.20

e. Tata guna lahan daerah aliran lahar pada sungai Kebo :

KECAMATAN	DESA	KETERANGAN	LUAS (M²)
Gandusari	Gandusari	Pemukiman	18057.56
	Gondang	Pemukiman	28621.34
	Kotes	Pemukiman	102720.97
	Krisik	Pemukiman	416334.15
	Ngaringan	Pemukiman	841661.99
Total			1400196.00

KECAMATAN	DESA	KETERANGAN	LUAS (M²)
Wlingi	Babadan	Pemukiman	49241.47
Total			49241.47

f. Tata guna lahan daerah aliran lahar pada sungai Lekso :

KECAMATAN	DESA	KETERANGAN	LUAS (M²)
Gandusari	Semen	Pemukiman	377010.83
	slumbung	Pemukiman	108421.00
	Soso	Pemukiman	187306.12
	Sukosewu	Pemukiman	88210.49
	Sumber Agung	Pemukiman	246680.20
	Tunggulrejo	Pemukiman	104438.74
	Banyakan	Pemukiman	45481.83
Total			1157549.01

d. Data guna lahan daerah aliran Jihar pada sungai Semut :

KECAMATAN	DESA	KETERANGAN	LUAS (M²)
Gandusari	Dawan	Pemukiman	[illegible]
	Gadungpa	Pemukiman	[illegible]
Total			[illegible]

KECAMATAN	DESA	KETERANGAN	LUAS (M²)
Wlingi	Gandusari	Pemukiman	[illegible]
	Dadirenggah	Pemukiman	[illegible]
Total			[illegible]

e. Data guna lahan daerah aliran Jahar pada sungai Kebo :

KECAMATAN	DESA	KETERANGAN	LUAS (M²)
Gandusari	Gandusari	Pemukiman	[illegible]
	Gondang	Pemukiman	[illegible]
	Kores	Pemukiman	[illegible]
	Kriyan	Pemukiman	[illegible]
	Mojoagung	Pemukiman	[illegible]
Total			[illegible]

KECAMATAN	DESA	KETERANGAN	LUAS (M²)
Wlingi	Sukoraja	Pemukiman	[illegible]
Total			[illegible]

f. Data guna lahan daerah aliran Jahar pada sungai Lekso :

KECAMATAN	DESA	KETERANGAN	LUAS (M²)
Gandusari	Bendo	Pemukiman	[illegible]
	Bumiayu	Pemukiman	[illegible]
	Gayam	Pemukiman	[illegible]
	Kloncasewu	Pemukiman	[illegible]
	Sumber Agung	Pemukiman	[illegible]
	Tlogoharjo	Pemukiman	[illegible]
	Tumpakrejo	Pemukiman	[illegible]
Total			[illegible]

KECAMATAN	DESA	KETERANGAN	LUAS (M²)
Wlingi	beru	Pemukiman	927517.96
	Mandesan	Pemukiman	296444.70
	Ngadirenggo	Pemukiman	448155.76
	Tambalang	Pemukiman	452174.13
	Tangkil	Pemukiman	260370.41
	Tegalsari	Pemukiman	228927.03
	wlingi	Pemukiman	331319.97
Total			2944909.06

KECAMATAN	DESA	KETERANGAN	LUAS (M²)
Wonotirto	Gandesan	Pemukiman	265766.64
Wonotirto Total			265766.64

Dari hasil klasifikasi diatas bisa diketahui secara lebih mudah dan spesifik daerah-daerah mana saja yang terkena dampak dari letusan gunung kelud.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan

Dari penelitian tentang aplikasi penginderaan jauh dengan menggunakan DEM srtm 90 m untuk memprediksi daerah rawan banjir lahar gunung kelud di wilayah Kabupaten Blitar dapat diambil kesimpulan diantaranya :

1. Dari hasil analisa jalur lahar dapat disimpulkan bahwa aliran lahar yang terjadi karena dampak letusan gunung kelud ialah melewati sungai-sungai utama dan anak sungai utama di wilayah Kabupaten Blitar

   Sungai-sungai utama diatas meliputi:

   a. Sungai Laharbeni (Kec.Nglegok, Kec.Ponggok, Kec.Srengat, Kec.Udanawu, Kec.Wonodadi)
   b. Sungai Abab (Kec.Garum, Kec.Kademangan, Kec.Kanigoro)
   c. Sungai Putih (Kec.Garum, Kec.Talun)
   d. Sungai Semut (Kec.Gandusari, Kec.Wlingi)
   e. Sungai Kebo (Kec.Gandusari, Kec.Wlingi)
   f. Sungai Lekso (Kec.Gandusari, Kec.Wlingi, Kec.Wonotirto)
2. Dari Hasil analisa Buffer jalur lahar yang melewati sungai utama dapat diketahui tata guna lahan daerah-daerah pemukiman yang berpotensi terkena dampak dari banjir lahar gunung Kelud, tujuannya adalah untuk kepentingan evakuasi.
3. Dari hasil analisa buffer bisa disimpulkan bahwa daerah jalur lahar yang berpotensi mengalami kerusakan terbanyak

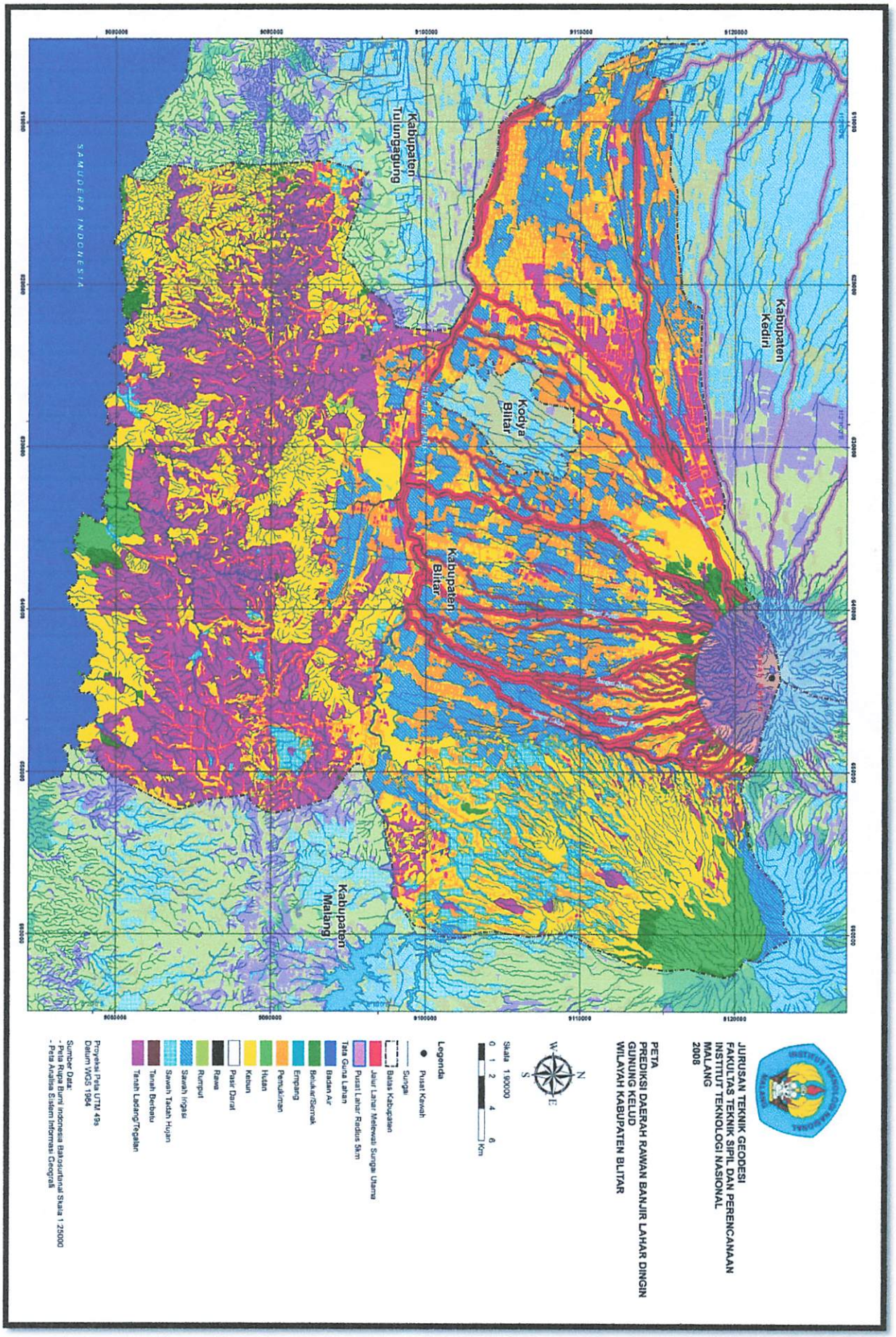
yang di akibatkan oleh banjir lahar gunung kelud ialah pada aliran sungai Laharbeni yaitu :

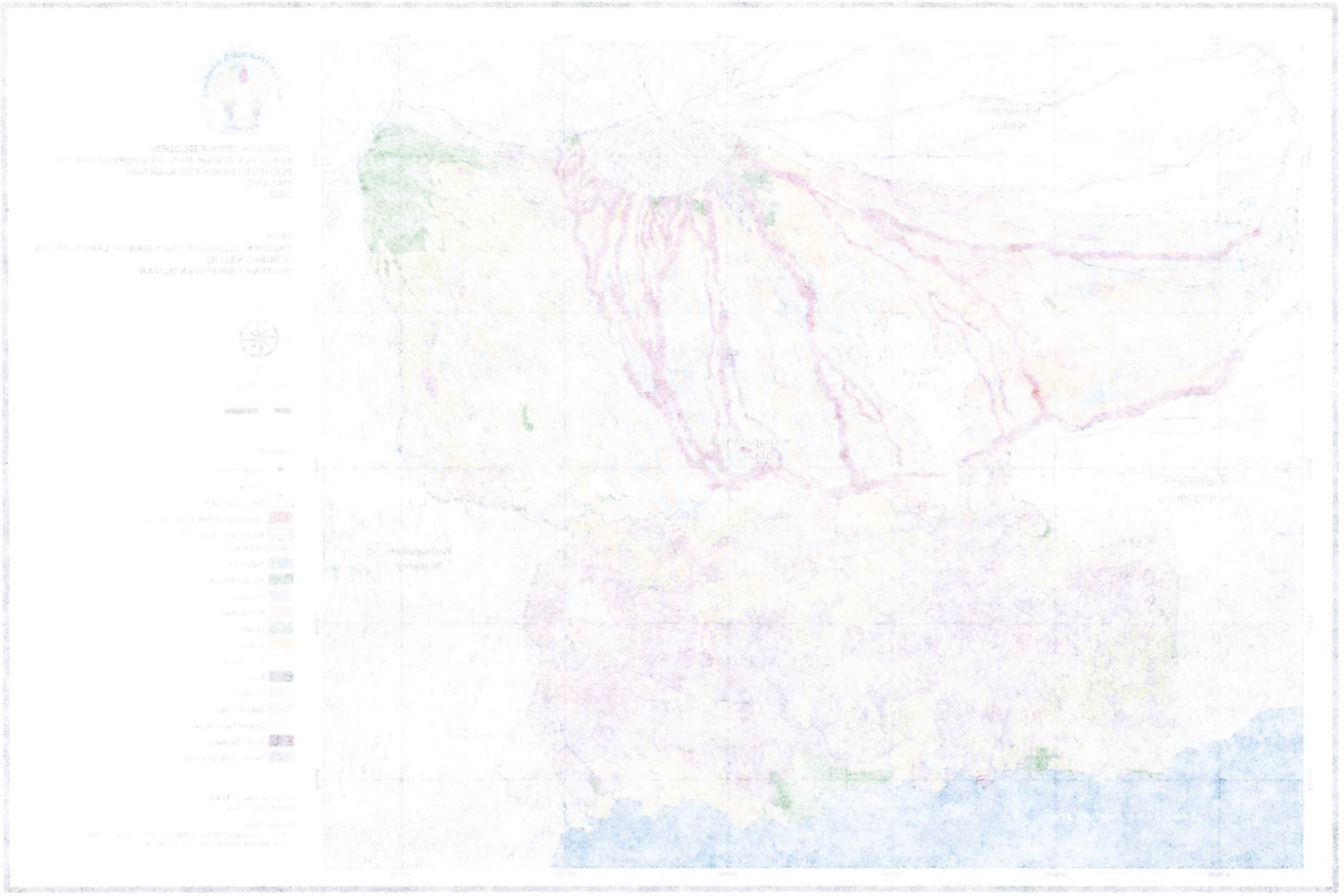
a. Kecamatan Nglegok seluas 1059185.28 M^2
b. Kecamatan Ponggok seluas 1686068.51 M^2
c. Kecamatan Sanankulon seluas 1782872.69 M^2
d. Kecamatan Srengat seluas 868558.49 M^2
e. Kecamatan Udanawu seluas 834173.69 M^2
f. Kecamatan Wonodadi seluas 629905.32 M^2

4. Dari hasil analisa bisa disimpulkan bahwa kecamatan yang berpotensi mengalami kerusakan terbesar yang diakibatkan oleh banjir lahar gunung kelud ialah kecamatan Wlingi yaitu seluas 3462442.61 M^2 yang termasuk pada daerah aliran sungai Semut dan Sungai Lekso.
5. Dari hasil analisa bisa disimpulkan bahwa Desa/Kelurahan yang berpotensi mengalami kerusakan terbeasar yang diakibatkan oleh banjir lahar dingi gunung kelud ialah
   a. Kelurahan Beru, Kecamatan Wlingi dengan Luas 927517.96 M^2 yang termasuk pada daerah aliran sungai Lekso
   b. Kelurahan Ngaringan, Kecamatan Gandusari dengan Luas 841661.99 M^2 yang termasuk pada daerah aliran sungai Kebo.
6. Dari hasil analisa bisa disimpulkan bahwa luas lahan pemukiman yang berpotensi mengalami kerusakan yang diakibatkan oleh banjir lahar sebagai dampak dari letusan gunung kelud di wilayah Kabupaten Blitar ialah 21616624.99 M^2

V.2. Saran

1. Untuk bisa menganalisa lebih lanjut tentang penelitian ini bisa menggunakan metode-metode yang lain, yang sekiranya lebih akurat dan lebih sederhana dalam menganalisa.
2. Diharapkan dalam penelitian ini, hendaknya memanfatkan teknologi penginderaan jauh karena selain lebih efektif, teknologi ini juga juga dapat memberikan informasi secara cepat dan teliti dan juga relatif ekonomis.
3. Sebelum melakukan penelitian, hendaknya data yang akan dibutuhkan telah terkumpul dan pemahaman terhadap perangkat-perangkat pembantu didalam penelitian telah dikuasai terlebih dahulu untuk mempermudah pelaksanaan penelitian.


Kabupaten Kediri
Kodya Blitar
Kabupaten Blitar
Kabupaten Tulungagung
Kabupaten Malang
SAMUDERA INDONESIA
JURUSAN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2008
PETA
PREDIKSI DAERAH RAWAN BANJIR LAHAR DINGIN
GUNUNG KELUD
WILAYAH KABUPATEN BLITAR
N
W
E
S
Skala 1:90000
0 1 2 4 6
Km
Legenda
Pusat Kawah
Sungai
Batas Kabupaten
Jalur Lahar Melewati Sungai Utama
Pusat Lahar Radius 5km
Tata Guna Lahan
Badan Air
Belukar/Semak
Empang
Pemukiman
Hutan
Kebun
Pasir Darat
Rawa
Rumput
Sawah Irigasi
Sawah Tadah Hujan
Tanah Berbatu
Tanah Lading/Tegalan
Proyeksi Peta UTM 49s
Datum WGS 1984
Sumber Data:
- Peta Rupa Bumi Indonesia Bakosurtanal Skala 1:25000
- Peta Analisa Sistem Informasi Geografi



DAFTAR PUSTAKA

1. Bankoff, G.Frerks, D. Hilhorst, 2003, Tesis, *Mapping Vulnerability*, Manchacushet Institut of Technology .
2. Kusumobroto Haryono, 2006, Tugas Akhir , *Seminar Diseminasi Teknologi Sabo*, Semarang.
3. Wolf R.P, 1993, *Remote Sensing and Metodelogy*, Nevada, St Nicholas.
4. Lilleasand and Kiefer,1979, *Remote Sensing Technology*, Nasa Corps.
5. Dickinson and Calkins, 1998, *GIS for Public Aplications*, Arizona, United Press.
6. Escher, 1954, Pardyanto, 1968, Fenomena Vulkanolgi Indonesia, Yogyakarta, Gadjah Mada University.
7. RTRW, 1999, Kabupaten Blitar, Bappeda Kab Blitar
8. Tarboton D.G, 2002, *Hidrological Analisist Spatial*, United Press
9. Situs download SRTM DEM, ***WWW.SPACE SHUTTLE.COM***
10. Openshaw and Goddart, 1987, GIS for Humanity, Oddenstradrzth, Stutgart University.

JURUSAN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2008

LAMPIRAN 1

GAMBAR DAERAH VERIFIKASI LAPANGAN

Gambar titik 1 : Sungai Laharbeni, Kecamatan Nglegok

Gambar titik 2 : Sungai Bladak, Kecamatan Nlegok

Gambar tilik 1 : Sungai Lahardoni, Kecamatan Ngiegok

Gambar tilik 2 : Sungai Bladak, Kecamatan Ngiegok

Gambar titik 3 : Sungai Abab, Kecamatan Garum

Gambar titik 4 : Sungai Putih, Kecamatan Garum

Gambar tulk 3 : Sungai Abab, Kecamatan Garum

Gambar tulk 4 : Sungai Putih, Kecamatan Garum

Gambar titik 5: Waduk Ngusri, Kecamatan Gandusari

Gambar titik 6: Sungai Lekso, Kecamatan Wlingi

Gambar titik 5: Wadul Agung, Kecamatan Gandusari

Gambar titik 6 : Sungai Lekso, Kecamatan Wlingi

Gambar titik 7: Sungai Jeblog, Kecamatan Talun

Gambar Kawah Gunung Kelud, Fase Kritis

Gambar atas: Sungai Isolog, Pacamatan Talun

Gambar Kawah Gunung Kelud, Ras Kras

JURUSAN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2008

LAMPIRAN 2

TABEL TATA GUNA LAHAN JALUR ALIRAN LAHAR GUNUNG KELUD

			Luas_ M²
KECAMATAN	DESA	KETERANGAN	Total
Doko	Plumbangan	Air Tawar	28809.50
		Pemukiman	215974.44
		Sawah Irigasi	256636.73
	Plumbangan Total		501420.67
Doko Total			501420.67
Gandusari	Butun	Kebun	206751.17
		Pemukiman	261687.15
		Sawah Irigasi	1258131.37
	Butun Total		1726569.69
	Gadungan	Air Tawar	197030.50
		Belukar/Semak	262300.17
		Kebun	1639897.57
		Pemukiman	278717.80
		Sawah Irigasi	627560.30
		Sawah Tadah Hujan	16140.04
		Tanah Ladang/Tegalan	105430.41
	Gadungan Total		3127076.78
	Gandusari	Kebun	30285.10
		Pemukiman	18057.56
		Sawah Irigasi	226758.05
	Gandusari Total		275100.71
	Gondang	Air Tawar	371677.09
		Kebun	3431.31
		Pemukiman	28621.34
		Rumput	48666.44
		Sawah Irigasi	544115.26
	Gondang Total		996511.43
	Kotes	Air Tawar	77074.73
		Kebun	7148.18
		Pemukiman	102720.97
		Sawah Irigasi	384177.69
	Kotes Total		571121.57
	Krisik	Belukar/Semak	347527.49
		Kebun	1364504.74
		Pemukiman	416334.15
		Sawah Irigasi	909858.78
		Tanah Ladang/Tegalan	153571.12
	Krisik Total		3191796.28
	Ngaringan	Air Tawar	6396.53
		Belukar/Semak	155942.21
		Kebun	2888608.38
		Pemukiman	841661.99
		Rumput	50886.82
		Sawah Irigasi	1309192.79
		Sawah Tadah Hujan	108016.40
		Tanah Ladang/Tegalan	29913.78
	Ngaringan Total		5390618.89
	Semen	Air Tawar	45471.01
		Belukar/Semak	21183.31
		Kebun	742175.62

		Pemukiman	377010.83
		Sawah Irigasi	1193113.97
		Tanah Ladang/Tegalan	202211.46
	Semen Total		2581166.21
	slumbung	Air Tawar	354754.27
		Kebun	424015.47
		Pemukiman	108421.00
		Rumput	7212.84
		Sawah Irigasi	997146.58
		Tanah Ladang/Tegalan	28174.36
	slumbung Total		1919724.50
	Soso	Air Tawar	464651.13
		Belukar/Semak	138508.04
		Kebun	1159657.36
		Pemukiman	187306.12
		Sawah Irigasi	739044.68
		Sawah Tadah Hujan	65093.41
		Tanah Ladang/Tegalan	438.24
	Soso Total		2754698.98
	Sukosewu	Kebun	91646.24
		Pemukiman	88210.49
		Sawah Irigasi	368325.04
	Sukosewu Total		548181.77
	Sumber Agung	Air Tawar	231462.67
		Kebun	274162.62
		Pemukiman	246680.20
		Sawah Irigasi	976411.43
	Sumber Agung Total		1728716.91
	Tunggulrejo	Air Tawar	72072.00
		Belukar/Semak	1290391.09
		Kebun	1198819.21
		Pemukiman	104438.74
		Sawah Irigasi	174173.04
		Sawah Tadah Hujan	4589.29
		Tanah Ladang/Tegalan	277286.83
	Tunggulrejo Total		3121770.18
	(blank)	Air Tawar	471905.72
		Belukar/Semak	2499231.24
		Kebun	1309743.21
		Pemukiman	45481.83
		Rumput	42742.17
		Sawah Irigasi	94697.19
		Sawah Tadah Hujan	37443.55
		Tanah Ladang/Tegalan	132995.78
	(blank) Total		4634240.70
Gandusari Total			32567294.61
Garum	Bence	Kebun	20954.57
		Pemukiman	287645.57
		Sawah Irigasi	559677.36
		Tanah Ladang/Tegalan	1915.23
	Bence Total		870192.74
	Garum	Kebun	55084.74
		Pemukiman	189845.15

		Sawah Irigasi	182350.06
		Tanah Ladang/Tegalan	49709.45
	Garum Total		476989.40
	Karangrejo	Air Tawar	31150.17
		Belukar/Semak	513563.02
		Hutan	1168024.93
		Kebun	1007923.27
		Pemukiman	245106.24
		Rumput	11278.35
		Sawah Irigasi	397605.34
		Sawah Tadah Hujan	196015.80
		Tanah Ladang/Tegalan	683089.37
	Karangrejo Total		4253756.48
	Sidodadi	Kebun	100385.62
		Pemukiman	291099.48
		Sawah Irigasi	1842918.58
		Tanah Ladang/Tegalan	95227.06
	Sidodadi Total		2329630.74
	Slorok	Kebun	40324.80
		Pemukiman	6273.52
		Sawah Irigasi	8029.96
	Slorok Total		54628.28
	Tawangsari	Kebun	49860.29
		Pemukiman	148769.31
		Sawah Irigasi	476461.67
	Tawangsari Total		675091.28
	Tingal	Kebun	6324.67
		Pemukiman	245389.82
		Sawah Irigasi	661251.70
		Tanah Ladang/Tegalan	105322.16
	Tingal Total		1018288.35
Garum Total			9678577.27
Kademangan	Darungan	Air Tawar	23311.85
		Kebun	23459.67
		Pemukiman	40589.52
		Tanah Ladang/Tegalan	70330.66
	Darungan Total		157691.69
	Jimbe	Air Tawar	118857.24
		Kebun	125159.85
		Pemukiman	418286.60
		Rumput	12103.74
		Sawah Irigasi	14767.40
		Tanah Ladang/Tegalan	358427.99
	Jimbe Total		1047602.81
	Kademangan	Air Tawar	126473.70
		Kebun	131533.71
		Pemukiman	329922.94
		Rumput	89745.86
		Sawah Irigasi	19977.72
		Tanah Ladang/Tegalan	22181.32
	Kademangan Total		719835.23
	Plosorejo	Air Tawar	3406.03
		Kebun	33179.55
		Pemukiman	26076.62

	Plosorejo Total		62662.20
	Rojowinangun	Air Tawar	50376.14
		Kebun	181917.90
		Pemukiman	63131.58
		Rumput	1444.89
	Rojowinangun Total		296870.50
Kademangan Total			2284662.43
Kanigoro	Bangle	Kebun	480977.72
		Pemukiman	511763.94
		Sawah Irigasi	695198.03
		Tanah Ladang/Tegalan	151999.61
	Bangle Total		1839939.30
	Gaprang	Kebun	169460.47
		Pemukiman	266218.40
		Sawah Irigasi	66574.76
		Tanah Ladang/Tegalan	15506.22
	Gaprang Total		517759.85
	Gogodeso	Air Tawar	93192.95
		Kebun	428480.68
		Pemukiman	265585.35
		Sawah Irigasi	593.98
		Tanah Ladang/Tegalan	33512.54
	Gogodeso Total		821365.51
	Jatinom	Kebun	114367.92
		Pemukiman	105695.39
		Sawah Irigasi	11859.06
	Jatinom Total		231922.37
	Kanigoro	Air Tawar	11745.96
		Kebun	53757.17
		Pemukiman	216797.70
		Rumput	19201.56
		Sawah Irigasi	183926.03
	Kanigoro Total		485428.41
	Karangsono	Air Tawar	77666.76
		Kebun	127922.47
		Pemukiman	196882.80
		Rumput	210.71
		Sawah Irigasi	522971.21
		Tanah Ladang/Tegalan	286821.02
	Karangsono Total		1212474.97
	Kuningan	Pemukiman	4324.55
		Sawah Irigasi	445.81
	Kuningan Total		4770.36
	minggirsari	Air Tawar	119047.12
		Kebun	221637.99
		Pemukiman	342756.68
	minggirsari Total		683441.79
	Papungan	Kebun	316567.10
		Pemukiman	221146.13
		Sawah Irigasi	597684.17
		Tanah Ladang/Tegalan	13863.50
	Papungan Total		1149260.90
	Satreyan	Air Tawar	321125.54

		Kebun	193877.79
		Pemukiman	280790.93
		Rumput	836.79
		Sawah Irigasi	434195.30
		Tanah Ladang/Tegalan	207785.14
	Satreyan Total		1438611.48
Kanigoro Total			8384974.94
Nglegok	Dayu	Kebun	229845.49
		Pemukiman	208609.77
		Sawah Irigasi	102001.47
		Tanah Ladang/Tegalan	15295.82
	Dayu Total		555752.55
	Kedawung	Kebun	235744.49
		Pemukiman	504371.42
		Sawah Irigasi	988406.86
		Tanah Ladang/Tegalan	278899.92
	Kedawung Total		2007422.68
	Ngoran	Kebun	114007.17
		Pemukiman	188172.87
		Sawah Irigasi	19241.98
	Ngoran Total		321422.03
	Penataran	Air Tawar	35590.39
		Belukar/Semak	21078.75
		Kebun	322142.22
		Pemukiman	88893.99
		Sawah Irigasi	227125.95
		Tanah Ladang/Tegalan	550022.29
	Penataran Total		1244853.59
	Sumbbersari	Air Tawar	472631.84
		Kebun	73148.21
		Pemukiman	65769.33
		Sawah Irigasi	2438793.46
		Tanah Ladang/Tegalan	746462.72
	Sumbbersari Total		3796805.55
	(blank)	Air Tawar	967117.22
		Belukar/Semak	278624.87
		Hutan	1249777.46
		Kebun	1010855.82
		Pemukiman	3367.91
		Sawah Irigasi	109884.50
		Sawah Tadah Hujan	29238.81
		Tanah Ladang/Tegalan	616711.19
	(blank) Total		4265577.79
Nglegok Total			12191834.18
Ponggok	Bacem	Air Tawar	120589.10
		Kebun	30665.69
		Pemukiman	205428.82
		Sawah Irigasi	970854.13
		Tanah Ladang/Tegalan	97207.49
	Bacem Total		1424745.22
	Bendo	Kebun	272126.39
		Pemukiman	271706.09
		Sawah Irigasi	112379.49

		Tanah Ladang/Tegalan	2532.89
	Bendo Total		658744.86
	Candirejo	Air Tawar	277597.53
		Kebun	182558.41
		Pemukiman	3249.48
		Sawah Irigasi	775554.36
		Tanah Ladang/Tegalan	827579.56
	Candirejo Total		2066539.34
	Gembongan	Pemukiman	21623.87
	Gembongan Total		21623.87
	Jatilengger	Gedung	1336.20
		Kebun	466417.83
		Pemukiman	428946.88
		Sawah Irigasi	13552.62
		Tanah Ladang/Tegalan	211390.68
	Jatilengger Total		1121644.20
	Karangbendo	Kebun	302989.61
		Pemukiman	130406.14
		Sawah Irigasi	177333.82
		Tanah Ladang/Tegalan	574318.68
	Karangbendo Total		1185048.26
	Kebonduren	Air Tawar	57304.43
		Pemukiman	157635.37
		Sawah Irigasi	404356.78
	Kebonduren Total		619296.58
	Maliran	Kebun	126622.54
		Pemukiman	368512.33
		Tanah Ladang/Tegalan	1364097.36
	Maliran Total		1859232.23
	Pojok	Pemukiman	19970.40
		Tanah Ladang/Tegalan	105810.87
	Pojok Total		125781.26
	Ponggok	Air Tawar	40266.40
		Pemukiman	65472.87
		Sawah Irigasi	91198.47
		Tanah Ladang/Tegalan	309620.97
	Ponggok Total		506558.70
	Ringinanyar	Air Tawar	5646.52
		Pemukiman	13114.81
		Sawah Irigasi	70721.81
	Ringinanyar Total		89483.15
	Sidorejo	Pemukiman	1.45
		Sawah Irigasi	37877.83
		Tanah Ladang/Tegalan	5386.62
	Sidorejo Total		43265.91
Ponggok Total			9721963.57
Sanan Kulon	Bendosari	Air Tawar	142397.70
		Kebun	455363.08
		Pemukiman	248604.63
		Sawah Irigasi	415190.68
		Tanah Ladang/Tegalan	39513.90
	Bendosari Total		1301069.98
	Gledug	Kebun	2633.91

		Pemukiman	508528.55
		Sawah Irigasi	153331.09
	Gledug Total		664493.55
	Kali Pucung	Kebun	244147.70
		Pemukiman	174760.36
		Rumput	26731.27
		Sawah Irigasi	192071.69
		Tanah Ladang/Tegalan	150743.71
	Kali Pucung Total		788454.73
	Plosoarang	Sawah Irigasi	235.43
	Plosoarang Total		235.43
	Purworejo	Air Tawar	35644.08
		Kebun	100867.93
		Pemukiman	277422.02
		Sawah Irigasi	226463.59
		Tanah Ladang/Tegalan	111920.84
	Purworejo Total		752318.47
	Sanan Kulon	Kebun	98795.38
		Pemukiman	94002.73
		Sawah Irigasi	99129.10
		Tanah Ladang/Tegalan	12638.98
	Sanan Kulon Total		304566.19
	Sumber	Kebun	164853.16
		Pemukiman	147197.67
		Rumput	6856.94
		Sawah Irigasi	253995.91
		Tanah Ladang/Tegalan	28314.42
	Sumber Total		601218.11
	Sumberingin	Kebun	62751.06
		Pemukiman	269930.23
		Sawah Irigasi	221984.48
	Sumberingin Total		554665.77
	Sumberjo	Pemukiman	66.82
		Sawah Irigasi	33827.59
	Sumberjo Total		33894.40
	Tulis Kriyo	Kebun	4760.33
		Pemukiman	62359.69
		Sawah Irigasi	8668.30
		Tanah Ladang/Tegalan	28655.16
	Tulis Kriyo Total		104443.48
Sanan Kulon Total			5105360.11
Srengat	Kandangan	Kebun	55989.26
		Pemukiman	16381.70
		Sawah Irigasi	26010.02
		Tanah Ladang/Tegalan	1870.35
	Kandangan Total		100251.33
	Karanggayam	Air Tawar	264642.95
		Gedung	3771.15
		Kebun	280692.99
		Pemukiman	114634.09
		Sawah Irigasi	265299.13
		Tanah Ladang/Tegalan	14564.22
	Karanggayam Total		943604.53

	Ngaglik	Air Tawar	77958.15
		Kebun	253080.84
		Pemukiman	254311.43
		Sawah Irigasi	44126.56
		Tanah Ladang/Tegalan	56280.60
	Ngaglik Total		685757.58
	Purwokerto	Air Tawar	442876.86
		Gedung	9279.71
		Kebun	309076.75
		Pemukiman	146503.01
		Sawah Irigasi	493977.77
		Tanah Ladang/Tegalan	226849.12
	Purwokerto Total		1628563.22
	Selokajang	Air Tawar	167682.10
		Kebun	579489.33
		Pemukiman	336728.26
		Sawah Irigasi	2591.52
		Tanah Ladang/Tegalan	380415.88
	Selokajang Total		1466907.09
Srengat Total			4825083.74
Sutojayan	Jegu	Air Tawar	122927.17
		Kebun	68864.53
		Pemukiman	325926.11
		Rumput	157009.84
		Sawah Irigasi	37084.44
		Tanah Ladang/Tegalan	226175.60
	Jegu Total		937987.69
	Kembangarum	Air Tawar	115837.89
		Kebun	103095.86
		Pemukiman	116295.35
		Rumput	849.68
		Sawah Irigasi	541.03
		Tanah Ladang/Tegalan	25215.74
	Kembangarum Total		361835.55
Sutojayan Total			1299823.25
Talun	Bajang	Kebun	75879.87
		Pemukiman	273365.72
		Rumput	11972.12
		Sawah Irigasi	168472.65
	Bajang Total		529690.35
	Bendosewu	Air Tawar	41558.26
		Kebun	58322.72
		Pemukiman	189107.89
		Rumput	45372.59
		Sawah Irigasi	344273.57
		Tanah Ladang/Tegalan	48994.32
	Bendosewu Total		727629.34
	Duren	Kebun	177268.64
		Pemukiman	140082.16
		Sawah Irigasi	380273.06
	Duren Total		697623.86
	Jabung	Air Tawar	676794.71
		Gedung	1563.69

	Kebun	244372.88
	Pemukiman	439868.53
	Rumput	404642.66
	Sawah Irigasi	185679.52
	Tanah Ladang/Tegalan	33104.95
Jabung Total		1986026.93
Jajar	Kebun	50131.37
	Pemukiman	60754.65
	Sawah Irigasi	192252.66
Jajar Total		303138.69
Jeblog	Kebun	62025.35
	Pemukiman	160732.98
	Rumput	18390.10
	Sawah Irigasi	86472.15
	Tanah Ladang/Tegalan	16338.13
Jeblog Total		343958.70
Kamulan	Air Tawar	197561.86
	Kebun	5524.71
	Pemukiman	763.03
	Rumput	359402.36
	Sawah Irigasi	341164.57
Kamulan Total		904416.52
Kaweron	Kebun	14111.39
	Sawah Irigasi	58748.80
Kaweron Total		72860.19
Kendalrejo	Kebun	10065.25
	Pemukiman	62550.73
	Rumput	30856.65
	Sawah Irigasi	5557.80
	Tanah Ladang/Tegalan	6862.49
Kendalrejo Total		115892.92
Mronjo	Air Tawar	217982.54
	Kebun	401092.90
	Pemukiman	283617.23
	Rumput	22570.02
	Sawah Irigasi	972309.61
	Tanah Ladang/Tegalan	52558.16
Mronjo Total		1950130.45
Sragi	Kebun	163399.31
	Pemukiman	258202.52
	Sawah Irigasi	192406.94
Sragi Total		614008.77
Talun	Gedung	80052.23
	Kebun	496917.03
	Pemukiman	194708.08
	Rumput	20175.43
	Sawah Irigasi	581633.04
Talun Total		1373485.81
Tumpang	Air Tawar	67240.89
	Kebun	170668.26
	Pemukiman	292316.91
	Rumput	267752.47
	Sawah Irigasi	320098.28

		Tanah Ladang/Tegalan	6824.39
	Tumpang Total		1124901.21
	Wonorejo	Kebun	343560.93
		Pemukiman	203937.09
		Rumput	21638.77
		Sawah Irigasi	384037.65
	Wonorejo Total		953174.43
Talun Total			11696938.17
Udan Awu	Bakung	Kebun	71771.77
		Rumput	15104.32
		Sawah Irigasi	136333.01
		Tanah Ladang/Tegalan	29489.20
	Bakung Total		252698.30
	Besuki	Sawah Irigasi	98363.72
	Besuki Total		98363.72
	Karanggondang	Kebun	15176.07
		Rumput	9678.63
		Sawah Irigasi	177510.16
	Karanggondang Total		202364.85
	Mangunan	Kebun	265927.78
		Pemukiman	107839.72
		Rumput	59935.03
		Sawah Irigasi	622423.79
		Tanah Ladang/Tegalan	11638.29
	Mangunan Total		1067764.60
	Sukorejo	Pemukiman	1789.98
		Sawah Irigasi	7062.92
	Sukorejo Total		8852.90
	Sumbersari	Air Tawar	46413.01
		Kebun	100168.35
		Pemukiman	289090.60
		Rumput	1669.99
		Sawah Irigasi	1131794.91
		Tanah Ladang/Tegalan	17624.25
	Sumbersari Total		1586761.10
	Temenggungan	Kebun	112552.38
		Pemukiman	264243.10
		Rumput	21712.45
		Sawah Irigasi	719501.42
		Tanah Ladang/Tegalan	1431.04
	Temenggungan Total		1119440.39
	Tunjung	Kebun	13594.84
		Pemukiman	171210.30
		Rumput	48286.73
		Sawah Irigasi	594165.89
		Tanah Ladang/Tegalan	14794.21
	Tunjung Total		842051.98
Udan Awu Total			5178297.83
Wlingi	Babadan	Air Tawar	52541.64
		Pemukiman	49241.47
		Sawah Irigasi	460033.23
	Babadan Total		561816.34

	beru	Kebun	432796.80
		Pemukiman	927517.96
		Sawah Irigasi	3904817.24
	beru Total		5265131.99
	Jambewangi	Air Tawar	46290.53
		Kebun	121581.81
		Pemukiman	295263.24
		Sawah Irigasi	1521079.19
	Jambewangi Total		1984214.77
	Jatitengah	Air Tawar	80591.32
		Kebun	61956.82
		Pemukiman	173027.96
		Sawah Irigasi	423582.94
	Jatitengah Total		739159.04
	Klemunan	Sawah Irigasi	6085.35
	Klemunan Total		6085.35
	Mandesan	Air Tawar	249261.43
		Kebun	133313.90
		Pemukiman	296444.70
		Rumput	78649.69
		Sawah Irigasi	576440.62
	Mandesan Total		1334110.33
	Ngadirenggo	Air Tawar	183806.38
		Kebun	329247.43
		Pemukiman	448155.76
		Rumput	4817.32
		Sawah Irigasi	1659151.53
		Sawah Tadah Hujan	1213.90
	Ngadirenggo Total		2626392.31
	Tambalang	Air Tawar	4980.84
		Kebun	278050.08
		Pemukiman	452174.13
		Sawah Irigasi	2301864.22
	Tambalang Total		3037069.27
	Tangkil	Air Tawar	66897.51
		Kebun	187821.43
		Pemukiman	260370.41
		Sawah Irigasi	2176965.52
	Tangkil Total		2692054.87
	Tegalsari	Air Tawar	111876.61
		Kebun	124469.83
		Pemukiman	228927.03
		Sawah Irigasi	881438.70
		Sawah Tadah Hujan	1239.51
	Tegalsari Total		1347951.68
	wlingi	Air Tawar	24774.42
		Kebun	5993.26
		Pemukiman	331319.97
		Sawah Irigasi	892146.70
	wlingi Total		1254234.35
Wlingi Total			20848220.28
Wonodadi	Gandekan	Air Tawar	1034589.82
		Belukar/Semak	71541.25

		Kebun	268877.36
		Pemukiman	609968.35
		Sawah Irigasi	504921.40
		Tanah Ladang/Tegalan	720025.59
	Gandekan Total		3209923.77
	Kebonagung	Sawah Irigasi	433.71
	Kebonagung Total		433.71
	Kunir	Air Tawar	232242.51
		Gedung	1995.64
		Kebun	54156.99
		Pemukiman	19936.97
		Sawah Irigasi	343598.04
		Tanah Ladang/Tegalan	212313.59
	Kunir Total		864243.75
Wonodadi Total			4074601.23
Wonotirto	(blank)	Air Tawar	420689.27
		Kebun	592709.36
		Pemukiman	265766.64
		Rumput	109191.81
		Sawah Irigasi	49530.55
		Tanah Ladang/Tegalan	47039.87
	(blank) Total		1484927.50
Wonotirto Total			1484927.50
Grand Total			129843979.78

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bend. Sigura-gura No.2

Malang

Nama	: Guruh Rindanata
Nim	: 01.25.053
Jurusan	: Teknik Geodesi
Dosen Pembimbing 1	: Ir. Agus Darpono, MT.
Dosen Pembimbing 2	: Ir. Leo Pantimena, M. Sc.

LEMBAR ASISTENSI

TUGAS AKHIR

No	Tanggal	Catatan/keterangan	Tanda Tangan
	31-10-07	Revisi Bab I. - Malang, Tujuan. - Batasan - Tabel lyout kelud masuk di bab II.	
	7-11-07	- Koordinat Revisi - fungsi tulis rumus. - Ubah. Lengkapi dg legende & nama wil adm (Kec) Susun Bab III	
	16-1-08	- Tulis identifikasi. Hitung GCP Susun Bab III	

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bend. Sigura-gura No.2

Malang

No	Tanggal	Catatan/keterangan	Tanda Tangan
	29-1-'08	Bab III Revisi. Lanjut Bab V. pelajari lebih lanjut	
	11-2-'08	Revisi Bab V	
	1-4-03-08	Pari pari teori perencanaan pelaksanaan bendungan kamar lahar Bingin - Konsultasikan mekanikan bendungan bendungan kamar lahar Bingin	

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bend. Sigura-gura No.2

Malang

No	Tanggal	Catatan/keterangan	Tanda Tangan
	19-3-08	- Jalan Lahan Dinas, lem. Warna Merah - pta. lus menemu. Kaidah & Kerapat. acc Di ujikan.	
	16/03 08	Acc Diseminarkan	