

TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN CITRA LANDSAT 7 ETM DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK MEMPREDIKSI DAERAH RAWAN TANAH LONGSOR (Study Kasus : Kabupaten Malang)



**Bidang Keahlian :
Penginderaan Jauh Dan SIG**

***Disusun oleh :*
IMAM SAFRONI
(01.25.046)**

**JURUSAN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2009**

TUGAS AKHIR

PEMANTAPAN CIVIL ENGINEERING YETIM DAN
SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK
MEMPERINGKAT UPAH BAWAH TAJAR LONGGOK
(Studi Kasus : Kabupaten Malang)

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

Penyusunan dan Penyempurnaan :
Dosen Pembimbing :

Disusun oleh :
MAMUHAN MAMUHAN
(01.22.043)

JURUSAN TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2009

TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN CITRA LANDSAT 7 ETM DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK MEMPREDIKSI DAERAH RAWAN TANAH LONGSOR (Study Kasus : Kabupaten Malang)



**Bidang Keahlian :
Penginderaan Jauh Dan SIG**

***Disusun oleh :*
IMAM SAFRONI
(01.25.046)**

**JURUSAN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2009**

LEMBAR PENGESAHAN

Dipertahankan di depan Panitia Penguji Tugas Akhir Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional, dan diterima untuk memenuhi sebagai dari syarat-syarat guna memperoleh gelar sarjana S1 Teknik Geodesi. Pada hari/ tanggal : Sabtu,14 Maret 2009.

Panitia Ujian Tugas Akhir :

Ketua,



(Ir. Agus Santoso,MT)
Dekan Fakultas Teknik Sipil
dan Perencanaan


Sekretaris,



(Heri Purwanto,ST.Msc)
Ketua Jurusan Teknik Geodesi

Anggota Penguji

Penguji I



(Ir.M.Nurhadi,MT)

Penguji II



(Ir. Agus Darpono,MT)

Penguji III



(Ir. Rinto Sasongko,MT)

LEMBAR PERSETUJUAN

PEMANFAATAN CITRA LANDSAT 7 ETM DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK MEMPREDIKSI DAERAH RAWAN TANAH LONGSOR (*Studi Kasus: Kabupaten Malang*)

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
Dalam mencapai Gelar Sarjana S1 Teknik Geodesi

Disusun Oleh:
IMAM SAFRONI
01.25.046

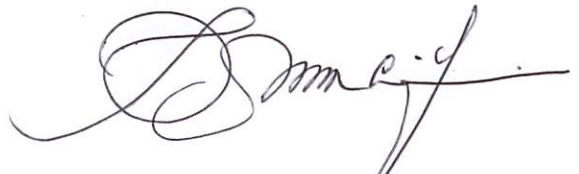
Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



(Ir. Agus Darpono, MT)



(Ir. D.K. Sunaryo, MT)

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknik Geodesi



(Hery Purwanto, ST. Msc)

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan Puji dan Syukur Kepada Allah SWT atas segala Rachmat dan Karunia-Nya yang diberikan, hingga penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik.

Laporan Tugas Akhir ini disusun guna memperoleh gelar Sarjana S1 Teknik Geodesi pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Melalui tulisan ini penyusun menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada :

1. Bapak Ir. Agus Santoso, MT sebagai Dekan F.T.S.P, I.T.N Malang.
2. Bapak Heri Purwanto, ST.MSc. sebagai Ketua Jurusan Geodesi
3. Bapak Ir. Agus Darpono, MT sebagai dosen pembimbing I dalam penyusunan TA, sekaligus sebagai Dosen Penguji II dalam ujian Seminar Hasil.
4. Bapak Ir. D.K. Sunaryo, MT sebagai dosen pembimbing II dalam penyusunan TA
5. Bapak Ir. M. Nurhadi, MT sebagai Dosen Penguji I dalam ujian Seminar Hasil.
6. Bapak Ir. Rinto Sasongko, MT sebagai Dosen Penguji III dalam ujian Seminar Hasil.
7. Alm. Ayah dan Mami Tercinta yang telah banyak memberikan Dana, semangat dukungan, dorongan dan Do'a sehingga tugas ini bisa terselesaikan.
8. Nawak - nawak Geodesi khususnya Angkatan 2001.

Dengan segala kerendahan hati semoga laporan Tugas Akhir ini dengan semua kekurangannya berguna bagi pembaca dan menambah pustaka di Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang. Amin.

Malang, 28 Maret 2009

Penyusun

DAFTAR ISI

	Hal
Lembaran Pengesahan	i
Lembaran Persetujuan	ii
Kata Pengantar	iii
Lembar Persembahan	iv
Daftar Isi	v
Daftar Gambar	viii
Daftar Tabel	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1.
1.2 Tujuan Penelitian.....	2.
1.3 Manfaat penelitian.....	3.
1.4 Batasan masalah.....	3.
1.5 Tinjauan Pustaka	3.
1.6 Metodologi Penelitian	6.
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Pengertian Penginderaan Jauh.....	7.
2.1.1 Definisi Penginderaan Jauh.....	8.
2.1.2 Perkembangan Teknologi Penginderaan Jauh.....	8.
2.2 Citra Landsat 7 ETM (Enhanced Thematic Mapper).....	9.
2.2.1 Karakteristik Data Landsat TM.....	11.
2.3 Pengolahan Citra Digital.....	11.
2.3.1. Prosedur Pengolahan Data.....	13.
2.4 Konsep Restorasi Citra.....	13.
2.4.1. Koreksi Geometrik Citra.....	14.
2.5 Interpretasi Digital.....	17.
2.6 Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis.....	19.
2.6.1 Definisi sistem informasi geografis.....	21.

2.6.2.	Subsistem SIG.....	22.
2.6.3.	Komponen SIG.....	24.
2.7	Pengertian Daerah Rawan Longsor.....	27.
2.7.1.	Tipe Tanah Longsor.....	30.
2.7.2	Klasifikasi Tanah Longsor.....	32.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Lokasi Penelitian.....	36.
3.2	Persiapan Penelitian.....	36.
3.2.1	Data yang diperlukan dalam penelitian.....	36.
3.2.2	Alat Penelitian.....	37.
3.2.2.1	Perangkat Keras.....	37.
3.2.2.2.	Perangkat Lunak.....	37.
3.3	Diagram Alir Penelitian.....	38.
3.4	Pengolahan Data Citra Landsat 7 ETM.....	40.
3.4.1	Menampilkan Citra.....	41.
3.4.2	Import Data Vektor.....	42.
3.4.3	Menampilkan Data Vektor.....	43.
3.4.4	Pembuatan Citra Komposit.....	44.
3.4.5	Koreksi Geometri.....	45.
3.4.6	Cropping Citra Landsat 7 ETM.....	47.
3.5	Proses Klasifikasi Citra.....	51.
3.5.1	Training Sample.....	51.
3.5.2	Proses Klasifikasi Terbimbing.....	53.
3.5.3	Ketelitian Klasifikasi Citra Landsat 7 ETM.....	56.
3.5.4	Uji Kebenaran Hasil Klasifikasi.....	58.
3.6	Proses Tumpang Susun Peta (Proses Overlay).....	59.
3.6.1	Hasil Overlay.....	65.

BAB IV PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

4.1	Analisa Koreksi geometri Citra landsat 7 ETM.....	69.
4.2.	Peta Tutupan Lahan Kabupaten Malang.....	72.

4.2.1 Klasifikasi Citra Sebelum adanya uji kebenaran.....	72.
4.2.1 Klasifikasi Citra sesudah dilakukan uji kebenaran.....	73.
4.3. Parameter Identifikasi Rawan Longsor.....	85.
4.4. Identifikasi Rawan Longsor.....	90.
4.5. Hasil Analisa Identifikasi Daerah Rawan Longsor.....	91.
BAB V Kesimpulan	
5.1 Kesimpulan.....	99
5.2 Saran.....	101.
Daftar Pustaka	xii

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Hal
2.1	Proses Pengolahan Data Citra Secara Tradisional.....	12
2.2	Proses Pengolahan Data Citra Menggunakan ER.....	12
2.3	Subsistem SIG.....	23
2.4	Uraian Subsistem SIG.....	23
2.5	Vektor Model.....	25
2.6	Raster Model.....	26
2.7	Union.....	27
2.8	Identity.....	27
2.9	Intersect.....	27
2.10	Type Longsor Creep.....	30
2.11	Type Longsor Earthflow.....	30
2.12	Type Longsor Rotational Slidic.....	31
2.13	Type Longsor Translationl Slidic.....	31
2.14	Type Longsor Topple.....	32
3.1	Tampilan Menu Er Mapper 6.4.....	40
3.2	Tampilan Untuk Membuka Data Citra.....	41
3.3	Citra Kabupaten Malang.....	41
3.4	Kotak Dialog Import Vector and GIS Format.....	42
3.5	Kotak Dialog Import Autocad_DXF.....	43
3.6	Tampilan Data Vector Jalan dan Sungai.....	43
3.7	Citra Hasil Kombinasi.....	44
3.8	Geocoding Wizard.....	45
3.9	GCP Set Up.....	46
3.10	Proses Koreksi Geometrik.....	47
3.11	Menu Process Polygon (Region Conversion).....	47
3.12	Vector to Region Conversion.....	48

3.13	Formula Editor.....	48
3.14	Kotak Dialog Algorithm.....	49
3.15	Kotak Dialog Save As Er Mapper Dataset.....	50
3.16	Hasil Cropping	50
3.17	Kotak Dialog New Map Composition.....	51
3.18	Tampilan Kotak Map Composition Attribute.....	52
3.19	Citra Landsat 7 ETM Kabupaten Malang Penentuan Sampel Area	53
3.20	Kotak Dialog Calculate Statistik.....	53
3.21	Kotak Dialog Process Classification.....	54
3.22	Kotak Dialog Supervised Classification.....	54
3.23	Kotak Dialog Edit Class/Region Detail.....	55
3.24	Citra Hasil Klasifikasi Maximum Likelihood.....	55
3.25	Kotak Dialog Confusion Matrix Setup.....	58
3.26	Hasil dari Tabel Confusion Matrix	59
3.27	Kotak Dialog Add Theme.....	63
3.28	Kotak Dialog Extensions.....	63
3.29	Kotak Geoprosesing ESRI inc.....	64
3.30	Peta Kelerengan (Slope).....	66
3.31	Peta Jenis Tanah.....	66
3.32	Peta Jenis Tanah Berdasarkan kelerengan.....	67
3.33	Peta Identifikasi Rawan longsor.....	67
3.34	Peta Tutupan Lahan Berdasarkan Administrasi.....	68
3.35	Peta Daerah Rawan Longsor.....	68
4.1	Kotak Dialog Geocoding Wizard.....	69
4.2	Hasil Klasifikasi Citra Landsat Kabupaten Malang.....	72
4.3	Sebaran Titik Lokasi Uji Kebenaran.....	73
4.4	Hasil Klasifikasi Sebelum dan Sesudah Uji Lapangan.....	75
4.5	Lokasi Titik 1.....	76
4.6	Lokasi Titik 2.....	76

4.7	Lokasi Titik 3.....	77
4.8	Lokasi Titik 4.....	77
4.9	Lokasi Titik 5.....	78
4.10	Lokasi Titik 6.....	78
4.11	Lokasi Titik 7.....	79
4.12	Lokasi Titik 8.....	79
4.13	Lokasi Titik 9.....	80
4.14	Lokasi Titik 10.....	80
4.15	Lokasi Titik 11	81
4.16	Lokasi Titik 12.....	81
4.17	Lokasi Titik 13.....	82
4.18	Lokasi Titik 14.....	82
4.19	Lokasi Titik 15.....	83
4.20	Lokasi Titik 16.....	83
4.21	Peta Tutupan Lahan Kabupaten Malang 2003.....	84
4.22	Peta Administrasi	85
4.23	Data Attributes Peta Admintrasi.....	85
4.24	Peta Tutupan lahan	86
4.25	Data Attributes Tutupan Lahan.....	86
4.26	Peta Curah Hujan.....	87
4.27	Data Attributes Curah Hujan.....	87
4.28	Peta Kelerengan.....	88
4.29	Data Attributes Kelerengan.....	88
4.30	Peta Jenis Tanah.....	89
4.31	Data Attributes Jenis Tanah.....	89
4.32	Peta Identifikasi Rawan Longsor.....	90
4.33	Data Attributes Identifikasi Rawan Longsor.....	90

DAFTAR TABEL

Tabel		Hal
2.1	Tabel Saluran Yang Terdapat Pada Landsat 7 ETM.....	10
2.2	Tabel Klasifikasi dan Pengharkatan Kelerengan	33
2.3	Tabel Klasifikasi dan Pengharkatan Curah Hujan	33
2.4	Tabel Klasifikasi dan Pengharkatan Penggunaan Lahan	34
2.5	Tabel Klasifikasi dan Pengharkatan Jenis Tanah	34
4.1	Tabel Hasil Koreksi Geometrik.....	70
4.2	Tabel Kedudukan Titik Sekutu.....	71
4.3	Tabel Hasil Uji Kebenaran di Lapangan.....	74
4.4.	Tabel Matrix uji Ketelitian	74
4.5	Tabel Lokasi Daerah Sangat Rawan longsor Kabupaten Malang.....	93
4.6	Tingkat Kerawanan Setiap Kecamatan di Kabupaten Malang.....	94
4.7	Tingkat Kerawanan paling Dominan di Setiap Kecamatan.....	98

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sumber daya lahan adalah modal dasar bagi masyarakat dalam pengembangan wilayah Kabupaten Malang. Kondisi lahan antara satu tempat dengan tempat yang lain sangat berbeda, ada relatif stabil, ada pula yang labil. Faktor – faktor yang biasanya berkaitan dengan tanah longsor antara lain geologi, tingkat kesuburan, temperature permukaan tanah, lapisan tanah, air tanah, aspek kecuraman, inklinasi kecuraman, elevasi, dan lain – lain.

Populasi penduduk di atas permukaan bumi ini selalu bertambah dari waktu ke waktu, padahal luas lahan yang tersedia dan di peruntukkan bagi kehidupan manusia selalu tetap dari waktu ke waktu. (*Sarif, 1986*).

Perkembangan jumlah penduduk Indonesia setelah kemerdekaan terjadi dengan sangat cepat. Penduduk Indonesia yang di awal kemerdekaan (pada tahun 50-an) hanya 60 juta, telah berkembang menjadi lebih dari 150 juta pada tahun 80-an (*Utomo, 1989*).

Meningkatnya jumlah penduduk menyebabkan bertambahnya kebutuhan akan lahan, sementara luas lahan terbatas, sehingga okupasi penduduk terhadap lahan, baik yang direncanakan maupun yang tidak direncanakan tidak terkendali. Contohnya yang menyakinkan, dari okupasi penduduk terhadap lahan yaitu adanya gerakan penduduk turun kelaut (pantai) atau naik lereng (yang rentan terhadap gerakan massa batuan) untuk berbagai keperluan seperti pemukiman, pertanian, jalan, jembatan, saluran irigasi, bendungan dan prasarana fisik lainnya,

sehingga bertambah banyaknya penduduk yang menempati daerah yang rawan longsor.

Potensi longsor di Indonesia sangat besar, sebab kondisi dan proses geologi seperti proses pengangkatan, patahan, gempa bumi, dan aktifitas vulkanisme masih terus berlangsung. Proses geologi yang seperti tersebut diatas mengakibatkan terjadinya atau terbentuknya pergunungan dan perbukitan dengan morfologi kemiringan yang terjal dan sangat terjal dengan potensi longsor sangat besar, begitu juga faktor curah hujan yang tinggi sebagai akibat letak wilayah Indonesia di sekitar katulistiwa dan keadaan sebagian besar lapisan tanah yang banyak di dominasi lapisan sendimen quarter yang belum terkonsolidasi dengan baik (*Sulistiyo, 1996 dalam Suryono 1997*).

Salah satu usaha yang dapat di lakukan untuk mengantisipasi bahaya longsor ini adalah mempersiapkan dan pengendalian dampaknya, dengan ini diperlukan suatu media informasi untuk daerah cenderung rawan longsor. Salah satu usaha adalah pembuatan peta daerah rawan longsor, berdasarkan tutupan lahan dari data penginderaan jauh yaitu berupa landsat 7 ETM dan data pendukungnya serta penerapan SIG dalam proses pembuatan peta daerah rawan longsor di Kabupaten Malang.

1.2. Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi daerah – daerah yang berpotensi rawan tanah longsor di Kabupaten Malang, dengan menggunakan metode Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis.

1.3. Manfaat penelitian

Manfaat Penelitian ini untuk memberikan Informasi serta data untuk Dinas yang terkait dalam menanggapi kemungkinan terjadinya longsor di Kabupaten Malang.

1.4. Batasan masalah

Dalam penelitian memprediksi rawan tanah longsor ini di batasi oleh :

1. Citra yang digunakan adalah landsat 7 ETM Kabupaten Malang dengan menggunakan software ER mapper 6.4
2. Klasifikasi tanah longsor menggunakan 4 parameter yaitu jenis tanah, curah hujan, kelerengan, dan penggunaan lahan. Di masing – masing Kecamatan di Kabupaten Malang.

1.5. Tinjauan pustaka

Penginderaan Jauh merupakan suatu teknik untuk mengumpulkan informasi mengenai objek dan lingkungan dari jarak jauh tanpa sentuhan fisik. Teknik ini biasanya menghasilkan beberapa bentuk citra yang selanjutnya diproses dan diinterpretasikan guna menghasilkan peta yang bermanfaat untuk aplikasi di bidang pertanian, kehutanan, geografi, geologi dan perencanaan serta bidang-bidang lainnya.

Penginderaan jauh yang biasa disebut Inderaja ataupun remote sensing merupakan seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah atau gejala dengan jalan menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah atau gejala yang dikaji (*Lillesand dan Kiffer, 1979*).

Penginderaan jauh telah digunakan untuk mempelajari mengidentifikasi dari permukaan tanah berkaitan dengan keuntungan – keuntungan yang di dapat

dari daerah penelitian yang luas, serta dilakukan secara periodik. Dengan data pengindraan jauh serta data peta – peta terkait mempunyai pengaruh sangat besar dalam mengidentifikasi bahaya tanah longsor. (*Richard Kho Shu Yuan dan Mohd Ibrahim Seeni Mohd 1977*).

Tanah longsor adalah salah satu proses geologi yang paling merusak dimana dapat membunuh manusia dan binatang, menghancurkan bangunan perumahan dan industri begitu juga dengan pertanian dan hutan. Tanah longsor ini juga mempunyai tanggung jawab besar untuk kemunduran sosial ekonomi. Oleh karena itu, sangatlah mendesak untuk mempersiapkan peta – peta tanah longsor untuk rawan longsor khususnya pada daerah pegunungan. Dengan adanya kemajuan dalam penginderaan jauh pada saat ini, tanah longsor dapat diidentifikasi, dipetakan dan dikirimkan untuk dunia nyata agar dapat membuat sebuah inventaris tanah longsor. (*S. Sarkar and D. P. Kanungo 2001*).

Tanah longsor dapat dipicu baik oleh alam maupun perubahan – perubahan terhadap lingkungan yang dilakukan terhadap manusia. Perubahan – perubahan secara alami ini mungkin terjadi disebabkan lemahnya komposisi atau struktur dari batuan maupun tubuhan, hujan lebat, aktivitas gunung berapi, perubahan pada permukaan air tanah ataupun aktivitas pembangunan. Perubahan – perubahan yang disebabkan oleh manusia antara lain dikarenakan oleh pertanian secara teras siring, pembutan jalan raya, pembuatan bangunan, kegiatan pertambangan, dan perubahan – perubahan pada irigasi atau pengerukan permukaan tanah (*PARBLEU technologies Assesses Landslide Risks in cameroon – september 2003 – pebruary 2004*)

SIG adalah seperangkat alat berbasis computer yang memungkinkan untuk mengolah data spasial dan data non spasial menjadi informasi yang berkaitan

tentang muka bumi serta digunakan untuk pengumpulan, penyimpanan, manipulasi, menganalisa dan menampilkan data yang selanjutnya dipakai sebagai bahan untuk mengambil keputusan atau kebijaksanaan (Aronoff, 1993 dalam Marlaela 2005).

Tutupan lahan dan adanya tidaknya pengalihan tebing adalah aspek kondisi lahan yang berpengaruh terhadap terjadinya longsor, lahan yang berhutan lebih aman dari pada lahan yang dibudidayakan. (*Syaifudin M, 1997*).

Pada penelitian ini dibuat peta klasifikasi daerah rawan bencana longsor yang dapat digunakan sebagai data dasar dalam pencegahan bencana.

Di dalam klasifikasi tanah longsor diperlukan beberapa parameter antara lain, sumber :(Purwadhi 1997 dalam Basir M Ayatun)

- Penggunaan Lahan
- Jenis tanah
- Kelerengan
- Curah hujan
- Geologi
- Tekstur tanah

I.6. Metodologi Penelitian

Dalam penyusunan laporan penelitian ini dibutuhkan metode-metode dimana metode satu dan lainnya saling terkait, antara lain :

1. Metode Studi Pustaka

Merupakan metode yang dilakukan dengan mencari bahan acuan berupa literatur-literatur dan buku-buku yang berkaitan dengan pemetaan dan aspek-aspek lainnya serta hal-hal yang berhubungan dengan masalah bencana longsor serta buku panduan untuk pengoperasian perangkat lunak yang digunakan untuk penelitian.

2. Metode Studi Lapangan

Merupakan pendalaman metode-metode dan teknik pemetaan di lapangan untuk resurvey daerah – daerah yang merupakan rawan bencana longsor, dalam penelitian ini dilakukan di Kabupaten Malang.

3. Metode Laboratorium

Dilakukan untuk mengolah data-data yang diperoleh dari input citra, peta serta informasi-informasi lain yang dibutuhkan dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis dan beberapa perangkat lunak yaitu Auto Cad Map 2004, ER. Mapper 7.0, dan Arcview GIS 3.3. Excel 2003.

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Pengertian Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan suatu teknik untuk mengumpulkan informasi mengenai objek dan lingkungan dari jarak jauh tanpa sentuhan fisik. Teknik ini biasanya menghasilkan beberapa bentuk citra yang selanjutnya diproses dan diinterpretasi guna menghasilkan data yang bermanfaat untuk aplikasi dibidang pertanian, arkeologi, kehutanan, geografi, geologi, perencanaan dan bidang-bidang lainnya.

Tujuan utama penginderaan jauh adalah untuk mengumpulkan data sumberdaya alam dan lingkungan. Informasi tentang objek disampaikan kepengamat melalui energi elektromagnetik yang merupakan pembawa informasi dan sebagai penghubung komunikasi. Dapat dikatakan bahwa penginderaan jauh pada dasarnya merupakan informasi intensitas panjang gelombang yang perlu diberikan kodenya sebelum informasi tersebut dapat dipahami secara penuh, proses pengkodean ini setara interpretasi citra penginderaan jarak jauh yang sangat sesuai dengan pengetahuan tentang sifat radiasi elektromagnetik.

Teknologi penginderaan jauh jika telah berkembang dengan paling cepat sejak manusia semakin sadar akan keseimbangan yang layak antara perkembangan sumber daya dan pemeliharaan lingkungan. Penginderaan jauh juga merupakan cara yang praktis untuk memantau secara berulang dan cermat atas sumberdaya bumi secara menyeluruh hal ini banyak membantu dalam menilai dampak aktivitas manusia terhadap udara, air dan lahan. Data yang diperoleh dari

penginderaan jauh menyajikan informasi penting untuk membuat keputusan yang mantap dan perumusan kebijaksanaan bagi perkembangan sumberdaya dan penggunaan lahan. Teknik penginderaan jauh juga telah digunakan dalam berbagai penerapan khusus.

2.1.1. Definisi Penginderaan Jauh

Penginderaan Jauh yang biasa disebut inderaja ataupun Remote Sensing adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu obyek, daerah, atau gejala yang dikaji (*Lillesand and Kiefer, 1979*). Selain itu Penginderaan Jauh juga diartikan sebagai teknik yang dikembangkan untuk perolehan dan analisis informasi tentang bumi. Informasi tersebut khusus berbentuk Radiasi Elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan dari bumi.

Definisi diatas merupakan definisi yang ideal dalam suatu kegiatan pengamatan suatu daerah tertentu. Beberapa kelebihan mengenai Penginderaan Jauh yaitu ; (1) Citra menggambarkan objek, daerah, dan gejala dipermukaan bumi relative lengkap, dan meliputi daerah yang luas; (2) Dari jenis citra tertentu dapat ditimbulkan gambaran tiga dimensional apabila pengamatan dilakukan dengan alat Stereoskop; (3) Karakteristik obyek yang tak tak tampak dapat diwujudkan dalam bentuk citar sehingga memungkinkan pengenalan objeknya; (4) Citra dapat dibuat secara cepat meskipun untuk daerah yang sulit untuk dijelajahi secara terrestrial dan lain lain.

2.1.2. Perkembangan Teknologi Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh pada awalnya dikembangkan dari teknik interpretasi foto udara. Pada tahun 1919 telah dimulai upaya pemotretan melalui pesawat terbang dan interpretasi foto udara (*Howard, 1990*). Meskipun demikian , teknik

interpretasi foto udara untuk keperluan sipil (damai) sendiri baru berkembang pesat setelah Perang Dunia II, karena sebelumnya foto udara lebih banyak dimanfaatkan untuk kebutuhan militer. Dalam dua dasawarsa terakhir, penggunaan teknologi satelit dan teknologi computer untuk menghasilkan informasi keruangan (peta) suatu wilayah semakin dirasakan manfaatnya. Penggunaan interpretasi citra secara manual baik foto udara maupun citra yang diambil melalui wahana selain pesawat udara dan sensor selain kamera, hingga saat ini telah cukup mapan dan diakui manfaat dan akurasi. Pengolahan atau pemrosesan citra satelit secara digital, di lain pihak belum sepenuhnya operasional untuk seluruh aplikasi di bidang survey- pemetaan.

2.2. Citra Landsat 7 ETM (Enhanced Thematic Mapper)

Satelit Landsat merupakan salah satu satelit sumber daya yang menghasilkan citra multispektral. Satelit ini milik Amerika Serikat yang diluncurkan pada tahun 1972 dengan nama ERST-1, keberhasilan satelit ini dilanjutkan peluncuran satelit berikutnya (Landsat-1 sampai Landsat-5). Landsat TM (Land Satellite Thematic) adalah satelit sumberdaya bumi generasi kedua yang merupakan penyempurnaan dari satelit Landsat, keunggulan satelit ini terletak pada jumlah saluran yaitu 7 saluran (band) serta digunakan saluran inframerah tengah dan infra merah termal.

Sensor ETM (Enhanced Thematic Mapper) merupakan pengembangan dari sensor TM mempunyai resolusi spasial 30x30 meter, sensor ETM juga didesain dapat seperti pada sensor TM yaitu : menggunakan panjang gelombang tampak, inframerah dekat, inframerah pendek dengan resolusi 30x30 meter, sedangkan informasi rupa bumi seluas 185x170 kilometer (100x100

nautical miles). Landsat ETM ditujukan untuk menerapkan sistem data yang diarahkan pada teknik pengenalan pola spektral menghasilkan citra terkelas (peta Tematik).

Penyajian saluran karakteristik spektral ada pada Landsat ETM pada tabel

2.1 dibawah ini :

Band	μm	Resolusi spasial	Kegunaan utama
1.	0.45-0.52	30x30 m	Untuk membedakan kejernihan air, pemetaan perairan pantai, membedakan antara tanah dengan vegetasi serta pepohonan berdaun lebat dan berdaun jarum.
2.	0.52-0.60	30x30 m	Untuk mengukur pantulan puncak vegetasi sebagai evaluasi ketegaran pohon / mendeteksi tanaman.
3.	0.63-0.69	30x30 m	Band yang paling berguna untuk membedakan tipe tanaman, lebih dari pada band 1 dan 2. warna serapan klorofil yang penting untuk membedakan vegetasi.
4.	0.78-0.90	30x30 m	Untuk meneliti biomas tanaman, dan juga membedakan batas tanah-tanaman dan daratan-air.
5.	1.55-1.75	30x30 m	Indikatif bagi kandungan kelembaban vegetasi dan kelembaban tanah, juga bermanfaat untuk membedakan salju dan awan.
6.	10.4-12.5	30x30 m	Untuk memetakan tipe batuan dan untuk pemetaan geothermal, mengukur tingkat stres tanaman, kebakaran, dan kelembaban tanah.
7.	2.08-2.35	30x30 m	Berhubungan dengan mineral ; rasion antara band 5 dan 7 berguna untuk mendeteksi batuan dan deposit mineral. Untuk analisis gangguan vegetasi, perbedaan kelembaban tanah, dan pemetaan tanah.
8.	0.52-0.90 (pankromatik)	15x15m	-----

sumber : (sabins 1986:86;jensen 1986:34)

2.2.1. Karakteristik Data Landsat TM

Data Landsat TM (Thematic Mapper) diperoleh pada tujuh saluran spektral yaitu tiga saluran tampak, satu saluran inframerah dekat, dua saluran inframerah tengah, dan satu saluran inframerah thermal. Lokasi dan lebar dari ketujuh saluran ini ditentukan dengan mempertimbangkan kepekaannya terhadap fenomena alami tertentu dan untuk menekan sekecil mungkin pelemahan energi permukaan bumi oleh kondisi atmosfer bumi.

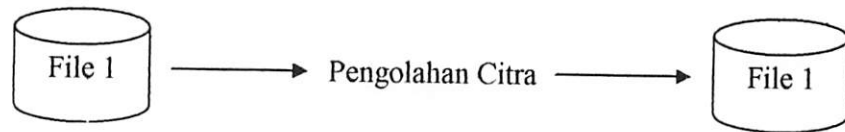
Jensen (1986) mengemukakan bahwa kebanyakan saluran TM dipilih setelah analisis nilai lebihnya dalam pemisahan vegetasi, pengukuran kelembaban tumbuhan dan tanah, pembedaan awan dan salju, dan identifikasi perubahan hidrothermal pada tipe-tipe batuan tertentu.

Data TM mempunyai proyeksi tanah IFOV (instantaneous field of view) atau ukuran daerah yang diliput dari setiap piksel atau sering disebut resolusi spasial. Resolusi spasial untuk keenam saluran spektral sebesar 30 meter, sedangkan resolusi spasial untuk saluran inframerah thermal adalah 120 m (Jensen,1986).

2.3. Pengolahan Citra Digital

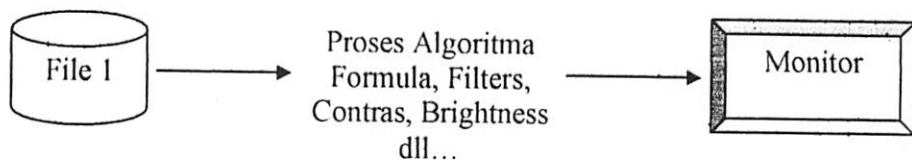
Pengolahan data citra dimulai pada tahun 1960-an untuk memproses citra dari satelit yang mengelilingi bumi. Pengolahan data citra dibuat dalam bentuk "disk to disk" dimana kita harus menuliskan spesifikasi file yang akan diolah, kemudian memilih tipe pemrosesan yang akan digunakan, kemudian menunggu komputer mengolah data tersebut serta menuliskan hasilnya kedalam file baru (gambar 2.2). jadi sampai *final file* terbentuk baru kita dapat melihat hasil

yang diharapkan, tetapi bila hasilnya jauh dari yang kita harapkan, maka kita harus mengulanginya dari awal kembali. Sampai tahun 1980-an proses tersebut masih digunakan oleh beberapa produk pengolahan data citra.



Gambar 2.1
Proses Pengolahan Data Citra Secara Tradisional

ER Mapper mengembangkan metode pengolahan citra terbaru dengan pendekatan yang interaktif, dimana kita dapat langsung melihat hasil dari setiap perlakuan terhadap citra pada monitor komputer. ER Mapper memberikan kemudahan dalam pengolahan data sehingga kita dapat mengkombinasikan berbagai operasi pengolahan citra dan hasilnya dapat langsung terlihat tanpa menunggu komputer menuliskan menjadi file yang baru (gambar 2.3). cara pengolahan ini dalam ER Mapper disebut Algoritma.



Gambar 2.2
Proses Pengolahan Data Citra Menggunakan ER

Keunggulan utama ER Mapper adalah kemampuannya untuk menghemat tempat-tempat pada hard disk komputer serta metode pengolahan data yang interaktif dimana setiap hasil proses dapat langsung dilihat tampilannya pada monitor. Hal ini membuat waktu pengolahan menjadi lebih cepat.

Beberapa kekhususan lain yang dimiliki ER Mapper adalah :

- Didukung dengan 130 format pengimport data.
- Didukung dengan 250 format pencetakan data keluaran
- Visualisasi tiga dimensi
- Didukung format digitasi untuk pendigitasian
- Formula, membuat suatu operasi matematika dan memasukkan nilai 3 digital citra pada operasi matematika tersebut, misalnya *Principal Component Analysis* (PCA).
- Klasifikasi, menampilkan citra menjadi kelas-kelas tertentu secara statistik berdasarkan nilai digitalnya, contoh : membuat peta penutupan lahan dari citra satelit Landsat-ETM.

2.3.1. Prosedur Pengolahan Data Citra dengan Software ER Mapper

Prosedur pengolahan data citra diawali dengan mengimport data sampai dengan hasil akhir dalam bentuk cetakan (*printing*). Dari beberapa prosedur ini, tidak semua prosedur harus dijalankan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan harapan, untuk beberapa aplikasi dapat dihasilkan keluaran yang diharapkan tanpa melalui seluruh prosedur pengolahan citra.

2.4. Konsep Restorasi Citra

Konsep citra diperlukan, apabila kualitas citra yang digunakan tidak mencakupi dalam mendukung studi tertentu. Namun sebenarnya semua citra yang diperoleh melalui perekaman sensor tidak lepas kesalahan, yang diakibatkan oleh mekanisme perekaman sensornya, gerakan dan sudut geometri bumi, serta kondisi

atmosfer pada saat perekaman. Restorasi citra adalah proses perbaikan kualitas citra supaya “siap pakai”.

Koreksi (restorasi) citra merupakan suatu operasi pengkondisian supaya citra yang digunakan benar-benar memberikan informasi yang akurat secara geometris dan radiometris. Khusus untuk koreksi radiometrik, operasi ini disebut juga operasi kosmetik citra, karena didalamnya tercakup proses pemolesan wajah citra supaya “layak pakai”. Karena proses ini juga dipandang sebagai upaya membangun kembali kenampakan spektral dan geometrik citra seperti yang seharusnya, maka koreksi citra kadang-kadang disebut pulai sebagai proses restorasi citra. Dalam hal ini ada koreksi, yaitu :

2.4.1. Koreksi Geometrik Citra

Koreksi geometrik, yaitu suatu proses menyamakan proyeksi citra pada suatu bidang datar (peta) yang sama dengan sistem proyeksi peta. Hal ini perlu dilakukan karena adanya distorsi geometri.

Koreksi geometri dilakukan karena selama proses perekaman data citra terdistorsi atau memiliki cacat yang diakibatkan gerak sapuan penjelajah dari satelit, gerak putaran bumi, dan bentuk permukaan bumi yang bulat. Distorsi geometris tersebut dapat terjadi dalam bentuk pergeseran pusat citra, perubahan ukuran citra, perubahan orientasi koordinat citra (*Skewed*) dan juga dapat berbentuk distorsi lain yang sifatnya tidak linier.

Distorsi ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain :

1. Instrumentasi

Yang termasuk kesalahan instrument adalah distorsi sistem optis, tidak liniernya mekanisme scanning dan tidak seragamnya selang pengambilan.

2. Rotasi bumi dan Geometri orbit bumi

Efek dari perputaran bumi adalah tidak sikunya citra yang terbentuk dari ketidakstabilan peralatan termasuk didalamnya variasi ketinggian dan perilaku.

3. Distorsi Panoramatik dan Plattform tidak stabil

Distorsi panoramatik merupakan fungsi dari sudut cakupan dari sensor. Besarnya distorsi tergantung pada sudut cakupan, semakin besar sudut cakupan, distorsi semakin besar.

Prosedur penerapan pada koreksi geometrik biasanya memperlakukan distorsi ke dalam dua kelompok, yaitu dipandang sistematis atau dapat diperkirakan sebelumnya, dan distorsi pada dasarnya dipandang acak atau tidak dapat diperkirakan sebelumnya. Distorsi sistematis dikoreksi dengan menerapkan rumus yang diturunkan dengan membuat matematika atau sumber distorsi.

Distorsi acak dan distorsi sistematis yang rumit dikoreksi dengan menggunakan analisis titik ikat medan (*Ground Control Point*). Titik ikat medan merupakan kenampakan yang lokasinya diketahui dan secara tepat dapat ditentukan posisinya pada citra satelit. Kenampakan yang baik sebagai titik ikat antara lain perpotongan jalan raya, tubuh air kecil, dan sebagainya.

Pada proses koreksi sejumlah besar titik ikat (*ground control*) ditempatkan sesuai dengan koordinat citra (lajur, garis) dan koordinat (koordinat UTM atau garis lintang dan bujur, sebagaimana terukur pada suatu peta atau di lapangan). Jumlah titik kontrol tergantung pada tingkat polinomial yang dipergunakan dalam transformasi koordinat. Pada umumnya tingkat polinomial dapat dibagi tiga yaitu polinomial orde 1 (satu), polinomial orde 2 (dua), dan

polinomial orde 3 (tiga). Jumlah ground control point untuk masing-masing orde dapat mengikuti rumus berikut :

$$\text{Jumlah titik ground control} = ((T + 1)(T + 2)) / 2$$

T = orde fungsi transformasi

Koordinat citra dalam c_i, r_i sedangkan koordinat ground control X_i, Y_i atau E_i, N_i

dimana :

$$X = f(c,r) ; Y = f(c,r) ; c = f(X,Y) ; r = f(X,Y)$$

Polinomial orde 1

$$X_i' = a_0 + a_1c + a_2r$$

Polinomial orde 2

$$X_i' = a_0 + a_1c + a_2r + a_2r + a_2r + a_3cr + a_4c^2 + a_5r^2$$

Polinomial orde 3

$$X_i' = a_0 + a_1c + a_2r + a_2r + a_2r + a_3cr + a_4c^2 + a_5r^2 + a_6r^2 + a_7r^2 + a_8r^2 + a_9r^2$$

Dimana :

X_i' = koordinat estimasi dari X

c_i = nomor kolom citra

r_i = nomor baris citra

a_0, a_1, \dots, a_9 = koefisien kuadrat terkecil

$$\text{Root Mean Square (RMS) Error} = [(X_i - Y_i)^2 + (X_i - Y_i)]^{0,5}$$

RMS Error maksimum adalah 2 (dua) kali ukuran piksel.

Sumber : (Danoedoro. P dalam Sari, Herlina . 2007)

2.5. Interpretasi Digital

Data penginderaan jauh numerik, interpretasi digital pada dasarnya merupakan klasifikasi dari piksel, piksel adalah bagian terkecil dari citra yang masih dapat dikenali. Proses klasifikasi dengan pemilihan kategori informasi yang diinginkan dan memilih training area untuk tiap kategori penutup lahan yang mewakili sebagian kunci interpretasi. Setiap obyek sepanjang garis penyiaman diilustrasikan dalam suatu bujur sangkar yang memuat histogram pantulan atau pancaran obyek permukaan bumi dalam bentuk setiap saluran. Beberapa jenis penutup lahan yang berbeda yaitu air, pasir, hutan, kota, tanaman pertanian dan runput kering. Beberapa jenis diatas menunjukkan pola spektral yang sangat khas, perbedaan nilai digital yang dapat diukur pada setiap saluran, dimana menjadi dasar bagi interpretasi citra secara otomatis dengan prosedur pola pengenalan spektral. Klasifikasi ini dibagi menjadi dua macam, yaitu :

A. Klasifikasi Terbimbing (*Supervised Classification*)

Yaitu merupakan sekumpulan algoritma yang didasari pemasukan contoh atau sample obyek (berupa nilai spektral) oleh operator. Lokasi geografis kelompok piksel sample ini disebut sebagai daerah contoh (training area). Sebelum sample diambil, operator harus mempersiapkan sistem klasifikasi yang akan diterapkan, seperti halnya klasifikasi manual. Dua hal yang harus dipertimbangkan dalam klasifikasi, ialah sistem klasifikasi dan kriteria sample. Pengambilan sample secara digital oleh operator, pada dasarnya merupakan cara 'melatih' komputer untuk mengenali obyek berdasarkan kecenderungan spektralnya. Untuk sistem sample area digunakan metode ground surveys dalam pengambilan sample area. Kriteria homogen, homogenitas sample dalam

klasifikasi digital ditunjukkan oleh homogenitas nilai piksel pada setiap area sample, cara mudah untuk mengambil sample yang memenuhi kriteria ini dengan mengambil piksel – piksel murni (*pure pixel*) pada luasan area sample yang homogen, pengambilan sangat mudah dengan mengambil piksel dibagian tengah kenampakan obyek. Sample yang baik tentunya mempunyai homogenitas nilai piksel yang tinggi. Dibawah ini dijelaskan metode – metode klasifikasi terbimbing yang digunakan dalam identifikasi data citra pada penginderaan jauh :

1. Klasifikasi minimum distance

Metode ini dilakukan dengan menentukan nilai spektral rata-rata pada tiap klas. Piksel akan memiliki koordinat posisional, karena pada dua saluran. Untuk memasukkan suatu piksel ke dalam suatu klas yang disebabkan piksel itu tidak dikenal, maka dilakukan dengan cara menghitung jarak piksel yang tidak dikenal terhadap nilai piksel rata-rata pada tiap klas. Setelah dihitung, maka piksel yang tidak dikenal tersebut akan dimasukkan ke dalam suatu kategori {misalkan jagung}. Apabila suatu piksel letaknya sangat jauh dari klas rata-rata yang telah ditetapkan oleh analisis, maka analisis akan mengklasifikasikan sebagai klas tidak dikenal.

2. Klasifikasi paralelipiped

Metode ini memberikan suatu kepekaan terhadap varian kategori dengan memperhitungkan jumlah nilai rangkaian digital tertinggi dan terendah pada diagram pancar dan saluran. Pada metode ini sangat sulit diklasifikasikan, apabila jumlah kategori saling bertampalan, pada piksel yang tak dikenal akan diklasifikasikan sebagai tak tentu atau secara

bebas ditempatkan pada salah satu klas diantara wilayah yang bertampalan.

3. Klasifikasi maximum likelihood

Pengklasifikasian maximum likelihood {maksimum-maksimum) adalah merupakan pengklasifikasian terbimbing secara parametik yang paling populer digunakan pada saat sekarang, untuk klasifikasi penutup/ penggunaan lahan dari data penginderaan jauh.

B. Klasifikasi Tak Terbimbing {*Unsupervised Classification*}

Berbeda dengan klasifikasi terbimbing, klasifikasi tak terbimbing secara otomatis diputuskan oleh komputer, tanpa campur tangan operator, walaupun ada proses interaksi ini sangat terbatas. Proses ini sendiri adalah suatu proses *iterasi*, sampai menghasilkan pengelompokan akhir gugus-gugus spektral. Campur tangan operator terutama setelah gugus-gugus spektral terbentuk, yaitu dengan menandai tiap gugus sebagai obyek tertentu. Oleh karena itu, teknik klasifikasi semacam ini disebut klasifikasi *a-posteriori* (setelah fakta), sebagai lawan *a-priori* (mendahului fakta).

2.6. Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis

Era komputerisasi telah membuka wawasan dan paradigma baru dalam proses pengambilan keputusan dan penyebaran informasi. Data yang mempresantikan “ dunia nyata” dapat disimpan dan diproses sedemikian rupa sehingga dapat disajikan dalam bentuk – bentuk yang lebih sederhana dan sesuai kebutuhan. Pemahaman mengenai “dunia nyata” akan semakin baik jika proses – proses manipulasi dan presentasi data yang direlasikan dengan lokasi – lokasi geografi dipermukaan bumi telah dimengerti.

Sejak pertengahan 1970-an, telah dikembangkan sistem – sistem yang secara khusus dibuat untuk menangani masalah informasi yang bereferensi geografis dalam berbagai cara dan bentuk. Masalah – masalah ini mencakup ;

- Pengorganisasian data dan informasi
- Penempatan informasi pada lokasi tertentu
- Melakukan komputasi, memberikan ilustrasi keterhubungan satu sama lainnya.

Sebutan umum untuk system – system yang menangani masalah – masalah diatas adalah SIG (Sistem Informasi Geografis). Dalam beberapa literatur. SIG dipandang sebagai hasil perkawinan antara system untuk bidang kartografi (CAC) atau system computer untuk bidang perancangan (CAD) dengan teknologi basis data (database).

Pada asalnya, data geografi hanya disajikan diatas peta dengan menggunakan symbol, garis dan warna. Elemen – elemen geografi ini dideskripsikan didalam legendanya, misalnya garis hitam tipis untuk jalan sekunder dan jalan – jalan berikutnya.

Selain itu, berbagai data dapat juga dioverlay kan berdasarkan system koordinat yang sama. Akibatnya, sebuah peta menjadi media yang efektif baik sebagai alat presentasi maupun sebagai bank tempat penyimpanan data geografis. Tetapi, media peta masih mengandung kelemahan atau keterbatasan. Informasi – informasi yang tersimpan, diproses dan dipresentasikan dengan suatu cara tertentu, dan biasanya untuk tujuan tertentu pula. Tidak mudah unuk merubah bentuk presentasi ini. Sebuah peta selalu menyediakan gambar atau simbol unsur

geografi dalam bentuk yang tetap atau statik meskipun diperlukan untuk berbagai kebutuhan yang berbeda (*prahasta, 2001*).

2.6.1. Definisi sistem informasi geografis

Sesuai dengan perkembangan definisi dari SIG juga mengalami perkembangan, sehingga beberapa pakar mendefinisikan SIG sendiri sesuai dengan penelitiannya, yaitu :

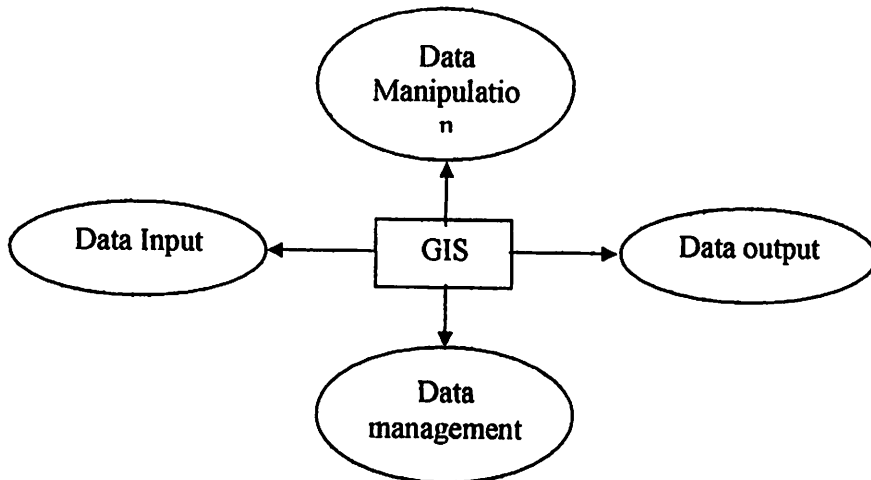
1. SIG adalah suatu fasilitas untuk mempersiapkan, merepresikan dan menginterpretasikan faktor – faktor (kenyataan) yang terdapat dipermukaan bumi (definisi umum). Untuk definisi yang lebih sempit SIG adalah konfigurasi perangkat lunak computer yang secara khusus dirancang untuk proses akusisi, pengolahan dan penggunaan data kartografi (*Tomlin, 1990 dalam Marlaela 2005*).
2. SIG adalah manajemen, analisa dan manipulasi dari spasial informasi untuk memecahkan masalah (*Fisher and Lindeberg dalam Marlaela 2005*).
3. SIG adalah sebuah sistem untuk menanggapi data yang secara langsung maupun tidak langsung dari spasial data bumi, yang meliputi: perolehan, manipulasi, analisa, penampilan dan manajemen data [*UK(United Kingdom) Assocation of Geographic Information (AGI) dalam Marlaela 2005*]
4. SIG adalah seperangkat alat berbasis computer yang memungkinkan untuk mengolah data spasial dan data non spasial menjadi informasi yang berkaitan tentang muka bumi serta digunakan untuk pengumpulan, penyimpanan, manipulasi, menganalisa dan menampilkan data yang

selanjutnya dipakai sebagai bahan untuk mengambil keputusan atau kebijaksanaan (Aronoff, 1993 dalam Marlaela 2005).

2.6.2. Subsistem SIG

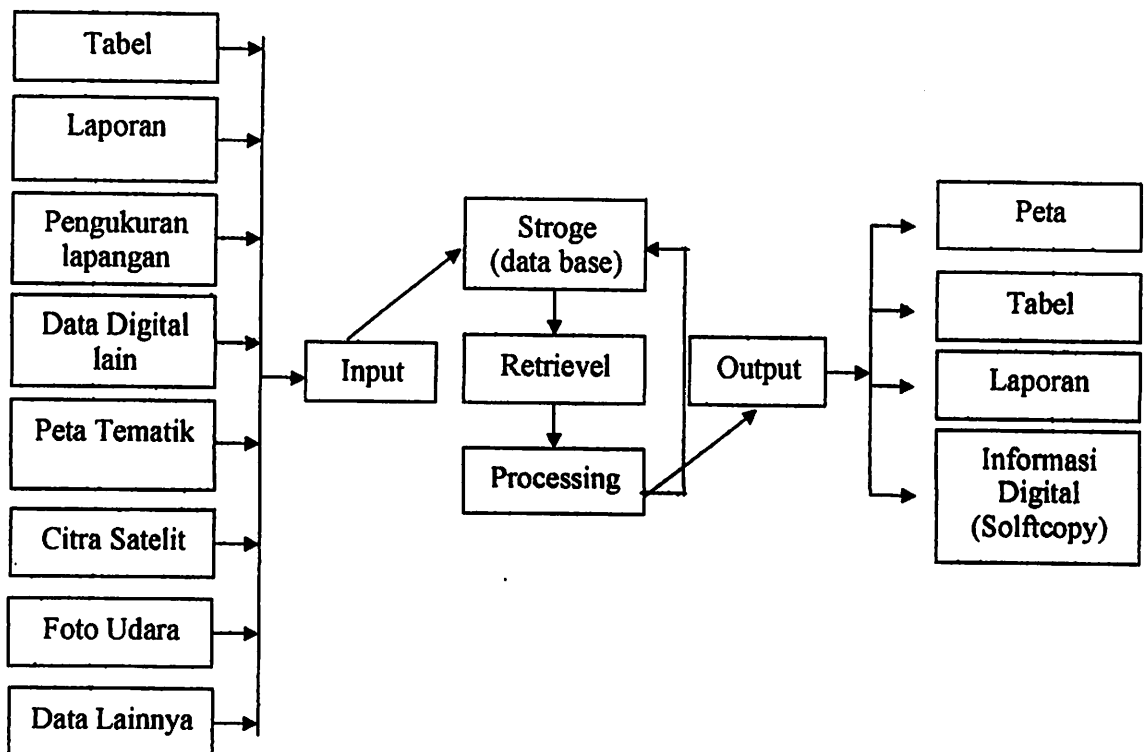
Jika definisi – definisi diatas diperhatikan, maka Sistem Informasi Geografis dapat diuraikan menjadi beberapa subsistem berikut : (Prahasta 2001).

1. Data Input bertugas untuk mengumpulkan dan mempersiapkan data spasial dan atribut dari berbagai sumber. Subsistem ini pula yang bertanggung jawab dalam mengkonfersi atau mentransformasikan format – format data aslinya kedalam format yang dapat digunakan oleh SIG
2. Data Output bertugas menampilkan atau menghasilkan keluaran seluruh atau sebagian basis data baik dalam bentuk *softcopy* maupun bentuk *hardcopy* seperti table, grafik, peta, dan lain –lain.
3. Data manajemen bertugas mengorganisasikan baik data spasial maupun atribut ke dalam sebuah basis data sedemikian rupa sehingga mudah dipanggil, di-update, dan di-edit.
4. Data Manipulasi & Analisa bertugas menentukan informasi – informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG. Selain itu, subsistem ini juga melakukan manipulasi dan permodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan.



Gambar 2.3 subsistem – subsistem SIG

Jika subsistem SIG diatas diperjelas berdasarkan uraian jenis masukan, proses, dan jenis keluaran yang ada didalamnya, maka subsistem SIG juga dapat digambarkan sebagai berikut :



gambar 2.4. Uraian Subsistem – Subsistem SIG

2.6.3. Komponen SIG

SIG merupakan system kompleks yang biasanya terintegrasi dengan lingkungan system – system computer lainnya ditingkat fungsional dan jaringan.

SIG terdiri dari beberapa komponen yaitu (*Prahasta Edi, 2001*) :

1. Perangkat Keras (Hardware)

Saat ini SIG tersedia untuk berbagai platform perangkat keras mulai dari PC deskop, workstation hingga multiuser host yang dapat digunakan oleh banyak orang secara bersamaan dalam jaringan computer yang luas, berkemampuan tinggi, memiliki ruang penyimpanan (hardisk) yang besar. Adapun perangkat keras yang sering digunakan untuk SIG adalah computer (PC), mouse, digitizer, printer, plotter dan scanner.

2. Perangkat Lunak (software)

SIG merupakan system perangkat lunak yang tersusun secara modular dimana basis data memegang peranan kunci. Setiap subsistem diimplementasikan dengan menggunakan perangkat lunak yang terdiri beberapa modul, hingga tidak mengherankan jika ada perangkat SIG yang terdiri dari ratusan modul program (*.exe.) yang masing – masing dapat dieksekusi sendiri.

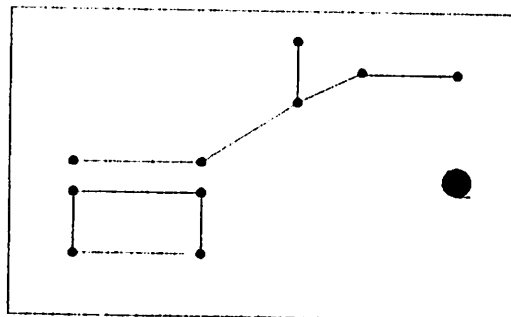
3. Data

SIG dapat mengumpulkan dan menyimpan data dan informasi yang diperlukan baik secara tidak langsung dengan cara mengimportnya dari perangkat lunak SIG lainnya maupun secara langsung dengan cara mendigitasi data spasialnya dari peta dan memasukkan data atributnya dari tabel – tabel dan laporan dengan menggunakan keyboard.

4. Manajemen

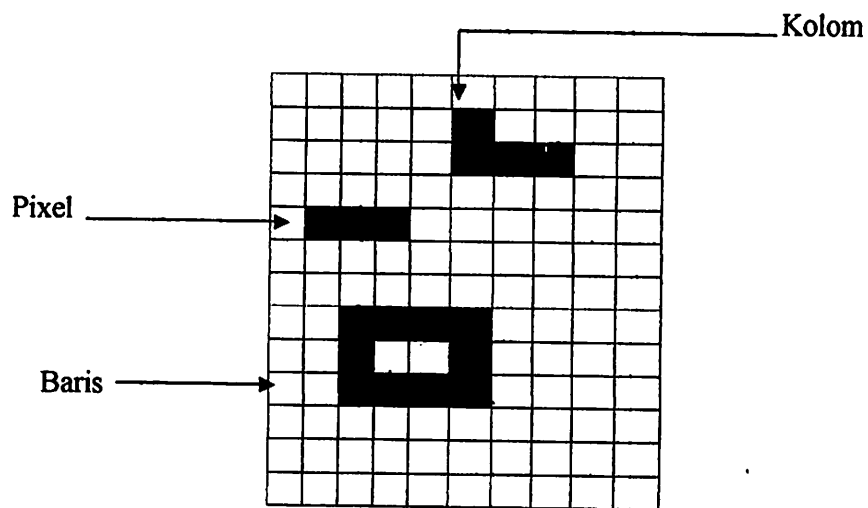
Suatu proyek SIG akan berhasil jika di-manage dengan baik dan dikerjakan oleh orang – orang yang memiliki keahlian yang tepat pada semua tingkatan. System informasi geografi pada dasarnya menerima tiga jenis data yang meliputi data grafis geografi (spasial), data atribut (non spasial) dan waktu. Ketiga dimensi dat tersebut saling berhubungan dan harus mengandung informasi tentang posisi, topologi serta atribut yang selalu dapt diperbaharui menurut kondisi yang ada.struktur penyimpanan data grafis dalam Sistem Informasi Geografi memiliki dua sistem format penyimpanan, yaitu :

- a) Vector model, adalah database yang penyajian obyeknya dalam rangkaian koordinat yaitu dalam titik, segmen garis atau luasan.



Gambar 2.5 Vektor Model

- b) Raster model, data base yang penyajian obyeknya dalam bentuk rangkaian elemen gambar (pixel) dan dalam setiap pixel mempunyai koordinat serta informasi (atribut ruang dan waktu). Dan obyek dalam bentuk titik, garis, dan polygon semuanya disajikan dan dinyatakan dalam titik atau sel.



Gambar 2.6 Raster Model

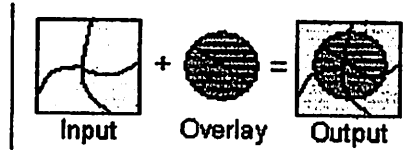
Sedangkan untuk data atribut adalah data yang berhubungan dengan karakteristik dan deskripsi dari unsur geografis. Data atribut ini dibagi menjadi tiga bagian berdasarkan :

1. Struktur hierarki, penelurusan data melalui tingkat pertingkat dan selalu harus berhubungan.
2. Network, pengembangan dari struktur data base dengan hubungan beberapa macam tipe data.
3. Relasional, dapat melakukan hubungan item yang sama pada table yang berbeda yang tidak disatukan.

Untuk data spasial dilakukan proses tumpang susun, pada SIG merupakan proses penggabungan dua layer untuk membentuk layer ketiga. Pada proses tumpang susun ini dibagi menjadi 3 proses tumpang susun, yaitu ;

1. Union :

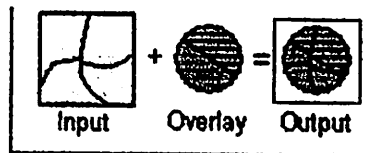
Proses tumpang susun polygon dan menyimpan semua area pada kedua coverage.



Gambar 2.7. Union

2. Identity :

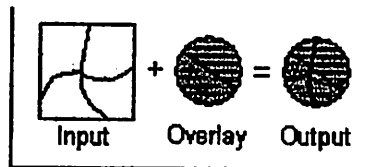
Proses tumpang susun titik, garis atau polygon pada polygon dan menyimpan semua feature coverage input.



Gambar 2.8. Identity

3. Intersect :

Proses tumpang susun titik, garis atau polygon pada polygon tetapi hanya menyimpan bagian dari feature coverage input yang terletak didalam polygon coverage overlay.



Gambar 2.9. Intersect

2.7 Pengertian Daerah Rawan Longsor

Daerah rawan longsor adalah daerah yang sangat berpotensi akan terjadinya tanah longsor, sangat erat dengan adanya erosi. Tanah longsor ini dapat diartikan sebagai sebuah pergerakan permukaan, tanah, batu, dan tumbuhan dibawah pengaruh gravitasi kearah bawah yang dapat terlihat secara jelas, dan juga tanah longsor merupakan salah satu proses geologi yang paling merusak

dimana dapat membunuh manusia dan binatang, menghancurkan bangunan perumahan dan industri begitu juga dengan pertanian dan hutan. Tanah longsor ini juga mempunyai tanggung jawab besar untuk kemunduran social ekonomi. Tanah longsor telah menjadi salah satu dari bencana alam terbesar untuk beberapa tahun belakangan ini pada beberapa Negara.

Ramalan akan daerah – daerah longsor menjadi sulit dikarenakan kerumitan dari faktor – faktor dimana mempengaruhi dan luasnya jarak hubungannya. Faktor – faktor yang biasanya berkaitan dengan tanah longsor antara lain geologi, tingkat kesuburan, temperature permukaan tanah, lapisan tanah, elevasi dan lereng. Lereng memiliki pengaruh besar terhadap kejadian longsor, komponen longsor yang digunakan untuk menentukan bahaya longsor adalah kemiringan, panjang, bentuk dan ketinggian.

Bentuk topografi dan kemiringan lereng berpengaruh terhadap longsor. Daerah perbukitan, pegunungan mempunyai lereng curam berkembang erosi parit yang kemudian dapat menyebabkan terjadinya longsor masa tanah dan batuan. Laju aliran permukaan dan rendahnya infiltrasi akan terus mempercepat erosi parit sehingga stabilitas lereng disekitarnya menurun dan sebagai proses ikatannya adalah terjadinya longsor. Kejadian ini banyak terjadi didaerah yang mempunyai ketinggian, kecuraman, tidak terdapatnya tanaman yang menompang laju erosi, pengundulan hutan, dan penggunaan lahan yang kurang sesuai didaerah perbukitan serta pegunungan.

Tanah longsor dapat dipicu baik oleh alam maupun perubahan – perubahan terhadap lingkungan yang disebabkan oleh manusia. Perubahan – perubahan secara alami ini mungkin terjadi disebabkan lemahnya komposisi atau

struktur dari batuan maupun tumbuhan, hujan lebat, aktivitas gunung berapi, perubahan pada permukaan air tanah, ataupun aktivitas pembangunan. Perubahan – perubahan yang disebabkan oleh manusia antara lain dikarenakan oleh pertanian secara terasing, pembutan jalan raya, pembuatan bangunan, kegiatan pertambangan dan perubahan pada irigasi atau pengerukan permukaan tanah.

Faktor – faktor terjadinya longsor :

- Lereng memiliki pengaruh besar terhadap terjadinya longsor, komponen lereng yang digunakan untuk menentukan bahaya longsor kemiringan, bentuk, panjang dan ketinggian. Komponen lereng sangat erat kaitanya dengan aspek gravitasi dan gaya geser sepanjang lereng.
- Aspek kondisi lahan yang berpengaruh terhadap terjadinya longsor adalah penutup lahan dan ada tidaknya penggalian tebing. Lahan yang berhutan lebih aman daripada lahan yang dibudidayakan.
- Tanah berpengaruh terhadap stabilitas lereng, yang ditentukan oleh aspek permeabilitas, tekstur, indek plastisitas, sudut gesek dalam, tekanan normal efektif, tekanan pori, dan kohesi.
- Curah hujan memiliki keterkaitan yang erat dengan kejadian longsor. Pada saat air jatuh dengan cepat memasuki tubuh tanah, tekanan air pori yang tinggi cenderung akan terbentuk dengan cepat yang mengakibatkan lereng yang labil. Longsor sering terjadi setelah kejadian hujan yang cukup lama dengan intensitas tinggi.

2.7.1. Tipe Tanah Longsor

Tipe tanah longsor dapat dibagi menjadi beberapa tipe yaitu :

1. CREEP

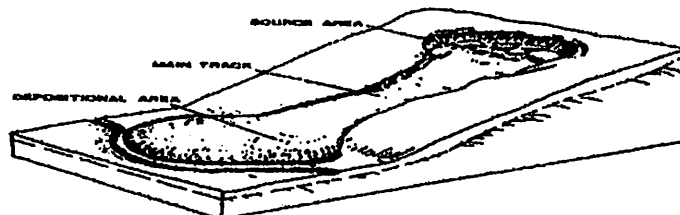
Pergerakan tanah atau batuan secara perlahan – lahan dan tidak kelihatan pada lereng. Indikasi terjadinya longsor ini adalah puncak pohon yang tidak lurus, pagar atau dinding bengkok, tiang listrik atau telepon yang miring, dan permukaan tanah yang bergelombang. Sumber: (PARBLEU technologies Assesses Landslide Risks in Cameroon – September 2003 – February 2004.htm).



Gambar 2.10 Type Longsor Creep

2. Longsoran Dan Aliran Tanah (EARTHFLOW)

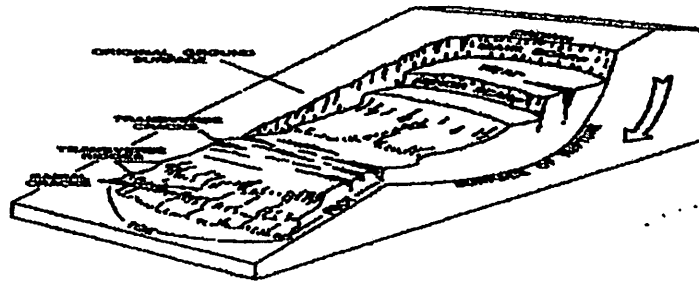
Pergerakan material tanah yang banyak mengandung pasir pada kemiringan sedang dan berbentuk seperti kolam pada ujung longsorannya. Bagiantengah longsor umumnya sempit dan bagian bawah lebih lebar dimana akan menyebar pada bawah lembah. Sumber: (PARBLEU technologies Assesses Landslide Risks in Cameroon – September 2003 – February 2004.htm).



Gambar 2.11 Type Longsor Earthflow

3. Longsoran Tanah Secara Rotasi (Rotational Slide)

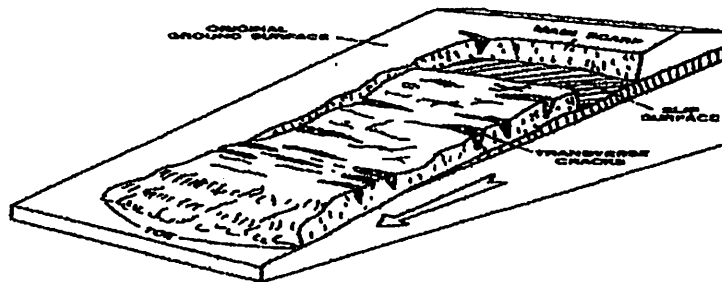
Longsoran Tanah Secara Rotasi (Rotational Slide). adalah permukaan longsoranya terbelah secara bertingkat dan meluncur secara parallel pada kemiringan lereng tertentu. sumber: (PARBLEU technologies Assesses Landslide Risks in Cameroon – September 2003 – February 2004.htm).



Gambar 2.12. Type Longsor Rotational Slidic

4. Longsoran Debris (Translational Slide)

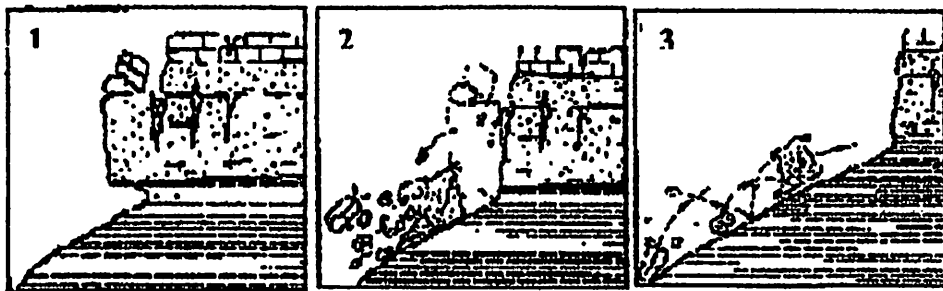
Longsoran Debris (Translational Slide) adalah permukaan tanah yang mempunyai massa besar dimana turun kebawah ataupun keluar disepanjang permukaan tanah yang relative datar dimana mempunyai rotasi pergerakan yang sedikit. Sumber : (PARBLEU technologies Assesses Landslide Risks in Cameroon – September 2003 – February 2004.htm).



Gambar 2.13. Type Longsor Translation Slide

5. Longsoran Batuan (Topple)

Longsoran Batuan (Topple) adalah bongkahan batuan yang berukuran besar yang miring ataupun berputar dari titik porosnya kemudian terpisah dari bagian utamanya, jatuh kelereng dibawahnya, dan memantul dan menggelinding kelereng dibawahnya. (sumber PARBLEU technologies Assesses Landslide Risks in Cameroon – September 2003 – February 2004.htm).



Gambar 2.14. Type Longsor Topple

2.7.2 Klasifikasi Tanah Longsor

Bencana tanah longsor yang kerap melanda berbagai wilayah memang harus diwaspadai dan diantisipasi. klasifikasi terhadap daerah rawan longsor sangat penting agar masyarakat dapat mengetahui tingkat kerawanan longsor dilingkungannya sehingga dapat dilakukan tindakan untuk mengantisipasi serta kesiapsiagaan jika ada gejala bencana itu datang.

Pada penelitian ini dibuat peta klasifikasi daerah rawan bencana longsor yang dapat digunakan sebagai data dasar dalam pencegahan bencana.

Di dalam klasifikasi tanah longsor diperlukan beberapa parameter antara lain, (Purwadhi 1997) :

- Kelerengan
- Jenis Tanah
- Curah hujan
- Penggunaan Lahan
- Geologi
- Tekstur tanah

Klasifikasi pada penelitian ini menggunakan 4 parameter yaitu: Jenis Tanah, Curah Hujan, Kelerengan, dan Penggunaan Lahan

Kriteria Pengharkatan Daerah Potensi Longsor :

- Tabel 2.1 Klasifikasi dan Pengharkatan Kelerengan

No	Kemiringan Lereng (%)	Klasifikasi	Skoring
1.	0 – 2 %	Rendah	10
2.	2 – 15 %	Sedang	20
3.	15 – 25 %	Tinggi	30
4.	>25 %	Sangat Tinggi	40

Sumber : (Van Zuindam (1979), Suprpto (1998), dengan Modifikasi)

- Tabel 2.2 Klasifikasi dan Pengharkatan Curah Hujan

No	Curah hujan (mm/tahun)	Klasifikasi	Skoring
1.	<1500 mm/th	Rendah	10
2.	1500 – 2000 mm/th	Sedang	20
3.	2000 – 2500 mm/th	Tinggi	30
4.	>2500 mm/th	Sangat Tinggi	40

Sumber : (BMG Kota Malang)

- Tabel 2.4 Klasifikasi dan Pengharkatan Penggunaan Lahan

No	Jenis Penggunaan Lahan	Klasifikasi	Skoring
1.	Hutan,Air	Rendah	10
2.	Sawah, Kebun,	Sedang	20
3.	Pemukiman, Tanah Ladang	Tinggi	30
4.	Lahan Kosong	Sangat Tinggi	40

Sumber : (Deputi Penginderaan Jauh – Lapan, 1999)

- Tabel 2.5 Klasifikasi dan Pengharkatan Jenis Tanah

No	Jenis Tanah	Klasifikasi	Skoring
1.	Assosiasi Aluvial Kelabu Alluvial Coklat Kelabu Alluvial Kelabu Alluvial Kelabu Tua	Rendah	10
2.	Komplek Latosol Coklat Kemerahan Latosol Coklat Asosiasi Latosol Coklat Kemerahan Latosol Coklat kemerahan	Sedang	20
3.	Komplek Andosol Coklat Asosiasi Andosol Coklat Andosol Coklat Brown Forest Soil	Tinggi	30
4.	Komplek Litosol,Regosol Mediterran Regosol Kelabu,Coklat	Sangat Tinggi	40

Sumber : (Model Sk Mentan No.837/ Kpts UM/II/1980) dengan modifikasi

Dari ke 4 parameter atau klasifikasi tersebut diatas akan dikelaskan menjadi 4 kelas kerawanan maka dapat ditentukan jarak (interval) nilai skor kerawanan longsor yaitu :

1. **Tidak Rawan**
2. **Cukup Rawan**
3. **Rawan**
4. **Sangat Rawan**

dengan rumus :

$$\text{Jarak (interval) nilai Skor} = \frac{\Sigma \text{ total max} - \Sigma \text{ total min}}{\Sigma \text{ total kelas}}$$

(Keterangan Rumus):

Σ total max : jumlah nilai skor tertinggi

Σ total min : jumlah nilai skor terendah

Σ total kelas : jumlah kelas parameter

Sumber : (subagyo, 1995)

$$\begin{aligned} \text{Jarak (interval) nilai Skor} &= \frac{160 - 40}{4} \\ &= 30 \end{aligned}$$

- Klasifikasi daerah rawan longsor berdasarkan analisis skoring :
 - Daerah yang **tidak rawan** longsor di Kabupaten Malang jika mempunyai nilai total skor 40 – 70
 - Daerah yang **cukup rawan** longsor di Kabupaten Malang jika mempunyai nilai total skor 71 – 100
 - Daerah yang **rawan** longsor di Kabupaten Malang jika mempunyai nilai total skor 101 - 130
 - Daerah yang **sangat rawan** longsor di Kabupaten Malang jika mempunyai nilai total skor 131 – 160

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian Tugas Akhir ini di Daerah Kabupaten Malang yang merupakan Kabupaten terluas kedua di Jawa Timur, setelah Kabupaten Banyuwangi, dengan ketinggian 399 - 662,5 m di atas permukaan laut. Sebagian besar wilayahnya berupa pegunungan. Bagian barat dan barat laut berupa pegunungan, batas-batas wilayah Kabupaten Malang adalah sebagai berikut :

Utara	: Kabupaten Pasuruan
Timur	: Kabupaten Lumajang
Selatan	: Samudera Hindia
Barat	: Kabupaten Kediri

3.2. Persiapan Penelitian.

Persiapan penelitian ini meliputi pengumpulan data penelitian untuk daerah Kabupaten.Malang yang meliputi data – data citra Landsat 7 ETM, peta penunjang, dan alat – alat yang digunakan.

3.2.1 Data yang diperlukan dalam penelitian

Adapun bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian :

1. Citra Landsat 7 ETM Kabupaten Malang Perekaman Tahun 2003.
2. Peta Digital Rupa Bumi Indonesia Kabupaten Malang Tahun 2000
Skala. 1:25.000
3. Peta Jenis Tanah Kabupaten Malang, Skala 1 : 25.000 Tahun 1998
4. Peta Kelerengan Kabupaten Malang, Skala 1 : 25.000 Tahun 2000
5. Peta Curah Hujan Kabupaten Malang, Skala 1 : 25.000 Tahun 1998

3.2.2. Alat – alat yang digunakan dalam penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua macam yaitu perangkat keras dan perangkat lunak.

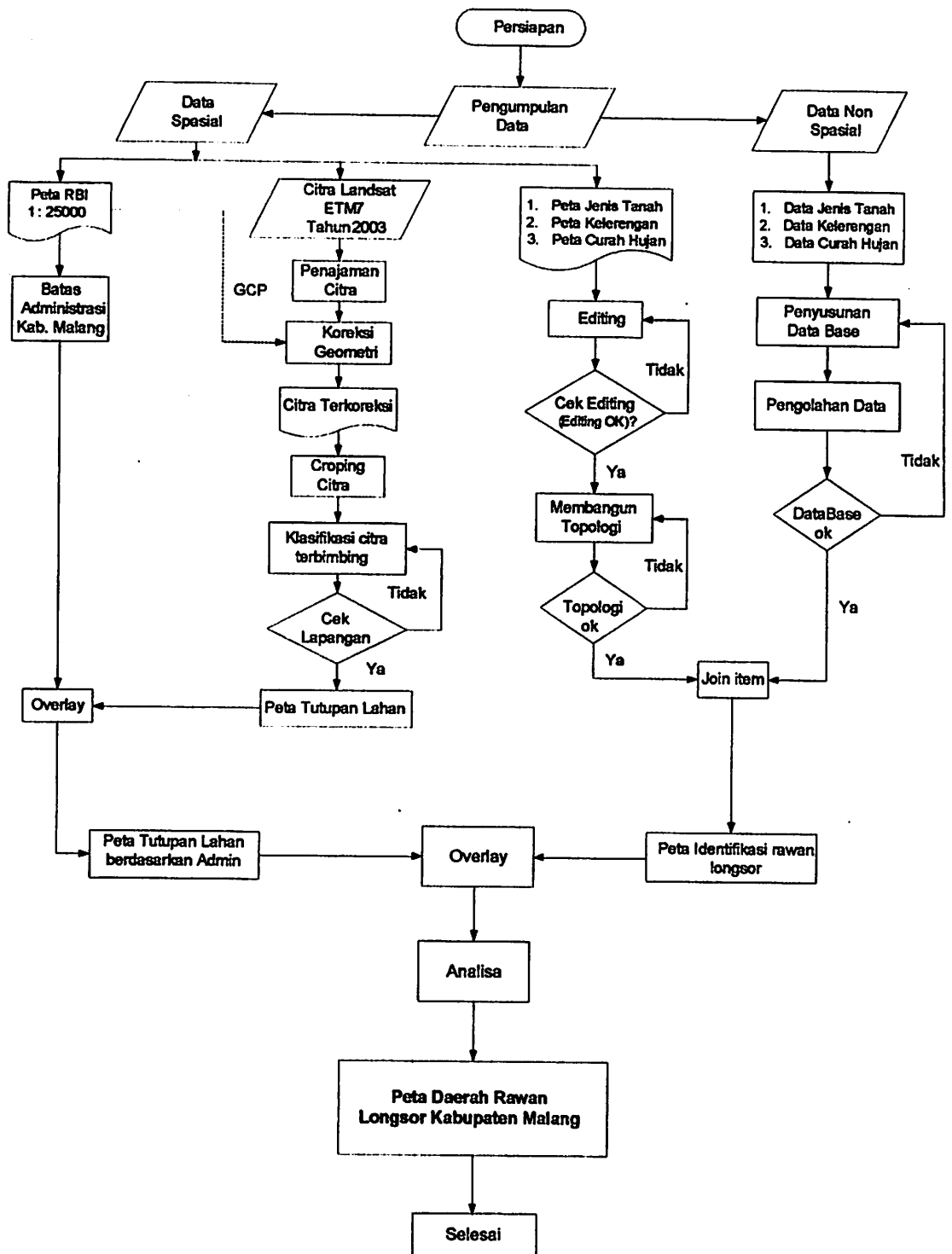
3.2.2.1. Perangkat Keras

1. PC Intel (R) Pentium (R) 4 CPU 3.06 GHZ +, Memory 512.
2. Monitor GTC 15'
3. Keyboard
4. Mouse
5. Printer Canon Pixma ip 1200

3.2.2.2. Perangkat Lunak

1. Auto CAD MAP 2004
2. ER Mapper 6.4
3. Arcview 3.3
4. Excel 2003

3.3. Diagram Alir Penelitian



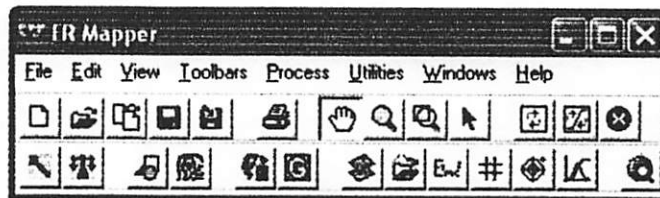
Keterangan Diagram Alir Penelitian :

1. **Persiapan, meliputi kegiatan pengumpulan data spasial data raster (Data citra Landsat 7 ETM), data vektor (Peta Rupa Bumi Indonesia Digital, Peta Jenis Tanah, Peta Kelerengan, Peta Curah Hujan), dan data non spasial (Data Jenis Tanah, Kelerengan, Curah Hujan), persiapan perangkat keras dan perangkat lunak**
2. **Penajaman citra, yaitu proses peningkatan kualitas visual citra.**
3. **Melakukan koreksi geometrik dengan menggunakan data peta referensi pada citra Landsat 7 ETM.**
4. **Cropping, yaitu pemotongan citra hasil overlay kemudian disimpan dalam suatu file untuk mendapatkan gambaran citra yang sesuai dengan batas daerah penelitian Kabupaten Malang.**
5. **Menentukan area sampel pada citra landsat 7 ETM**
6. **Melakukan klasifikasi digital untuk pemetaan tutupan lahan dengan Klasifikasi Maximum Likelihood**
7. **Melakukan cek lapangan dengan data hasil klasifikasi pemetaan tutupan lahan.**
8. **Tumpang susun peta tematik tutupan lahan Kabupaten Malang dengan peta digital batas administrasi didapat Peta Tutupan Lahan Berdasarkan Administrasi Kabupaten Malang.**
9. **Editing, proses perbaikan hasil digitasi peta jenis tanah, peta kelerengan, peta curah hujan. Peta yang dihasilkan dalam format DWG, setelah itu proses penyimpanan data dengan format DXF.**
10. **Membangun topologi dari hasil editing.**

11. Join item atau penggabungan peta jenis tanah, peta kelerengan, peta curah hujan dengan data base jenis tanah, kelerengan dan curah hujan.
12. Overlay atau tumpang susun Peta Tutupan Lahan Berdasarkan Admintrasi Kabupaten Malang dengan Peta Identifikasi Rawan Longsor Kabupaten Malang (Hasil Overlay Peta Jenis Tanah, Kelerengan dan Curah Hujan) menjadi Peta Daerah Rawan Tanah Longsor Kabupaten Malang.
13. Analisa Hasil Daerah Rawan longsor.
14. Peta Daerah Rawan Longsor Kabupaten Malang.

3. 4. Pengolahan Data Citra Landsat 7 ETM

Dalam pengolahan ini menggunakan software Er Mapper 6.4 dengan tampilan menu sebagai berikut :



Gambar 3.1. *Tampilan Menu Er Mapper*

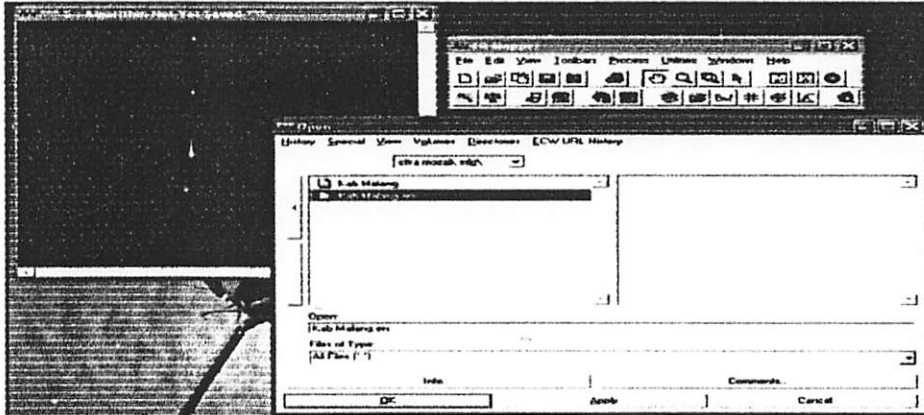
Tahap ini dimulai dari menampilkan data raster dan vektor, memperbaiki tampilan citra yang berupa kombinasi band yang ada pada citra, koreksi geometri dilakukan untuk menyamakan sistem proyeksi citra pada bidang datar dengan proyeksi peta dan dalam tahapan ini juga dilakukan interpretasi digital. Adapun tahapan pekerjaan pada pengolahan data citra Landsat 7 ETM Kabupaten Malang adalah sebagai berikut :

3.4.1 Menampilkan Citra

Menampilkan data Citra Landsat 7 ETM Kabupaten Malang ke layar monitor dengan perangkat lunak Er Mapper 6.4

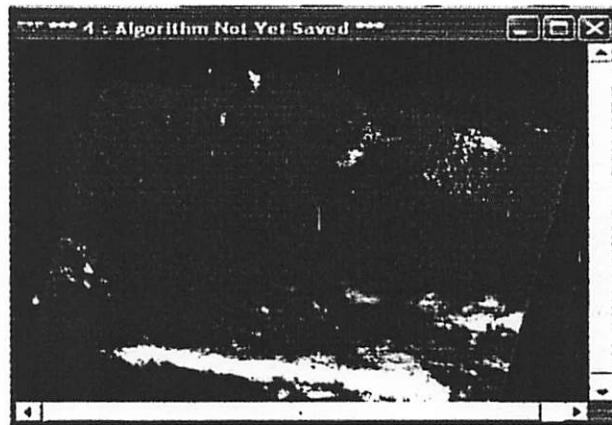
Adapun tahapan pekerjaannya adalah sebagai berikut :

1. Aktifkan program Er Mapper 6.4;
2. Dari Toolbars pilih *New*, kemudian pilih *open*, kemudian pilih data simpanan citra Kabupaten Malang.



Gambar 3.2 Tampilan Untuk Membuka Data Citra

3. Pada layar monitor akan muncul kotak dialog *Algorithm* dan pilih *Load a dataset*;



Gambar 3.3. Tampilan Citra

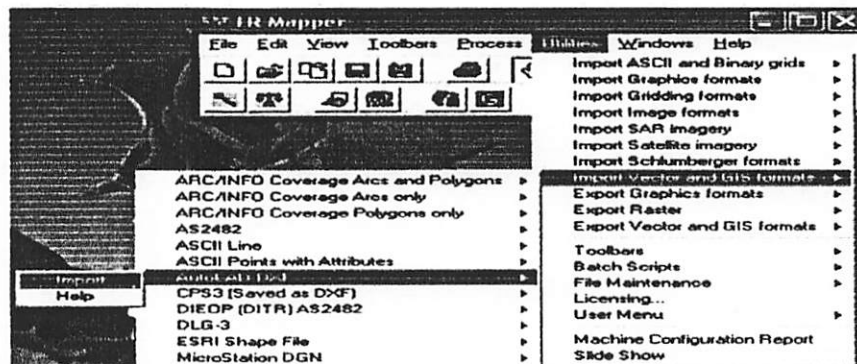
4. Pilih file *Kab.Malang.ers* OK. Pada toolbar di *Refresh* untuk menampilkan gambar citra dengan jelas pada layar monitor.

3.4.2 Import Data Vektor

Data vektor yang diimport adalah data spasial *Sungai* dan *Jalan* dari Peta topografi digital daerah Kabupaten Malang yang digunakan untuk koreksi geometri.

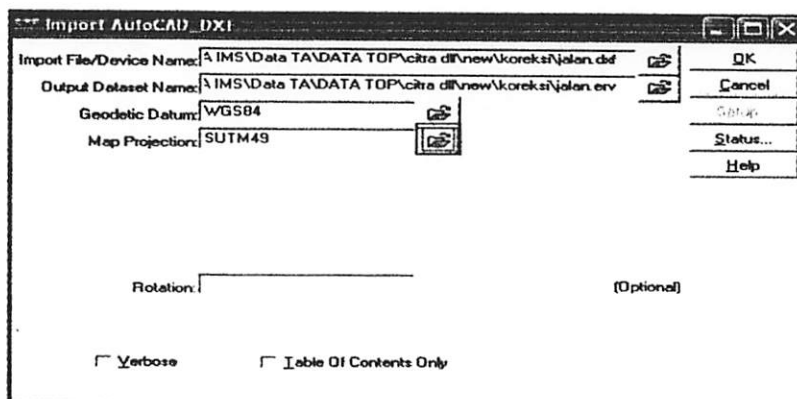
Adapun langkah-langkah dalam import data vektor ialah :

1. Pilih menu *Utilities*, pilih sub menu *Import Data Vektor and GIS Format*, pilih *AutoCad Dxf*, lalu pilih *Import*;



Gambar 3.4 Kotak Dialog *Import Vector and Gis Format*



2. Akan muncul kotak dialog *Import Autocad DXF*, isikan file *jalan.dxf* yang akan diimport pada kolom *Impprt File/Device Name*, dan isikan file hasil *jalan.erv* pada kolom *Output Dataset Name*, setelah itu pilih *Geodetic Datum* (menggunakan *WGS 84*) serta *Map Projection* (menggunakan *SUTM49*) sesuai dengan daerah studi. Langkah yang sama juga dilakukan untuk mengimport data spasial sungai;

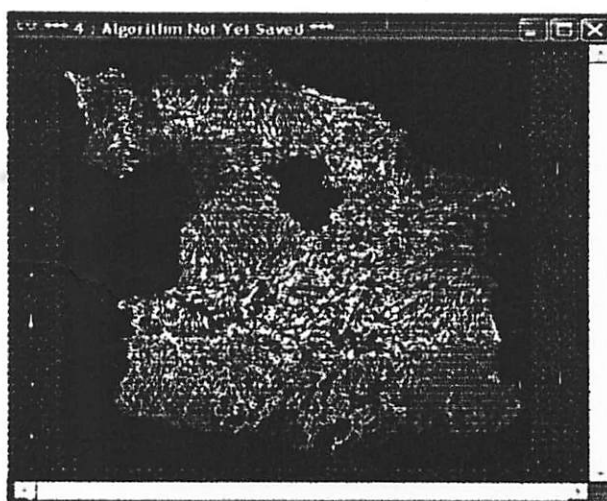


Gambar 3.5 Kotak Dialog Import AutoCad_DXF

3.4.3 Menampilkan Data Vektor

Data spasial sungai dan jalan daerah Kabupaten Malang hasil import dapat ditampilkan dengan langkah – langkah sebagai berikut :

1. Pilih icon  setelah muncul kotak dialog algorithm pilih *Edit* → *Add Vektor Layer* → *Annotation/Map Composition*;
2. Akan muncul layer *Annotation Layer*, pilih file *Sungai* dan *Jalan* yang akan ditampilkan lewat icon  *Dynamic Link Chooser*;
3. Hasil tersebut disimpan dengan nama file *Gabung.alg*.





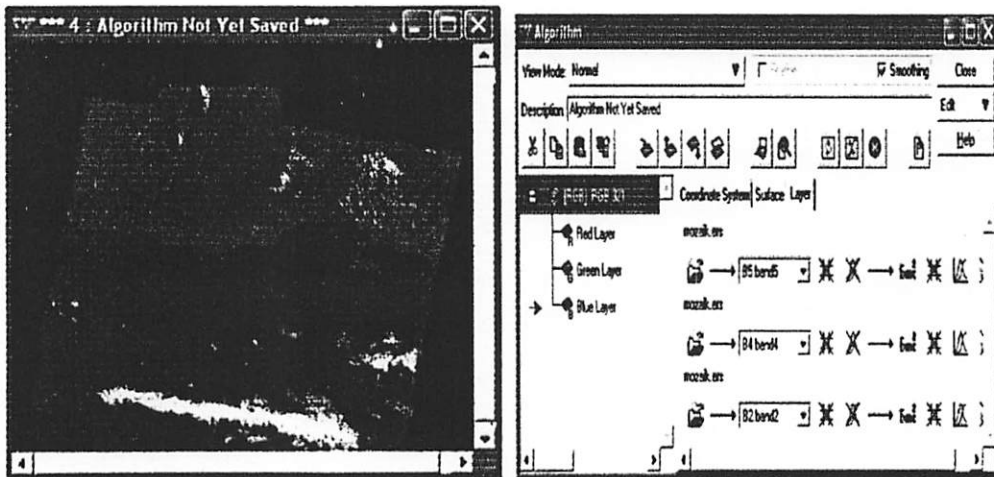
Gambar 3.6
Tampilan Data Vektor Jalan dan Sungai Hasil Import

3.4.4 Pembuatan Citra Komposit

Dalam tahap ini dibuat kombinasi dari band yang ada pada Citra untuk membantu mengidentifikasi dan interpretasi penampakan objek dipermukaan bumi.

Adapun langkah – langkahnya sebagai berikut :


1. Buka Citra Landsat 7 ETM dengan icon 
2. Akan muncul kotak dialog algorithm pada tampilan layer dan tampilan citra yang digunakan untuk penelitian.
3. Pilih icon  untuk membuat kombinasi warna, kita harus membuat kombinasi dalam layer Red, Layer Green dan Layer Blue.
4. Dalam kotak dialog algorithm terlihat jenis surfacnya Red, Green dan Blue dengan setiap layer diisi band sesuai dengan kebutuhan interpretasinya dalam hal ini menggunakan kombinasi band 5.4.2.

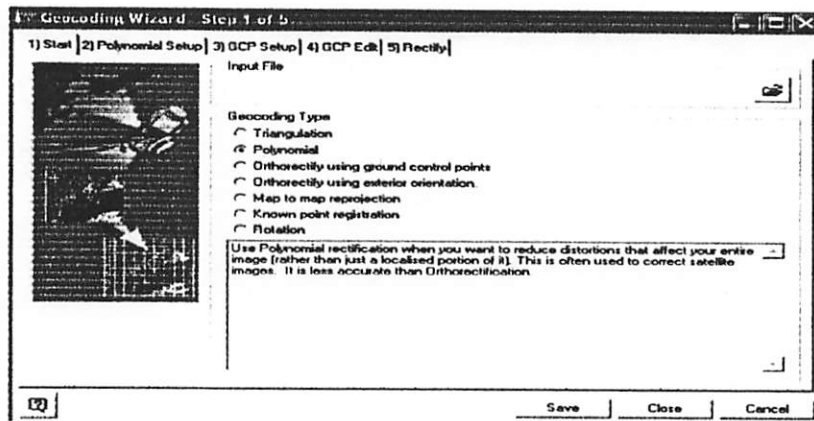


Gambar 3.7 Citra Hasil Kombinasi

3.4.5 Koreksi Geometri


Koreksi Geometri adalah proses memberikan koordinat geo referensi pada setiap yang ada pada citra. Koreksi ini dilakukan dengan data spasial sungai dan jalan dari peta topografi digital. Tahapan proses koreksi adalah sebagai berikut :

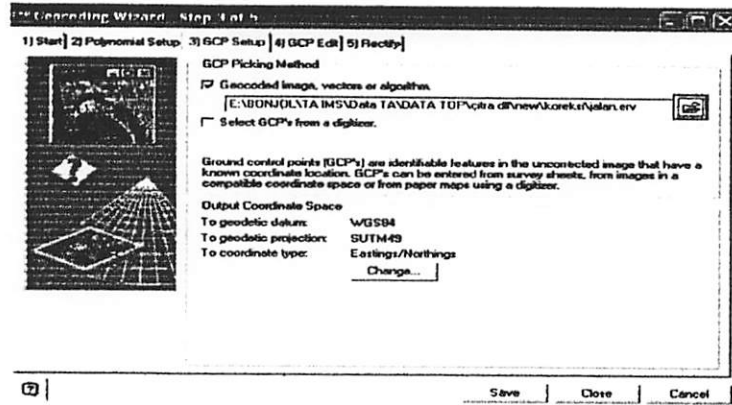
Pilih icon *Ortho and Geocoding Wizards*  , dan akan muncul kotak dialog Geocoding Wizards.






Gambar 3.8 Geocoding Wizard

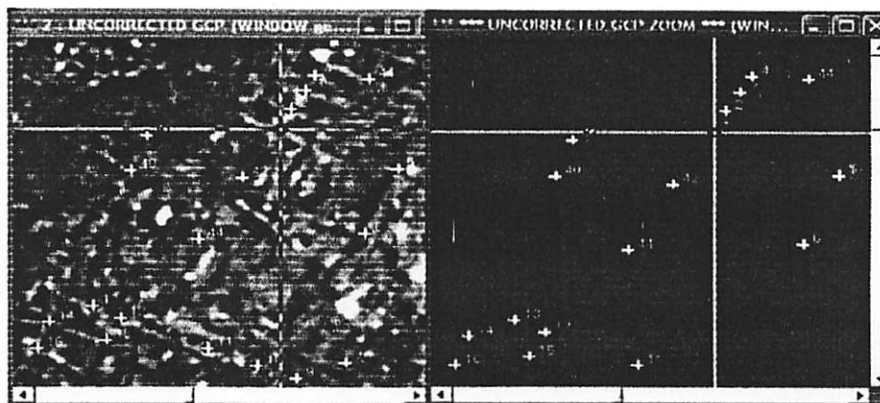
Pada kotak dialog Geocoding Wizards terdapat lima tahapan sebagai berikut

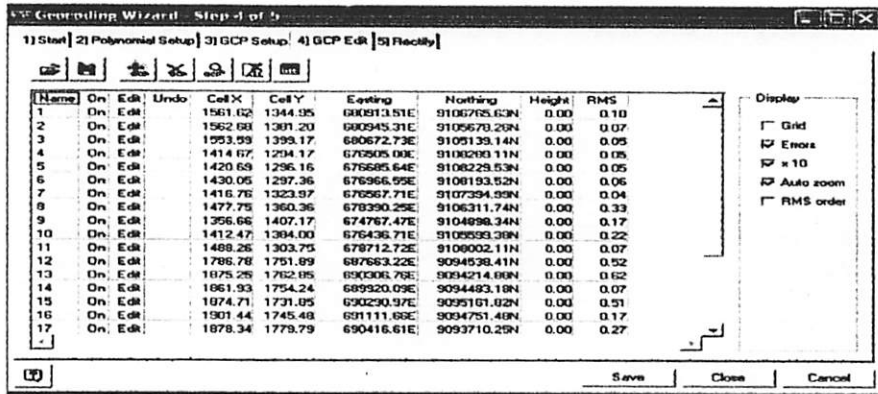
1. Tahapan pertama pilih file yang akan dikoreksi geometri dari icon  serta tentukan Geocoding Typenya adalah Polynimial.
2. Tahap kedua, tentukan type *Polynimial* order adalah Linier.
3. Tahap ketiga, tentukan GCP Picking Method dengan memilih Geocoded image, vektor or algorithm dan kita menentukan nama file acuan, pada Output Coordinate Space akan nampak datum dan system proyeksi dari hasil citra akhir.



Gambar 3.9 GCP Setup

4. Tahap keempat, menentukan titik kontrol yang merupakan titik sekutu yang sama pada citra dengan acuan vektor misalnya belokan sungai, titik perempatan jalan, perpotongan antara antara jalan dan sungai.
5. Gunakan icon  untuk membuat atau menambah titik kontrol baru, kemudian dengan menggunakan icon  tentukan titik kontrol pada windows citra dan selanjutnya ke windows acuan vektor. Untuk menghapus titik kontrol yang salah pilih icon  - Demikian seterusnya sampai diperoleh penyebaran titik kontrol yang banyak dan merata





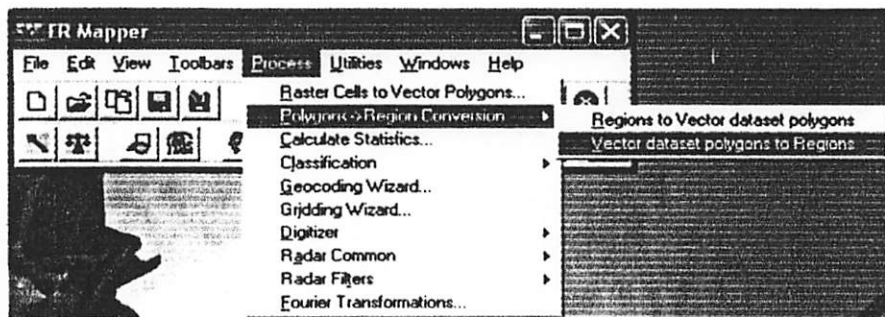
Gambar 3.10 Proses Koreksi Geometrik

6. Proses rektifikasi dilakukan pada saat pelaksanaan koreksi geometri dengan menampilkan titik-titik kontrol yang banyak dan merata pada obyek dipermukaan bumi.

3.4.6 Cropping Citra Landsat 7 ETM

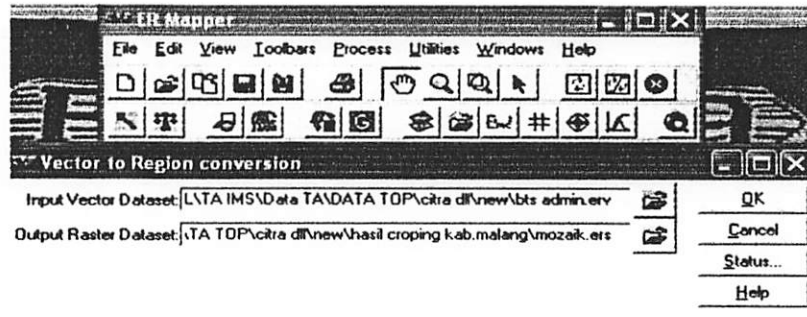
Untuk dapat melakukan pekerjaan cropping Citra Landsat7ETM sesuai dengan daerah penelitian, maka terlebih dahulu antra Citra Landsat7ETM yang terkoreksi dengan peta digital harus dioverlaykan. Adapun langkah-langkah untuk memotong citra tersebut adalah sebagai berikut :

1. Pilih *Menu Process* → *Polygon* → *Region Conversion* → *Vector dataset Region to polygons*






Gambar 3.11 Menu Process Polygon (-) Region Conversion

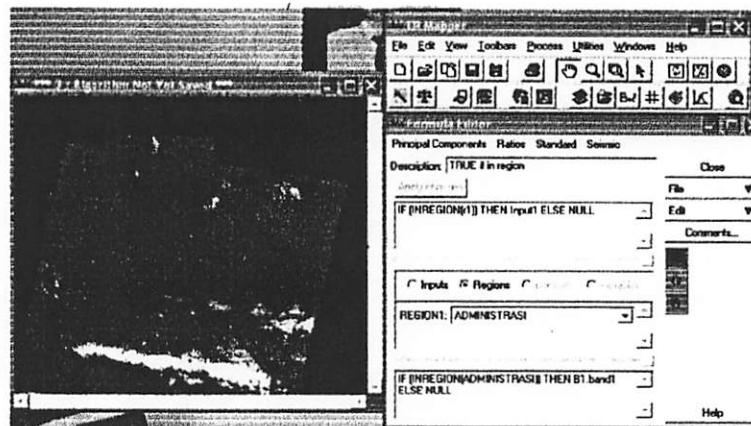
2. Kemudian akan tampil kotak dialog *Vector to Region conversion*, lalu isikan Input *Vektor Data Set* 'bts admin.erv', serta *Output Raster Dataset* 'mozaik.erv'







Gambar 3.12 *Vector to Region Conversion*

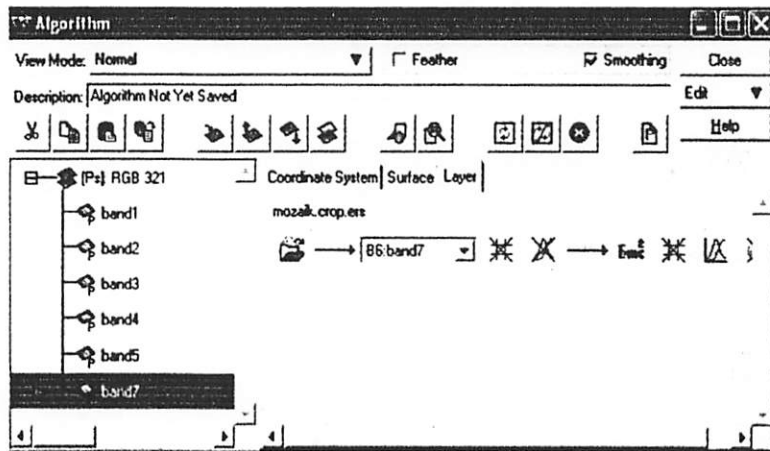
Setelah data vektor telah masuk didalam dataset dalam bentuk Region, maka langkah selanjutnya adalah ;

3. *Buka citra Landsat 7 ETM* dengan ikon  untuk '*Kabupaten Malang*'
4. Pilih icon  (*Formula Editor*) → *Standart* → *Inside Region Polygon*
Test → *Region* → *Administrasi* → Gambar Red 




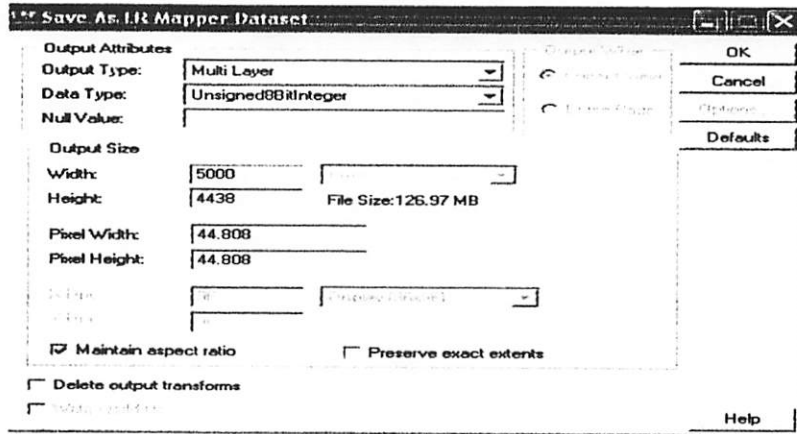
Gambar 3.13 *Formula Editor*

5. Setelah proses tersebut kemudian klik untuk warna Green (hijau)  dan Blue (biru) 
6. Setelah proses tersebut maka akan terbentuk hasil cropping citra.
7. Kemudian pilih , setelah muncul kotak *dialog algorithm*, arahkan kursor ke *layer pseudocolor*, kemudian pilih  (*duplicate layer*) tersebut sebanyak tujuh layer.
8. Ganti tiap nama layer pseudocolor menjadi **Band1**, **Band2**,..... dan seterusnya sampai **Band7**




Gambar 3.14 Kotak Dialog Algorithm

9. Setelah itu klik *save*  kemudian beri nama 'mozaik crop' dengan files of type (.ers), lalu klik ok.



Gambar 3.15 Kotak Dialog Save As ER Mapper Dataset

10. Buka *Citra Landsat 7 ETM* hasil cropping yang sudah jadi dengan ikon

 dalam file 'mozaik crop.ers'



Gambar 3.16 Hasil Cropping

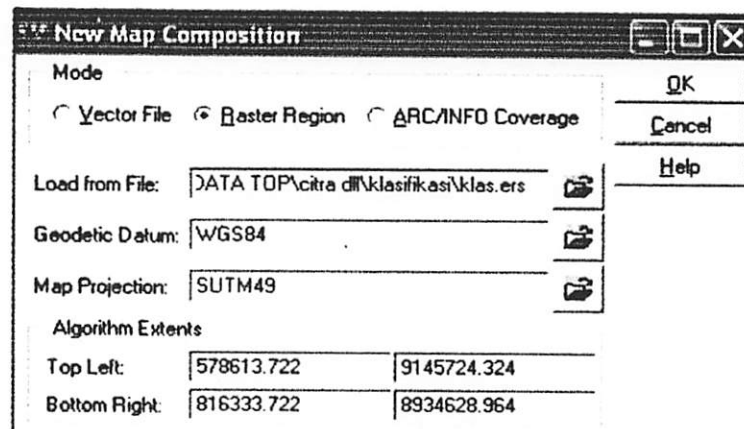
3.5 Proses Klasifikasi Citra

Pada pekerjaan proses klasifikasi dalam penelitian ini digunakan metode klasifikasi terbimbing (supervised). Metode ini digunakan ketika mempunyai pengetahuan yang cukup dari dataset dan pada posisi atau area mana suatu wilayah atau kelas-kelas tersebut berada di lapangan, dan bertujuan membuat kelas – kelas pada citra satelit berdasarkan nilai spektral tiap pixel yang ada.


3.5.1 Training Sample

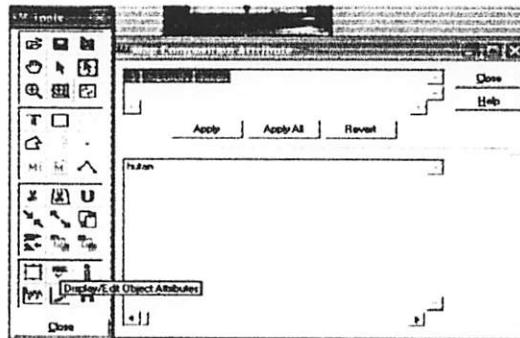
Adapun pekerjaan yang dilakukan pada proses menentukan area sampel ini antara lain adalah :

1. Buka file yang akan diklasifikasikan, buat komposit warnanya agar memudahkan dalam membedakan obyek yang akan dikelaskan. Komposit yang umum digunakan adalah RGB 542.
2. Kemudian dari *menu bar pilih edit* kemudian pilih “*Edit*” / “*Create Regions*” akan muncul kotak dialog *New Map Composition*, lalu klik Ok.
3. Kemudian akan muncul kotak “*Tools*”, pada kotak “*Algorithm*” akan muncul “*Region Layer (Outline)*”.




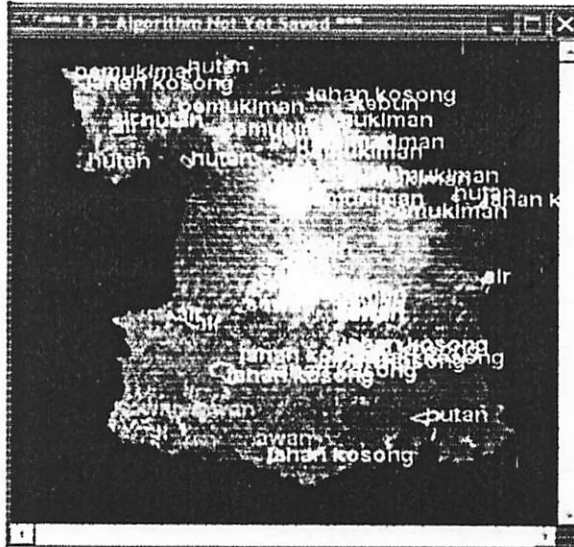
Gambar 3.17 Kotak Dialog *New Map Composition*

4. Dari kotak "*Tools*" ini buat poligon training area yang mewakili obyek-obyek yang akan kita kelaskan. Klik icon "*Region Layer*" untuk memulai pengambilan poligon training area.
5. Dari kotak "*Tools*" ini dibuat poligon training area yang mewakili obyek-obyek yang akan dikelaskan. Untuk membuat poligon dengan mengklik kiri untuk memulai poligon dan seterusnya lalu diakhiri dengan mengklik kiri dua kali, maka poligon akan menutup. Atau dengan cara memilih tombol  lalu membuat poligon untuk area sampel.



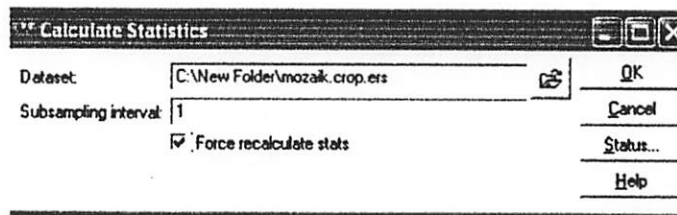
Gambar 3.18 *Tampilan Kotak Map Composition Attribute*

6. Ketikkan nama kelasnya dengan menekan tombol  , misal : Hutan, kemudian klik "*Apply*".
7. Setelah semua poligon selesai dibuat , maka simpan *Raster Region* tersebut dengan menekan tombol save pada kotak dialog *Edit Tools*.
Tekan Close.



Gambar 3.19 Citra Landsat 7 ETM Kab. Malang Penentuan Sampel Area

8. Lakukan proses yang sama untuk obyek-obyek yang lain. Setelah semua obyek terwakili melalui poligon training area, kemudian klik “Close” pada kotak “Tools”. Kemudian pada menubar pilih “Process” → “Calculate Statistic...” dan akan muncul kotak dialog baru.

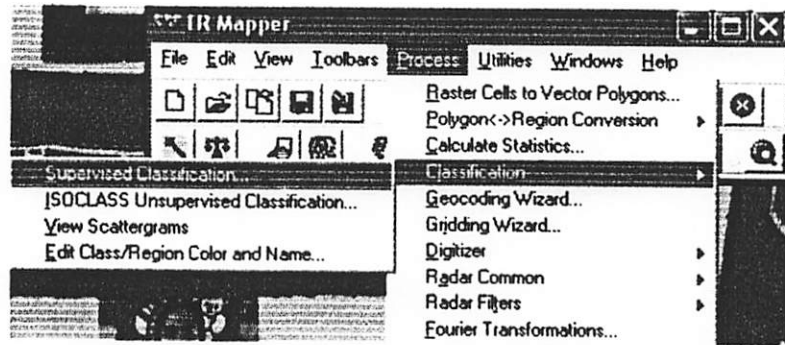


Gambar 3.20 Kotak Dialog Calculate Statistik

3.5.2 Proses Klasifikasi Terbimbing

Adapun pekerjaan – pekerjaan yang dilakukan pada proses klasifikasi ini adalah sebagai berikut :

1. Pilih *menu bar Process* → *Classification* → *Supervised Classification* sehingga tampil kotak dialog Supervised Classification.





Gambar 3.21 Kotak Dialog Process Classification

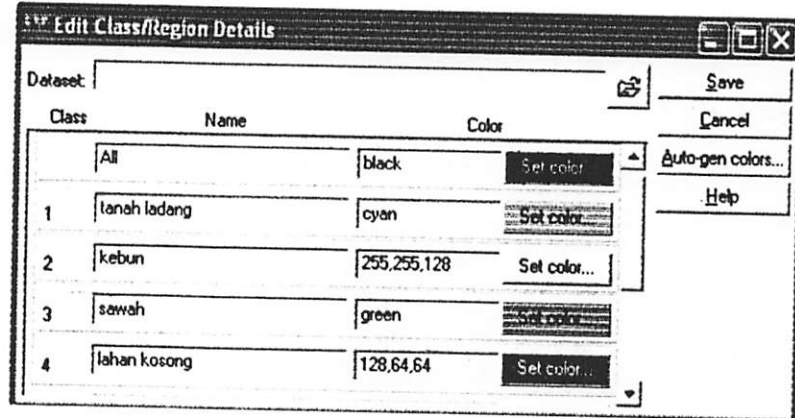
2. Pada kotak dialog Supervised Classification, isikan input band dan nama file dataset yang akan dihasilkan dari proses klasifikasi tersebut.
3. Masih pada kotak dialog Supervised Classification, masukkan parameter – parameter yang dipakai dalam klasifikasi supervised seperti dalam metode klasifikasi dan area sampel yang dipakai. Lalu tekan Ok untuk memulai proses klasifikasi supervised tersebut.



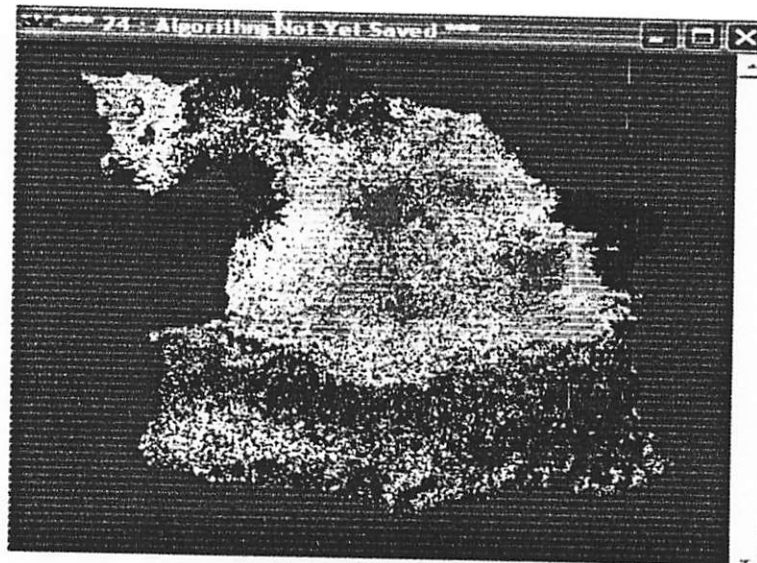
Gambar 3.22 Kotak Dialog Supervised Classification

4. Tampilkan data citra lewat kotak dialog algorithms, pilih icon , setelah muncul kotak dialog algorithm ganti layer pseudocolor dengan layer class display, pilih ikon  load data set untuk memilih nama file hasil klasifikasi.

5. Untuk editing nama dan warna kelas lebih lanjut pilih Menu Bar Edit → Edit Class/Region Color and Name. Agar penempilan hasil klasifikasi lebih baik maka aturlah pewarnaan yang baik dengan mengatur warna dari masing – masing kelas.





Gambar 3.23 Kotak Dialog Edit Class/Region Details



Gambar 3.24 Citra Hasil Klasifikasi Maximum Likelihood

3.5.3 Ketelitian Klasifikasi Citra Landsat 7 ETM kabupaten Malang.

Hasil dari klasifikasi perlu diketahui seberapa besar ketelitiannya yaitu dengan cara lain :

1. Buka file Citra (**Kab_Malang051_class.ers**) yang sudah terisi training area.
2. Pada window utama ER Mapper pilih icon algorithm  untuk menampilkan window **Algorithm**.
3. Pilih **Red Layer** kemudian pilih icon  yang terdapat pada window **Algorithm** sehingga akan tampil window **Formula Editor**. Karena terdapat enam kelas tutupan lahan hasil dari interpretasi citra maka tuliskan formula dibawah ini:

**If inregion(region1) or inregion(region2) or inregion(region3) or
inregion(region4) or inregion(region5) or inregion(region6) or
inregion(region7) or inregion(region8)**

4. pilih **Apply change** kemudian pilih pastikan bahwa :

Region 1 : Tanah Ladang

Region 2 : Kebun

Region 3 : Sawah

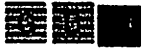




Region 4 : Lahan kosong

Region 5 : Hutan



Region 6 : Pemukiman

Region 7 : Air

Region 8 : Awan

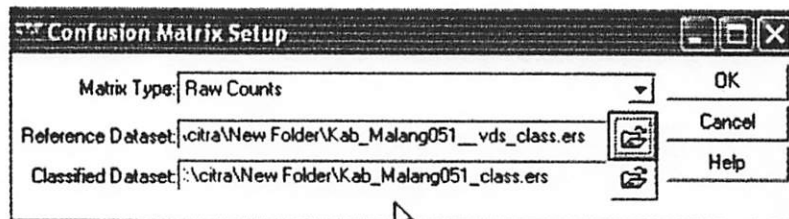
5. Lakukan langkah 3 (tiga) dan 4 (empat) untuk layer – layer yang lain (green dan blue) yaitu dengan memilih icon 
6. Tutup window **Formula Editor** dengan memilih tombol **Close**.
7. Simpan file Citra dalam format Virtual datase (*.ERS) yaitu dengan memilih icon  yang terdapat pada window utama ER Mapper. Beri tambahan tulisan vds diakhir nama file outputnya untuk menandakan bahwa file yang disimpan merupakan tipe virtual dataset, sebagai contoh misalkan nama output file adalah **Kab_Malang051_class_vds.ers**. Pilih tombol **OK** untuk proses penyimpanan. Pilih **YES** untuk “delete final transforms for virtual dataset“
8. Pada window **Algorithm** pilih tombol edit ➤ **Add Vector Layer** ➤ **Region Layer**, untuk menambahkan **Region Layer** pada window **Algorithm**. Pilih kemudian pilih icon **load dataset** , pilih file (**Kab_malang051_class.ers**) yang terisi training area.
9. Masih dalam window **algorithm**, pilih icon **Anotate Vector Layer** untuk menampilkan window **Tools**.
10. Pilih icon **Save As**  pada window **Tools** untuk menampilkan kotak dialog **Map Composition Save As**. Pastikan bahwa telah terpilih. Pada kotak isian **Save to file** pilih icon , kemudian pilih file format virtual dataset (**Kab_Malang051_vds_class.ers.**) yang baru saja dibuat.
11. pilih tombol **OK** lalu pilih **YES** untuk **Overwriting file**.
12. Tutup semua window kecuali window utama **ER Mapper**.

13. Dari window utama ER Mapper pilih menu proses \Rightarrow Classification \Rightarrow Supervised Classification, untuk menampilkan kotak dialog **Supervised Classification**.

14. Pada kotak isian Input data set pilih icon  lalu pilih ke file format virtual dataset (Malang) Tentukan Output File yaitu dengan memilih icon  pada kotak isian **Output Dataset**, pastikan bahwa **Classification Type : Maximum Likelihood Enhanced Neighbor** dan **Input Bands : All**. Catatan : file hasil klasifikasi ini diberi tambahan tulisan *vds_class*, sebagai contoh nama file output adalah **Kab_Malang051_vds_class.ers**.

15. Pilih tombol **OK** untuk melakukan proses klasifikasi. Jika proses telah selesai pilih **OK** lalu tutup semua Window kecuali window utama ER Mapper.

16. Dari window utama ER Mapper pilih menu View \rightarrow Statistics \rightarrow Confusion Matrix, untuk menampilkan kotak dialog **Confusion matrix setup**.



Gambar 3.25
Kotak dialog Confusion Matrix Setup

Pastikan bahwa :

- a. Matrix Type : **Raw Counts**
- b. Reference Dataset : **Kab_Malang051_vds_class.ers**
- c. Classified Dataset : **Kab_Malang051_class.ers**

17. Pilih **OK** maka tampil; window **Confusion Matrix Display**.

- Pilih **Print/Save** untuk menampilkan kotak dialog **Print**. Kemudian pilih **File** sebagai **Destination**, dan **Report** sebagai **Format**. Pilih **OK** untuk menyimpan file.

Confusion Matrix Display

Reference Dataset - Kab_Malang051_vda_class.ers
Classified Dataset - Kab_Malang051_class.ers

Overall Accuracy: 98.731% from 8605042 observations
Kappa statistic: 0.981

Classified File\Reference File

	tanah lada	kebun	sawah	lahan kosong	hutan	permukiman
tanah ladang	546611	26738	625	4965	70	24377
kebun	4010	1171712	109	817	323	715
sawah	6	698	141626	0	204	8
lahan kosong	1812	1295	2	859364	2	71
hutan	3184	28723	376	8967	790599	0
permukiman	219	715	1	28	0	506956
air	0	11	0	2	0	0
awan	0	0	0	0	0	2

Gambar 3.25
Hasil dari table Confusion Matrix

3.5.4 Uji Kebenaran Hasil Klasifikasi

Ujian ini bertujuan untuk memberikan Informasi kebenaran dari hasil klasifikasi citra landsat 7 ETM Kabupaten Malang dengan cara cek lapangan. Adapun cara untuk melakukan cek lapangan adalah sebagai berikut :

- Mepersiapkan alat yang digunakan yaitu, GPS Garmin V handhell dan foto digital.
- Menentukan daerah yang akan dilakukan cek lapangan serta tutupan lahan daerah tersebut dengan koordinat pada lokasi tersebut.
- Membuat table untuk cek lapangan yang digunakan untuk mengkoreksi kebenaran dari klasifikasi citra landsat 7 ETM Kabupaten Malang, dibawah merupakan tabel yang digunakan dalam cek lapangan.
- Dilakukan pemoteretan untuk memberikan kebenaran dari hasil klasifikasi pada daerah yang telah di tentukan.

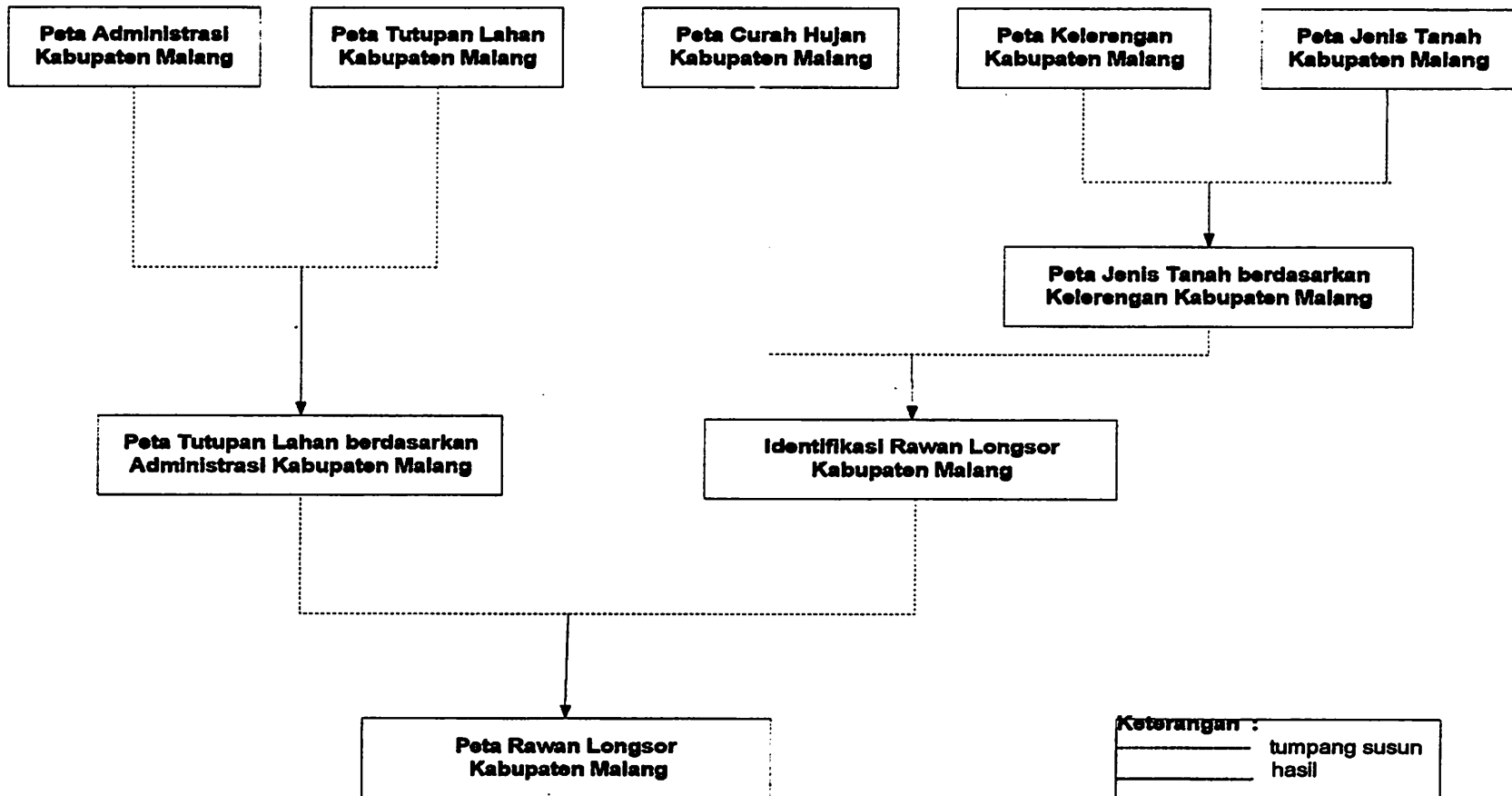
3.6. Proses Tumpang Susun Peta (Proses Overlay)

Pada proses ini dilakukan tumpang susun pada Tutupan Lahan Kabupaten Malang dari Citra Landsat 7 ETM Kabupaten Malang dengan data – data penunjang antara lain :

1. Peta Administrasi Kabupaten Malang
2. Peta Jenis Tanah Kabupaten Malang
3. Peta Kelerengan Kabupaten Malang
4. Peta Curah Hujan Kabupaten Malang

Proses tumpang susun ini bertujuan untuk menghasilkan peta daerah rawan longsor di kabupaten Malang. Adapun proses tumpang susun ini diperlukan diagram untuk proses analisa guna mendapatkan hasil yang maksimal. Di bawah ini merupakan diagram tumpang susun (Overlay) ;

**Diagram Alir Tumpang Susun
(Overlay)**

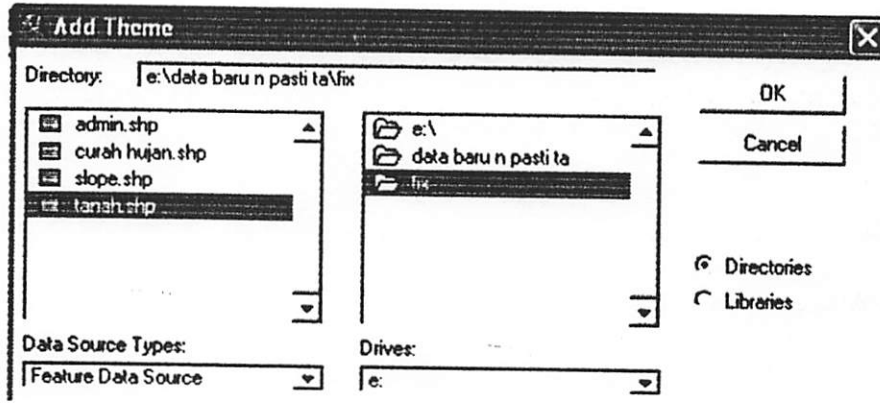


Keterangan Diagram alir tumpang susun.

- 1. Peta Jenis Tanah di Overlay dengan Peta kelerengan. Menghasilkan Peta Jenis Tanah berdasarkan Kelerengan Kabupaten Malang.**
- 2. Peta Curah Hujan di Overlay dengan Peta Jenis Tanah berdasarkan Kelerengan Kabupaten Malang. Dan menghasilkan Peta Identifikasi Rawan longsor Kabupaten Malang. (gambar 3.32).**
- 3. Peta Administrasi Kabupaten Malang di Overlay dengan Peta Tutupan lahan Kabupaten Malang. Dan menghasilkan Peta Tutupan Lahan berdasarkan Administrasi Kabupaten Malang. (gambar 3.33).**
- 4. Peta Tutupan Lahan berdasarkan Administrasi Kabupaten Malang di Overlay kembali dengan Peta Identifikasi Rawan longsor Kabupaten Malang. Dan menghasilkan Peta Hasil atau Peta Daerah Rawan Longsor Kabupaten Malang (gambar3.34).**

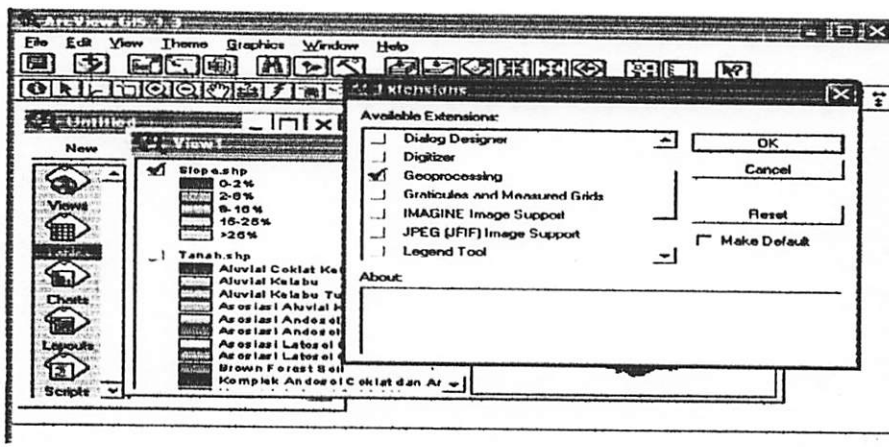
Adapun langkah – langkah proses tumpang susun sebagai berikut :

1. Tampilkan ARC View GIS 3.3 ke layar monitor, tekan ok akan tampil kotak dialog add theme pilih file Tanah.shp dan Slope.shp selanjutnya pilih OK.



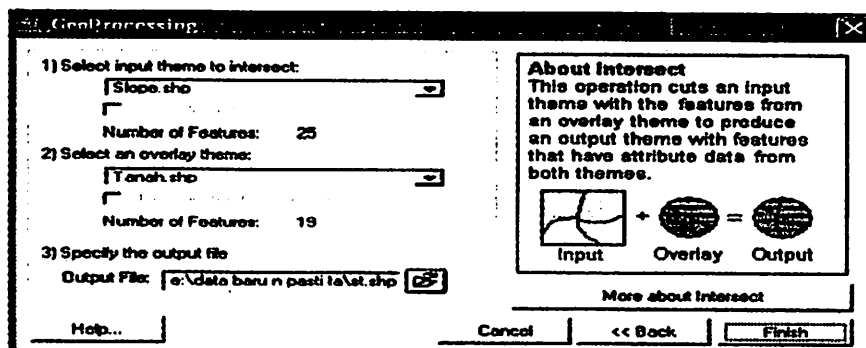
Gambar 3.26
Kotak dialog Add Them

2. Pilih *File – Extensions*, kemudian pilih extension Geoprocessing yang merupakan syarat untuk melakukan proses tumpang susun.



Gambar 3.27
Kotak Dialog Extensions

3. Pilih View – Geoprosesing Wizard, akan tampil kotak dialog Geoprosesing, tandai atau pilih pada Intersect two themes setelah itu pilih Nekt pada kotak dialog Geoprosesing.
4. Kemudian memasukan input theme slope sebagai dasar untuk tumpang susun.
5. Masukan theme yang kedua yaitu tanah untuk melakukan proses tumpang susun.
6. Tentukan lokasi penyimpanan file output (hasil tumpang susun). Sebagai contoh file tersebut terletak pada lokasi e:\data baru n pasti ta\st.shp
7. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar dibawah ini.



Gambar 3.28
Kotak Geoprosesing, ESRI Inc.

8. Pilih finish untuk memulai proses tumpang susun, lihat gambar 3.30 merupakan hasil dari proses tumpang susun antara Peta Kelerengan (Slope) lihat gambar 3.28. dan peta Jenis Tanah (Tanah) lihat gambar 3.29. Hasil proses ini adalah Peta Jenis Tanah berdasarkan Kelerengan (St).

3.6.1 Hasil Overlay

Hasil analisa Peta Rawan longsor Kabupaten Malang dan Data atribut dapat dilihat (gambar 3.39 dan gambar 3.40).

dengan perhitungan :

$$\text{Jarak (interval) nilai Skor} = \frac{\Sigma \text{ total max} - \Sigma \text{ total min}}{\Sigma \text{ total kelas}}$$

(Keterangan Rumus) :

Σ total max : jumlah nilai skor tertinggi

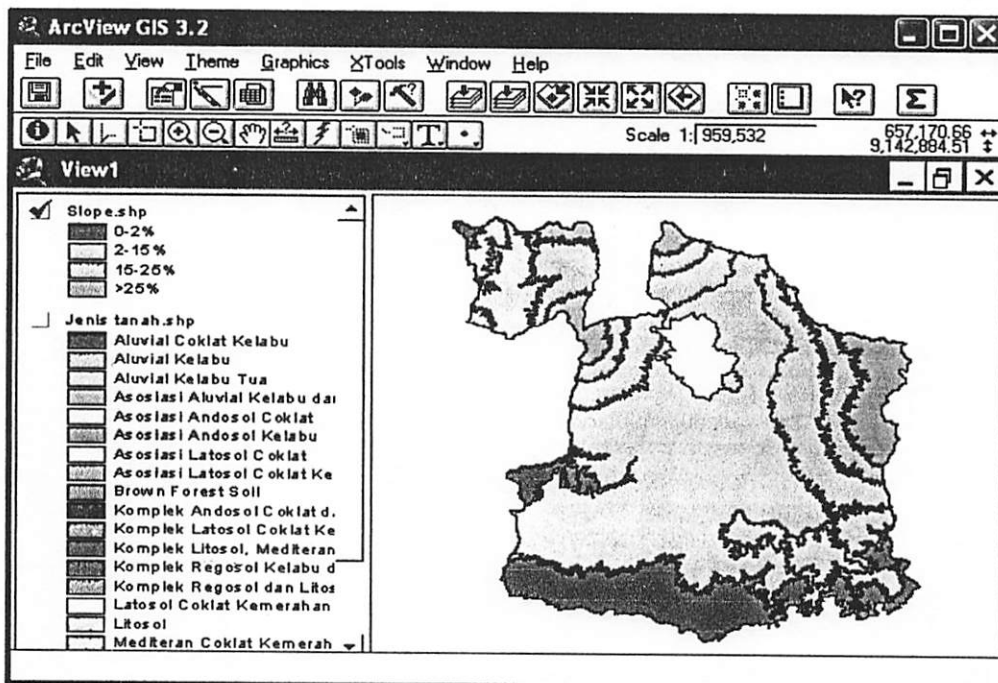
Σ total min : jumlah nilai skor terendah

Σ total kelas : jumlah kelas parameter

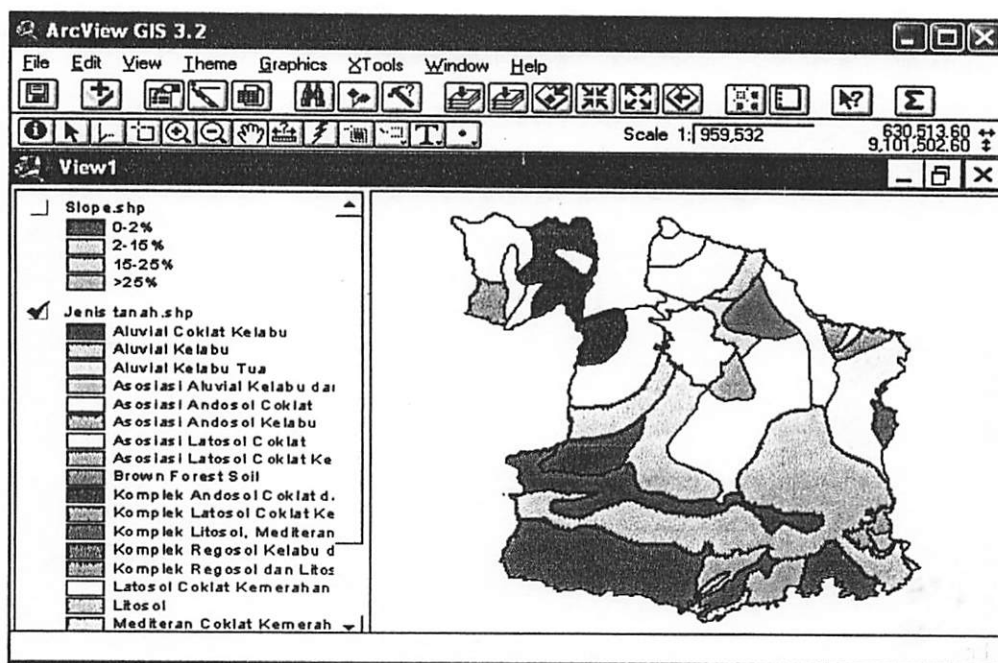
Sumber : (subagyo, 1995)

$$\begin{aligned} \text{Jarak (interval) nilai Skor} &= \frac{160 - 40}{4} \\ &= 30 \end{aligned}$$

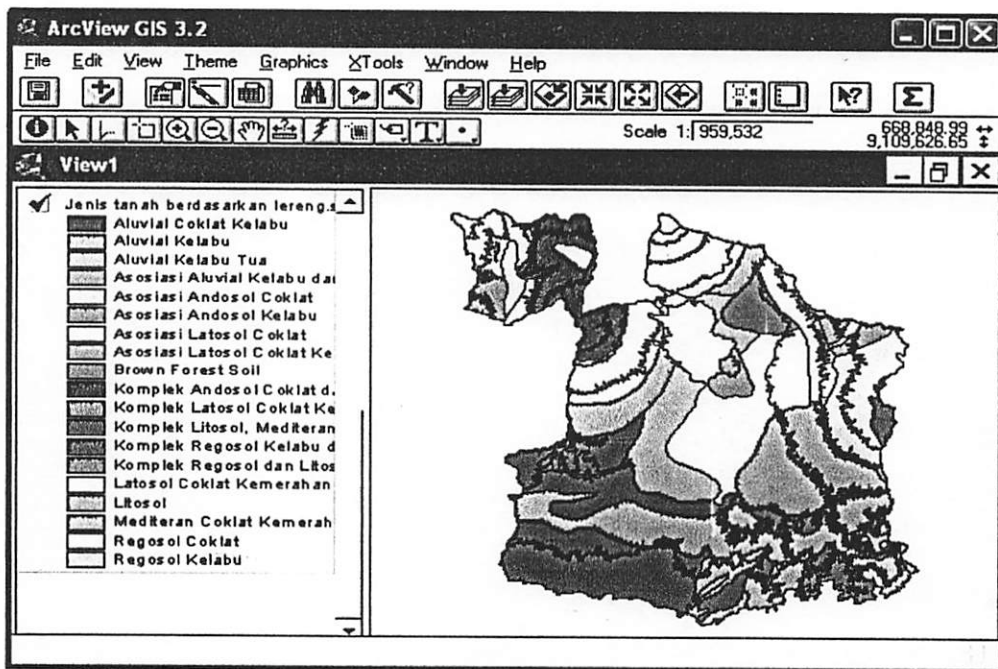
- Klasifikasi daerah rawan longsor berdasarkan analisis skoring :
 - Daerah yang tidak rawan longsor di Kabupaten Malang jika mempunyai nilai total skor 40 – 70
 - Daerah yang cukup rawan longsor di Kabupaten Malang jika mempunyai nilai total skor 71 – 100
 - Daerah yang rawan longsor di Kabupaten Malang jika mempunyai nilai total skor 101 - 130
 - Daerah yang sangat rawan longsor di Kabupaten Malang jika mempunyai nilai total skor 131 - 160



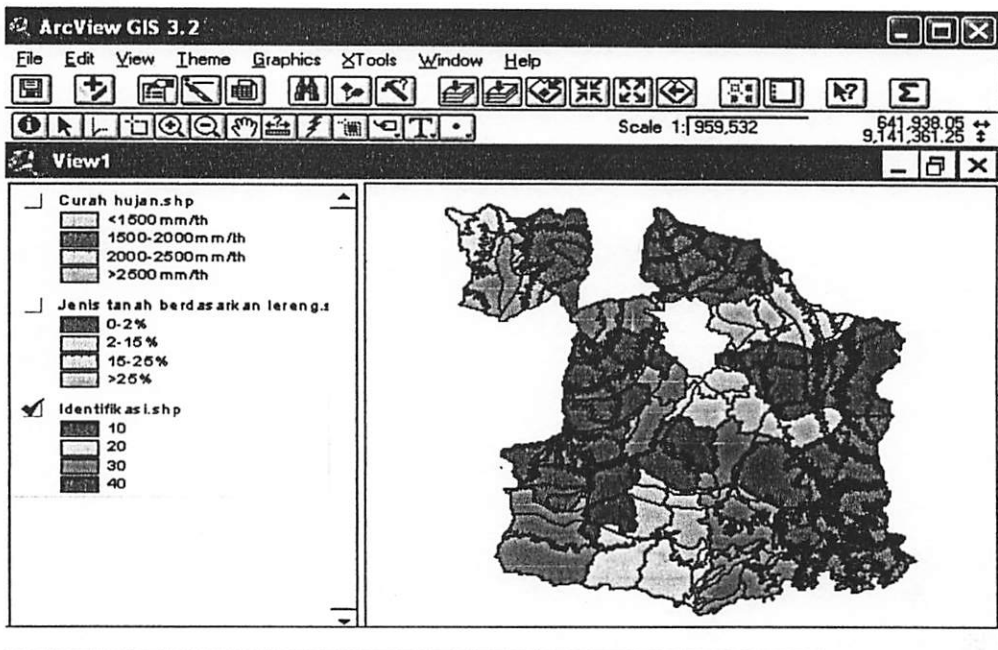
Gambar 3.29
Peta Kelerengan (Slope)



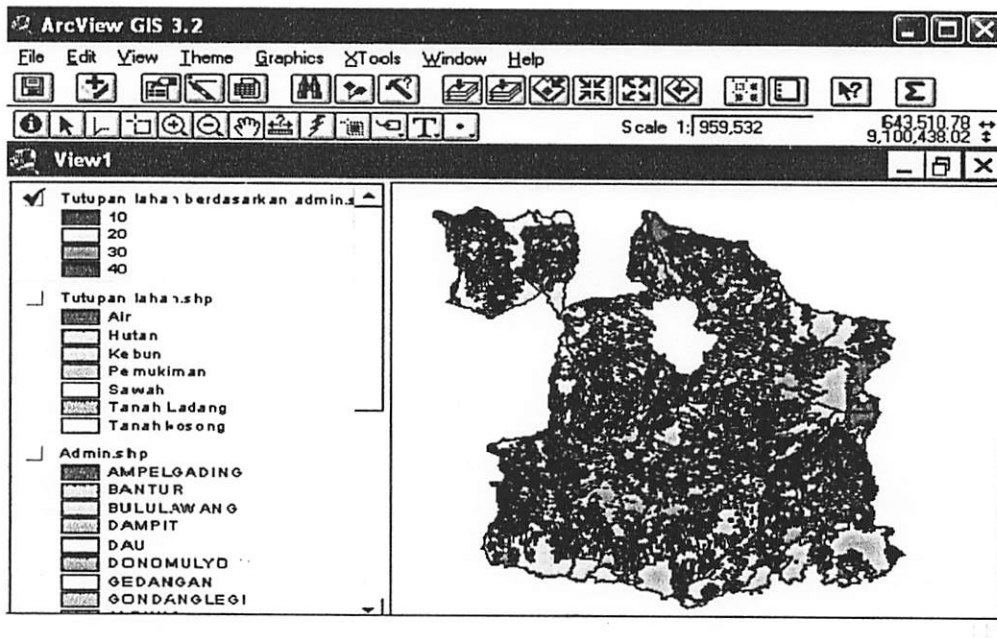
Gambar 3.30
Peta Jenis Tanah (Tanah)



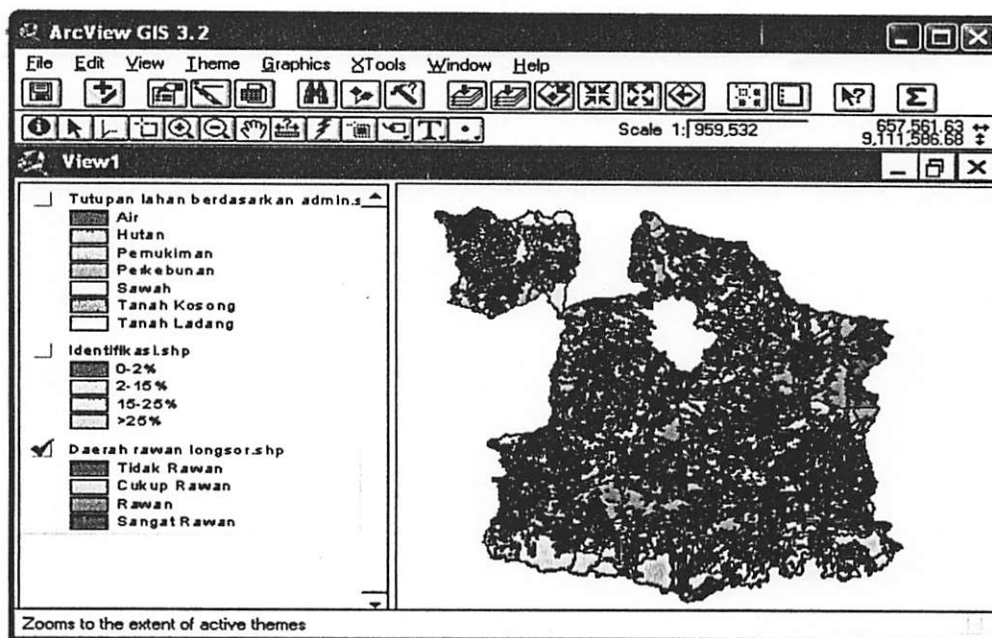
Gambar 3.31
 Peta Jenis Tanah berdasarkan Kelerengan
 hasil dari proses tumpang susun (Overlay)
 Peta Jenis Tanah dengan Kelerengan Kabupaten Malang



Gambar 3.32
 Peta Identifikasi Rawan Longsor Kabupaten Malang
 hasil dari proses tumpang susun (Overlay)
 Peta jenis Tanah Berdasarkan Kelerengan (st) dengan Peta Curah Hujan



Gambar 3.33
 Peta Tutupan Lahan Berdasarkan Administrasi Kabupaten Malang
 hasil dari proses tumpang susun (Overlay)
 Peta Tutupan Lahan dengan Peta Administrasi Kabupaten Malang



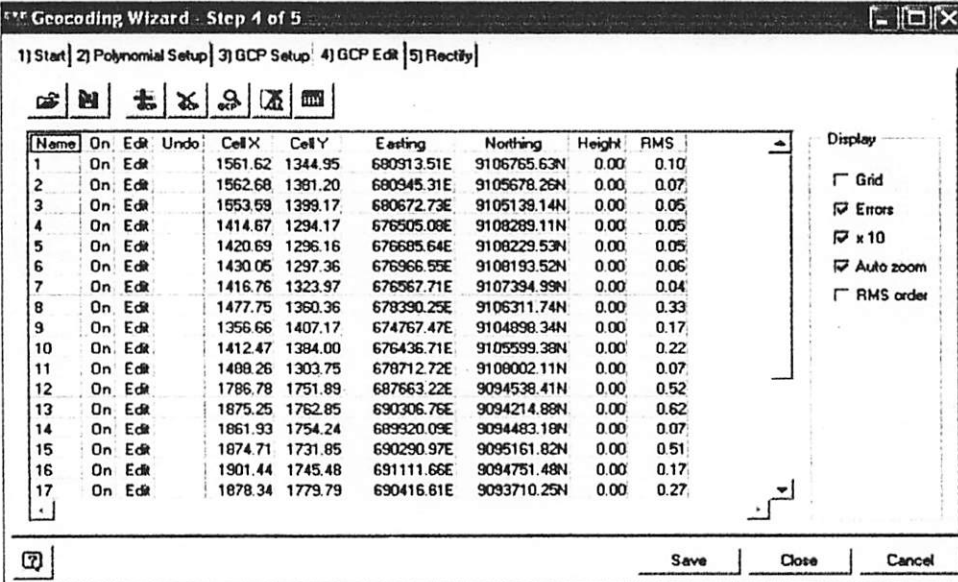
Gambar 3.34
 Peta Daerah Rawan Longsor Kabupaten Malang
 hasil dari proses tumpang susun (Overlay)
 Peta Tutupan Lahan dengan Peta Identifikasi rawan longsor Kabupaten M

BAB IV

PEMBAHASAN DAN ANALISA HASIL

4.1. Koreksi geometri Citra landsat 7 ETM Kabupaten Malang

Pada penelitian ini menggunakan 25 titik control lapangan (Ground Control Point / GCP) dengan memanfaatkan kenampakan – kenampakan yang sama pada citra maupun pada data vector, karena citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah Citra Landsat 7 ETM yang memiliki resolusi spasial 30 cm, maka ketelitian titik control lapangan yang diharapkan sesuai dengan resolusi citra tersebut yaitu 30 cm. data laporan selengkapnya mengenai titik control lapangan Ground Control Point (GCP) dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Name	On	Edit	Undo	Cell X	Cell Y	Easting	Northing	Height	RMS
1	On	Edit		1561.62	1344.95	680913.51E	9106765.63N	0.00	0.10
2	On	Edit		1562.68	1381.20	680945.31E	9105678.26N	0.00	0.07
3	On	Edit		1553.69	1399.17	680672.73E	9105139.14N	0.00	0.05
4	On	Edit		1414.67	1294.17	676505.08E	9108289.11N	0.00	0.05
5	On	Edit		1420.69	1296.16	676685.64E	9108229.53N	0.00	0.05
6	On	Edit		1430.05	1297.36	676966.55E	9108193.52N	0.00	0.06
7	On	Edit		1416.76	1323.97	676967.71E	9107394.99N	0.00	0.04
8	On	Edit		1477.75	1380.36	678390.25E	9106311.74N	0.00	0.33
9	On	Edit		1356.66	1407.17	674767.47E	9104898.34N	0.00	0.17
10	On	Edit		1412.47	1384.00	676436.71E	9105599.38N	0.00	0.22
11	On	Edit		1488.26	1303.75	678712.72E	9108002.11N	0.00	0.07
12	On	Edit		1786.78	1751.89	687663.22E	9094538.41N	0.00	0.52
13	On	Edit		1875.25	1762.85	690306.76E	9094214.88N	0.00	0.62
14	On	Edit		1861.93	1754.24	689320.09E	9094483.18N	0.00	0.07
15	On	Edit		1874.71	1731.85	690290.97E	9095161.82N	0.00	0.51
16	On	Edit		1901.44	1745.48	691111.66E	9094751.48N	0.00	0.17
17	On	Edit		1878.34	1779.79	690416.61E	9093710.25N	0.00	0.27

Gambar 4.1 Kotak Dialog Geocoding Wizard

Tabel 4.1 Data Hasil Koreksi Geometrik

Point	Cell-X	Cell-Y	Easting	Northing	Rms
"1"	1561.617	1344.954	680913.5	9106766	0.10
"2"	1562.677	1381.199	680945.3	9105678	0.07
"3"	1553.591	1399.17	680672.7	9105139	0.05
"4"	1414.869	1294.171	676505.1	9108289	0.05
"5"	1420.888	1296.157	676685.6	9108230	0.05
"6"	1430.052	1297.358	676966.5	9108194	0.06
"7"	1416.757	1323.975	676567.7	9107395	0.04
"8"	1477.75	1360.359	678390.3	9106312	0.33
"9"	1356.663	1407.168	674767.5	9104898	0.17
"10"	1412.473	1383.996	676436.7	9105599	0.22
"11"	1488.264	1303.746	678712.7	9108002	0.07
"12"	1786.782	1751.894	687663.2	9094538	0.52
"13"	1875.248	1762.851	690306.8	9094215	0.62
"14"	1861.926	1754.244	689920.1	9094483	0.07
"15"	1874.713	1731.848	690291	9095162	0.51
"16"	1901.44	1745.479	691111.7	9094751	0.17
"17"	1878.336	1779.789	690416.6	9093710	0.27
"18"	1964.406	1838.857	693014.5	9091945	0.61
"19"	1968.98	1849.148	693139.9	9091646	0.36
"20"	1958.851	1847.515	692836	9091685	0.22
"21"	1963.425	1846.535	692861.4	9091718	0.20
"22"	1949.213	1846.044	692541.8	9091738	0.26
"23"	1943.822	1843.757	692373	9091795	0.22
"24"	1951.966	1841.002	692624.9	9091886	0.16
"25"	1947.365	1838.683	692484.9	9091955	0.15

Jumlah titik sekutu adalah 25, dengan toleransi < 2 piksel, maka dari data koreksi geometrik tersebut dapat dihitung besarnya kesalahan untuk koreksi geometrik sebagai berikut :

- Jumlah nilai RMS error : 5.553
- Jumlah titik sekutu : 25
- Rata-rata :

$$X_{rata - rata} = \frac{\sum RMS \ error}{Jumlah \ data}$$

$$X_{rata - rata} = \frac{5.553}{25} = 0.222$$

Jadi besarnya nilai kesalahan (RMS Error) untuk koreksi geometrik adalah

$$\text{RMS Error} = 0.222 \times 30$$

$$= 6.66 \text{ meter.}$$

Untuk sebaran dari titik control lapangan GCP pada citra landsat 7 ETM di Kabupaten Malang dapat dilihat pada Tabel 4.2. dibawah ini :

Tabel 4.2. Tabel Kedudukan Titik Sekutu

Point	Koordinat		Keterangan	Kecamatan
	Easting	Northing		
"1"	680913.5	9106766	Pertigaan Jalan	Bantur
"2"	680945.3	9105678	Perempatan jalan	Bantur
"3"	680672.7	9105139	Perempatan Jalan	Bantur
"4"	676505.1	9108289	Perempatan Jalan	Bantur
"5"	676685.6	9108230	Tikungan Jalan	Bantur
"6"	676966.5	9108194	Perempatan Jalan	Bantur
"7"	676567.7	9107395	Pertigaan Jalan	Bantur
"8"	678390.3	9106312	Pertigaan Jalan	Bantur
"9"	674767.5	9104898	Tikungan Jalan	Bantur
"10"	676436.7	9105599	Pertigaan Jalan	Bantur
"11"	678712.7	9108002	Perempatan Jalan	Bantur
"12"	687663.2	9094538	Pertigaan Jalan	Pagak
"13"	690306.8	9094215	Pertigaan Jalan	Pagak
"14"	689920.1	9094483	Perempatan Jalan	Pagak
"15"	690291	9095162	Perempatan Jalan	Pagak
"16"	691111.7	9094751	Perempatan Jalan	Pagak
"17"	690416.6	9093710	Perempatan Jalan	Pagak
"18"	693014.5	9091945	Perempatan Jalan	Pagak
"19"	693139.9	9091646	Pertigaan Jalan	Pagak
"20"	692836	9091685	Perempatan Jalan	Pagak
"21"	692961.4	9091718	Pertigaan Jalan	Pagak
"22"	692541.8	9091738	Pertigaan Sungai	Pagak
"23"	692373	9091795	Perempatan Jalan	Pagak
"24"	692624.9	9091866	Perempatan Jalan	Tajinan
"25"	692484.9	9091955	Pertigaan Jalan	Tajinan

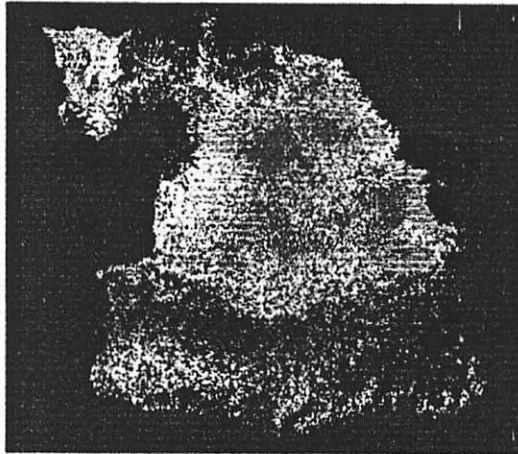
Pada penelitian ini, ditentukan 25 titik sekutu yang masih dapat diterima dalam batas toleransi (< 2 piksel).

4.2. Peta Tutupan Lahan Kabupaten Malang

Peta Tutupan Lahan Kabupaten Malang ini diperoleh dari klasifikasi Citra Landsat 7 ETM Kabupaten Malang. Pada hasil klasifikasi terbagi dua yaitu hasil klasifikasi Citra Landsat kabupaten Malang dengan sample area dan hasil klasifikasi Citra Landsat 7 ETM setelah uji kebenaran lapangan.

4.2.1 Klasifikasi Citra Landsat 7 ETM Kabupaten Malang sebelum adanya uji kebenaran.

Hasil klasifikasi Citra Landsat 7 ETM Kabupaten Malang sebelum uji kebenaran di lapangan diperoleh dari sample area yang diberikan pada Citra Landsat 7 ETM Kabupaten Malang yang digunakan sebagai dasar proses klasifikasi. Dibawah ini merupakan hasil klasifikasi Citra Landsat 7 ETM Kabupaten Malang sebelum dilakukan uji kebenaran dapat dilihat.



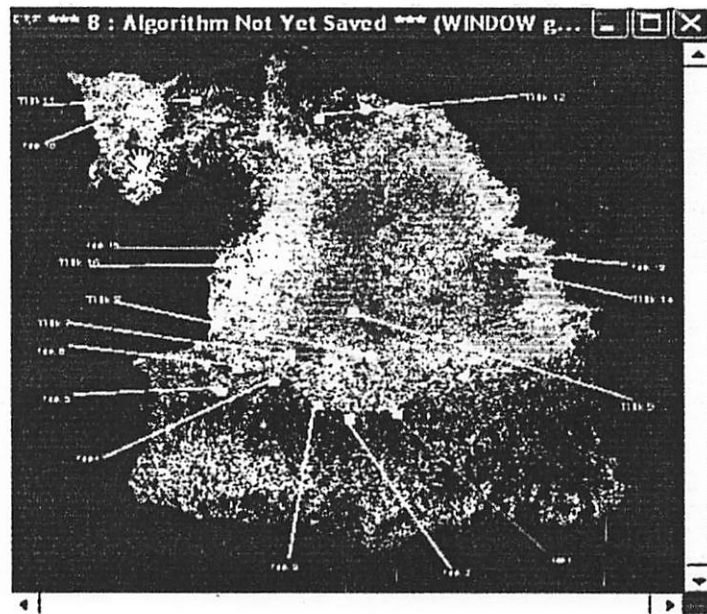
Gambar 4.2

Hasil klasifikasi Citra Landsat 7ETM Kabupaten Malang

4.2.2 Klasifikasi Citra Landsat 7 ETM Kabupaten Malang sesudah dilakukan uji kebenaran.

Pada Citra Landsat 7ETM Kabupaten Malang yang telah diklasifikasikan ulang setelah dilakukan uji kebenaran dengan data yang diperoleh dilapangan.

Uji kebenaran dilakukan pada daerah yang meragukan dari proses kklasifikasi Citra Landsat 7ETM Kabupaten Malang dengan sebaran titik cek lapangan dapat dilihat pada gambar 4.3 dibawah ini .hasil dari uji kebenaran dengan cek lapangan yang dilakukan di Kabupaten Malang dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah.



Gambar 4.3

Sebaran Titik Lokasi uji kebenaran
Klasifikasi Citra Landsat 7ETM Kabupaten Malang

Tabel 4.3. Tabel hasil uji kebenaran di lapangan

Titik	Koordinat		Jenis Tutupan Lahan		Keterangan
	Easting (m)	Northing (m)	Klasifikasi	Vertifikasi	
1.	684869	9087728	Pemukiman	Pemukiman	Gambar 4.5
2.	678515	9087047	Lahan Kosong	Lahan kosong	Gambar 4.6
3.	674431	9089770	Hutan	Hutan	Gambar 4.7
4.	668530	9093172	Lahan Kosong	Lahan kosong	Gambar 4.8
5.	661951	9092040	Kebun	Kebun	Gambar 4.9
6.	664214	9094753	Air	Air	Gambar 4.10
7.	671026	9097032	Sawah	Sawah	Gambar 4.11
8.	681692	9096575	Kebun	Kebun	Gambar 4.12
9.	681688	9096581	Pemukiman	Pemukiman	Gambar 4.13
10.	651286	913427	Hutan	Sawah	Gambar 4.14
11.	659001	9136741	Lahan Kosong	Sawah	Gambar 4.15
12.	675081	9133807	Pemukiman	Pemukiman	Gambar 4.16
13.	698440	9112868	Tanah ladang	Tanah ladang	Gambar 4.17
14.	701584	9109696	Tanah ladang	Pemukiman	Gambar 4.18
15.	670082	9113158	Kebun	Kebun	Gambar 4.19
16.	670136	9111320	Tanah ladang	Tanah ladang	Gambar 4.20

Tabel 4.4. Tabel Matrix uji Ketelitian

Hasil Klasifikasi / Data di Lapangan	TL	KBN	SWH	L.KSG	HTN	PMKN	AIR	AWAN	Jumlah	Benar (%)	Salah (%)
	TL	2	0	0	0	0	1	0	0	3	60
KBN	0	3	0	0	0	0	0	0	3	100	0
SWH	0	0	1	0	0	0	0	0	1	100	0
L.KSG	0	0	1	2	0	0	0	0	3	60	40
HTN	0	0	1	0	1	0	0	0	2	50	50
PMKN	0	0	0	0	0	3	0	0	3	100	0
AIR	0	0	0	0	0	0	1	0	1	100	0
AWAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	2	3	3	2	2	3	1	0	16		

Sumber : Dicks. S. E. dan Lo. T. H. C (1990)

Keterangan :

TL : Tanah ladang
 KBN : Kebun
 SWH : Sawah
 L.KSG : Lahan kosong

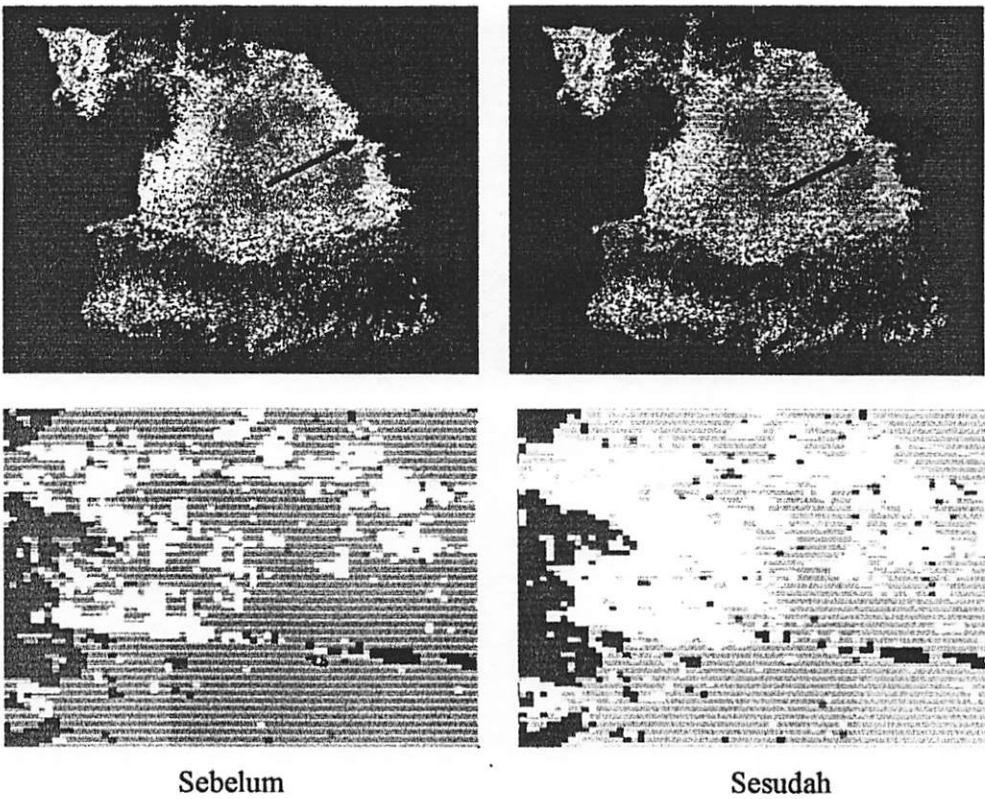
AIR : Air
 AWAN : Awan
 PMKN : Pemukiman
 HTN : Hutan

$$\text{Ketelitian} = \frac{\text{jumlah nilai benar}}{\text{jumlah total}} \times 100 \%$$

$$\text{Ketelitian} = \frac{13}{16} \times 100\% = 81,25\%$$

$$\text{Ketelitian} = 81\%$$

Jadi dari hasil uji matrix ketelitian didapatkan ketelitian hasil uji kebenaran lapangan terhadap hasil klasifikasi adalah sebesar 81%, berikut gambar perubahan klasifikasi sebelum dan sesudah uji lapangan.



Gambar 4.4

Hasil klasifikasi Sebelum dan Sesudah Uji Lapangan

Dari uji kebenaran di lapangan didapat kasalahan pada klasifikasi Citra Landsat 7 ETM Kabupaten Malang, maka diperlukan proses klasifikasi ulang. Hasil berikut ini adalah data dan foto dari tiap-tiap lokasi cek lapangan :

1. Gambar Lokasi Titik 1

Koordinat untuk lokasi titik 1 adalah 684869 E ; 9087728 N berada di Kecamatan Sumbermanjing. Jenis penutup lahan adalah Pemukiman.



Gambar 4.5

2. Gambar Lokasi Titik 2

Koordinat untuk lokasi titik 2 adalah 678515 E ; 9087047 N berada di Kecamatan Gedangan. Jenis penutup lahan adalah Lahan kosong.



Gambar 4.6

3. Gambar Lokasi Titik 3

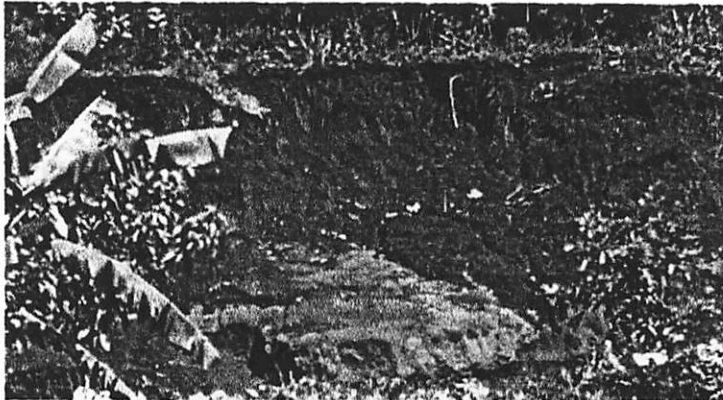
Koordinat untuk lokasi titik 3 adalah 674431 E ; 9089770 N berada di Kecamatan Bantur. Jenis penutup lahan adalah Hutan.



Gambar 4.7

4. Gambar Lokasi Titik 4

Koordinat untuk lokasi titik 4 adalah 668530 E ; 9093172 N berada di Kecamatan Pagak. Jenis penutup lahan adalah Lahan kosong.



Gambar 4.8

5. Gambar Lokasi Titik 5

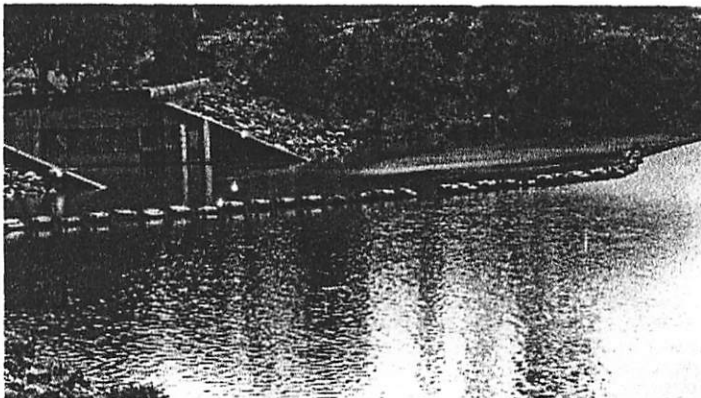
Koordinat untuk lokasi titik 5 adalah 661951 E ; 9092040 N berada di Kecamatan Kalipare. Jenis penutup lahan adalah Kebun.



Gambar 4.9

6. Gambar Lokasi Titik 6

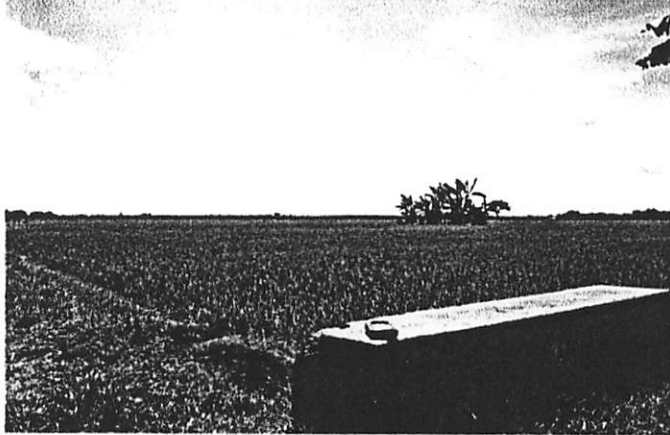
Koordinat untuk lokasi titik 6 adalah 664214 E ; 9094753 N berada di Kecamatan Sumber pucung. Jenis penutup lahan adalah Air.



Gambar 4.10

7. Gambar Lokasi Titik 7

Koordinat untuk lokasi titik 7 adalah 671026 E ; 9097032 N berada di Kecamatan Panjen. Jenis penutup lahan adalah Sawah.



Gambar 4.11

8. Gambar Lokasi Titik 8

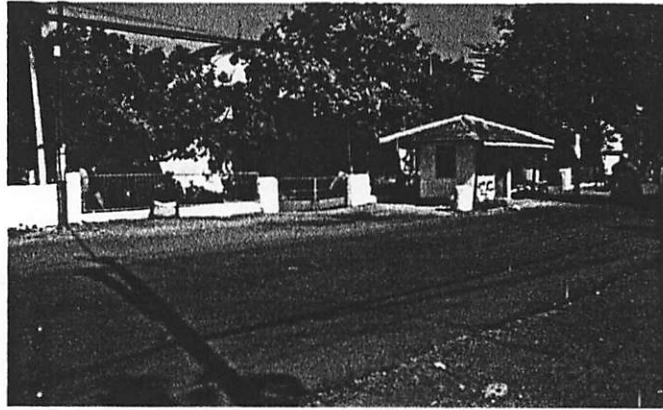
Koordinat untuk lokasi titik 8 adalah 681692 E ; 9096575 N berada di Kecamatan Gondanglegi. Jenis penutup lahan adalah kebun.



Gambar 4.12

9. Gambar Lokasi Titik 9

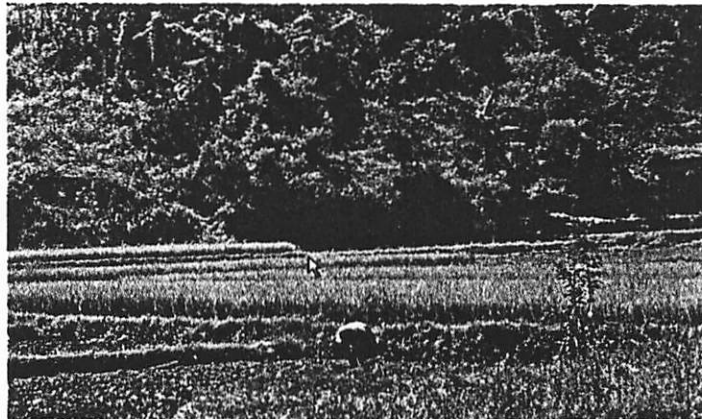
Koordinat untuk lokasi titik 9 adalah 681688 E ; 9096581 N berada di Kecamatan Bululawang. Jenis penutup lahan adalah pemukiman.



Gambar 4.13

10. Gambar Lokasi Titik 10

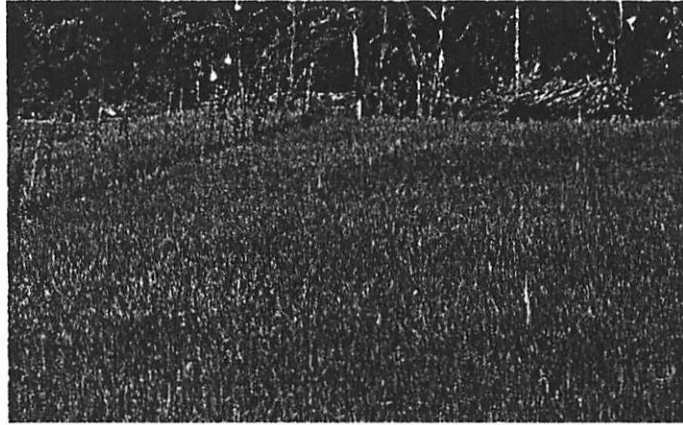
Koordinat untuk lokasi titik 10 adalah 651286 E ; 9134927 N berada di Kecamatan Ngantang. Jenis penutup lahan adalah Sawah.



Gambar 4.14

11. Gambar Lokasi Titik 11

Koordinat untuk lokasi titik 11 adalah 659001 E ; 9136741 N berada di Kecamatan Pujon. Jenis penutup lahan adalah Sawah.



Gambar 4.15

12. Gambar Lokasi Titik 12

Koordinat untuk lokasi titik 12 adalah 675801 E ; 9133807 N berada di Kecamatan Karangploso. Jenis penutup lahan adalah pemukiman.



Gambar 4.16

13. Gambar Lokasi Titik 13

Koordinat untuk lokasi titik 13 adalah 698440 E ; 9112868 N berada di Kecamatan Tumpang. Jenis penutup lahan adalah tanah ladang.



Gambar 4.17

14. Gambar Lokasi Titik 14

Koordinat untuk lokasi titik 14 adalah 701584 E ; 9109696 N berada di Kecamatan Poncokusumo. Jenis penutup lahan adalah pemukiman.



Gambar 4.18

15. Gambar Lokasi Titik 15

Koordinat untuk lokasi titik 15 adalah 670082 E ; 9113158 N berada di Kecamatan Wagir. Jenis penutup lahan adalah kebun.



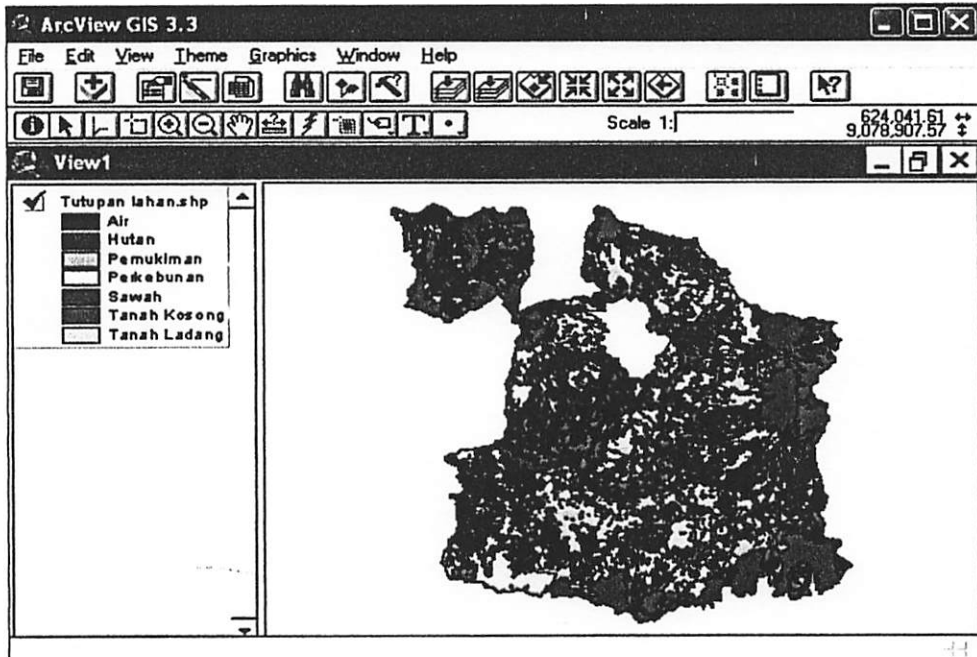
Gambar 4.19

16. Gambar Lokasi Titik 16

Koordinat untuk lokasi titik 16 adalah 670136 E ; 9111320 N berada di Kecamatan Wonosari. Jenis penutup lahan adalah ladang.



Gambar 4.20



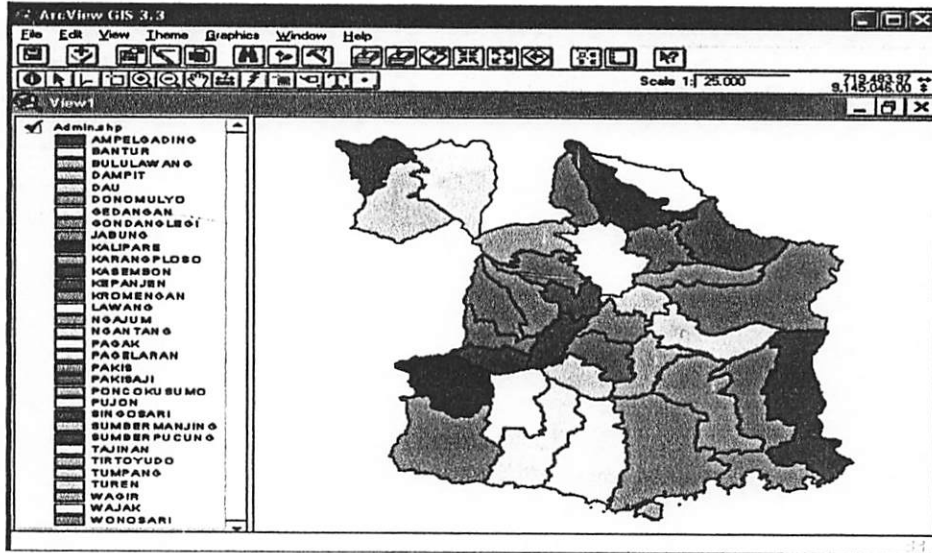
Gambar 4.21

Peta Tutupan Lahan Kabupaten Malang Tahun 2003

4.3. Parameter Identifikasi Rawan Longsor

Dalam hal ini untuk mengidentifikasi daerah rawan longsor diperlukan analisa geografis, yang mana analisa untuk menentukan daerah rawan longsor ini dengan proses tumpang susun, adapun peta yang diperlukan sebagai berikut :

1. Peta Administrasi Kabupaten Malang

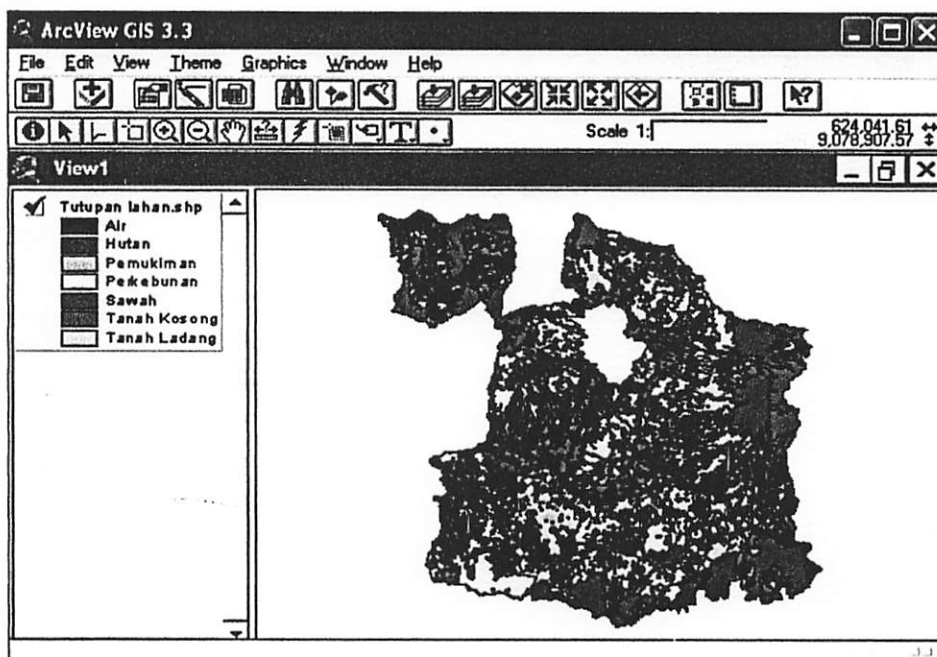


Gambar 4.22
Peta Administrasi Kabupaten Malang

Shape	ID	Kecamatan	Area	Perimeter
Polygon	2	1002 AMPELGADING	203690162.019	113094.986
Polygon	3	1003 BANTUR	149214591.570	88862.867
Polygon	4	1004 BULULAWANG	48155572.085	40856.381
Polygon	5	1005 DAMPIT	155468202.630	88082.496
Polygon	6	1006 DAU	82203927.104	61345.113
Polygon	7	1007 DONOMULYO	188656475.604	80929.616
Polygon	8	1008 GEDANGAN	168572057.453	83018.499
Polygon	9	1009 GONDANGLEGI	62070053.409	46542.670
Polygon	10	1010 JABUNG	119255369.375	62087.002
Polygon	11	1011 KALIPARE	116356487.658	51425.290
Polygon	12	1012 KARANGPLOSOD	61545405.300	42968.867
Polygon	13	1013 KASEMBON	65021417.124	45013.686
Polygon	14	1014 KEPANJEN	48114062.200	39663.762
Polygon	15	1015 KROMENGAN	43819270.772	49794.951
Polygon	16	1016 LAWANG	76599694.399	55414.322
Polygon	17	1017 NGAJUM	66103399.003	54130.753
Polygon	18	1018 NGANTANG	129084547.949	66611.630
Polygon	19	1019 PAGAK	99383955.087	59324.772
Polygon	20	1020 PAGELARAN	5257140.000	2014.000

Gambar 4.23
Tampilan Tabel Peta Administrasi Kabupaten Malang

2. Peta Tutupan Lahan Kabupaten Malang

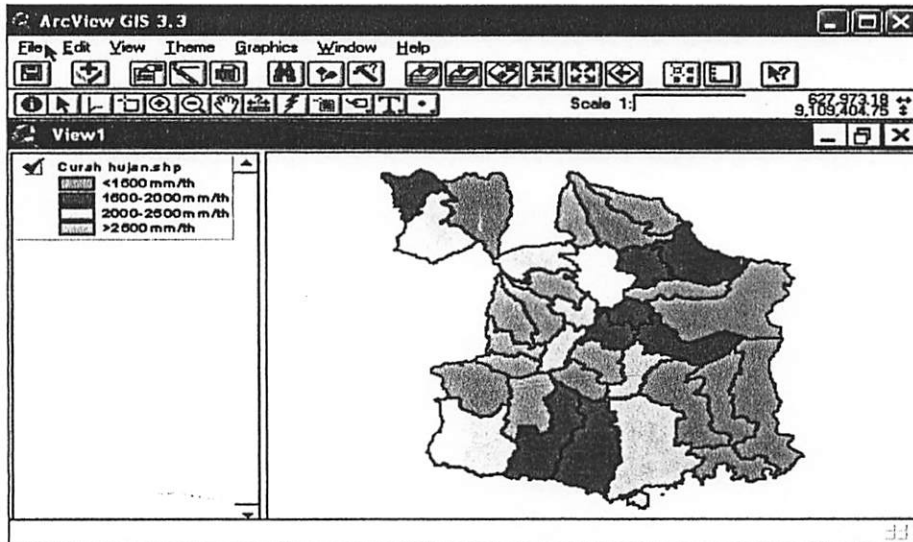


Gambar 4.24
Peta Tutupan Lahan Kabupaten Malang

Shape	<i>Id</i>	<i>Lahan_id</i>	<i>Area</i>	<i>Perimeter</i>	<i>Keterangan</i>
Polygon	4	2004	927728086.707	8098506.828	Kebun
Polygon	8	2008	1154669064.869	7724971.794	Tanah Ladang
Polygon	6	2006	484568124.485	3830611.367	Sawah
Polygon	7	2007	47037550.646	681985.599	Tanah Kosong
Polygon	5	2005	349067460.553	7174287.282	Pemukiman
Polygon	2	2002	28054652.498	712376.577	Air
Polygon	3	2003	676813591.660	1955897.404	Hutan

Gambar 4.25
Tampilan Tabel Peta Tutupan Lahan Kabupaten Malang

3. Peta Curah Hujan Kabupaten Malang

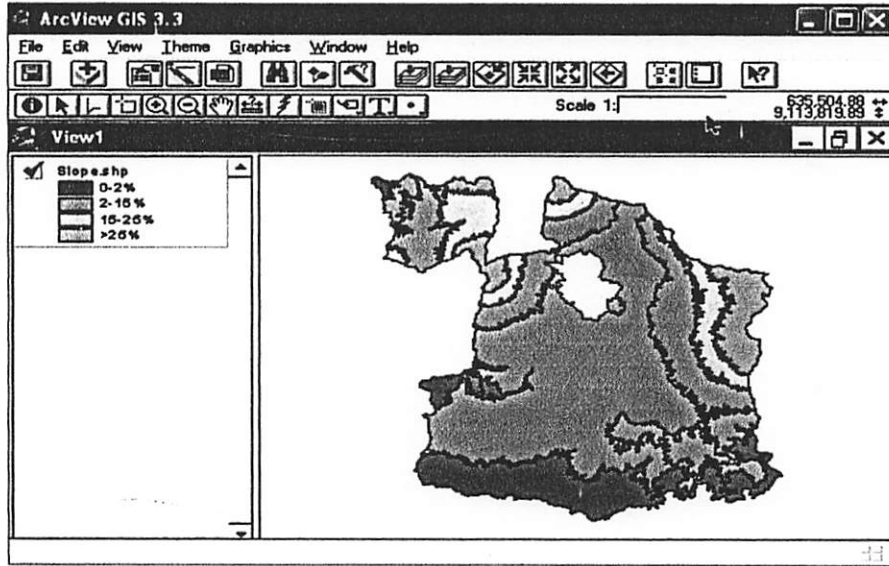


Gambar 4.26
Peta Curah Hujan Kabupaten Malang

Shape	Obj_id	Obj	Curahhujan	Kategori	Skor
Polygon	3002	2	570	<1500mm/th	10
Polygon	3003	3	1101	1500-2000mm/th	20
Polygon	3004	4	1258	1500-2000mm/th	20
Polygon	3005	5	815	<1500mm/th	10
Polygon	3006	6	1685	2000-2500mm/th	30
Polygon	3007	7	1683	2000-2500mm/th	30
Polygon	3008	8	1370	1500-2000mm/th	20
Polygon	3009	9	1839	>2500mm/th	40
Polygon	3010	10	1522	1500-2000mm/th	20
Polygon	3011	11	377	<1500mm/th	10
Polygon	3012	12	1853	>2500mm/th	40
Polygon	3013	13	1055	1500-2000mm/th	20
Polygon	3014	14	1692	2000-2500mm/th	30
Polygon	3015	15	1955	>2500mm/th	40
Polygon	3016	16	1934	>2500mm/th	40
Polygon	3017	17	1894	>2500mm/th	40
Polygon	3018	18	1824	2000-2500mm/th	30
Polygon	3019	19	1918	>2500mm/th	40

Gambar 4.27
Tampilan Tabel Peta Curah Hujan Kabupaten Malang

4. Peta Kelerengan Kabupaten Malang



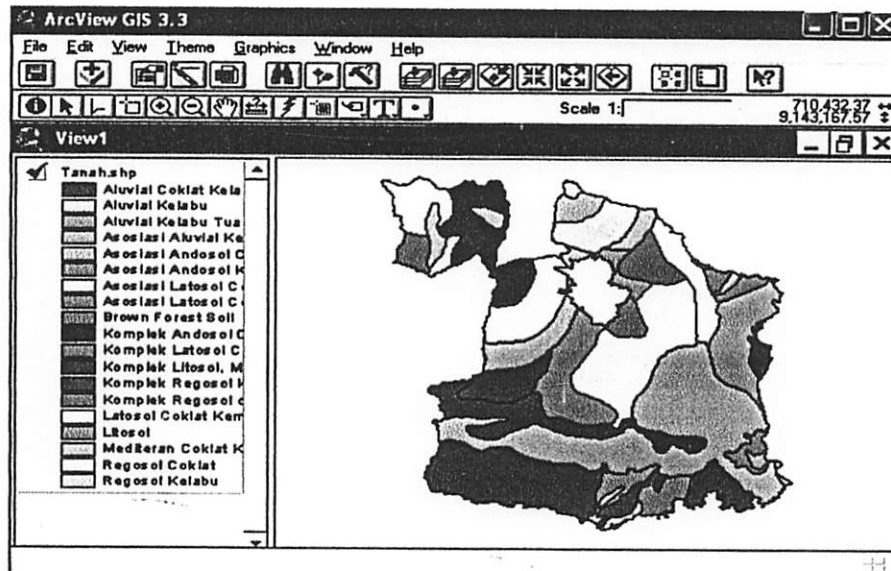
Gambar 4.28
Peta Kelerengan Kabupaten Malang

The screenshot shows the 'Attributes of Slope.shp' table in ArcView GIS 3.3. The table has five columns: Shape, Slope, Slope_id, Slope, and Slope_sbp. The data is as follows:

Shape	Slope	Slope_id	Slope	Slope_sbp
Polygon	2	4002	2-15%	20
Polygon	3	4003	0-2%	10
Polygon	4	4004	2-15%	20
Polygon	5	4005	15-25%	30
Polygon	6	4006	15-25%	30
Polygon	7	4007	15-25%	30
Polygon	8	4008	15-25%	30
Polygon	9	4009	2-15%	20
Polygon	10	4010	15-25%	30
Polygon	11	4011	2-15%	20
Polygon	12	4012	0-2%	10
Polygon	13	4013	0-2%	10
Polygon	14	4014	15-25%	30
Polygon	15	4015	2-15%	20
Polygon	16	4016	2-15%	20
Polygon	17	4017	0-2%	10
Polygon	18	4018	2-15%	20
Polygon	19	4019	2-15%	20
Polygon	20	4020	2-15%	20

Gambar 4.29
Tampilan Tabel Peta Kelerengan Kabupaten Malang

5. Peta Jenis Tanah Kabupaten Malang



Gambar 4.30
Peta Jenis Tanah Kabupaten Malang

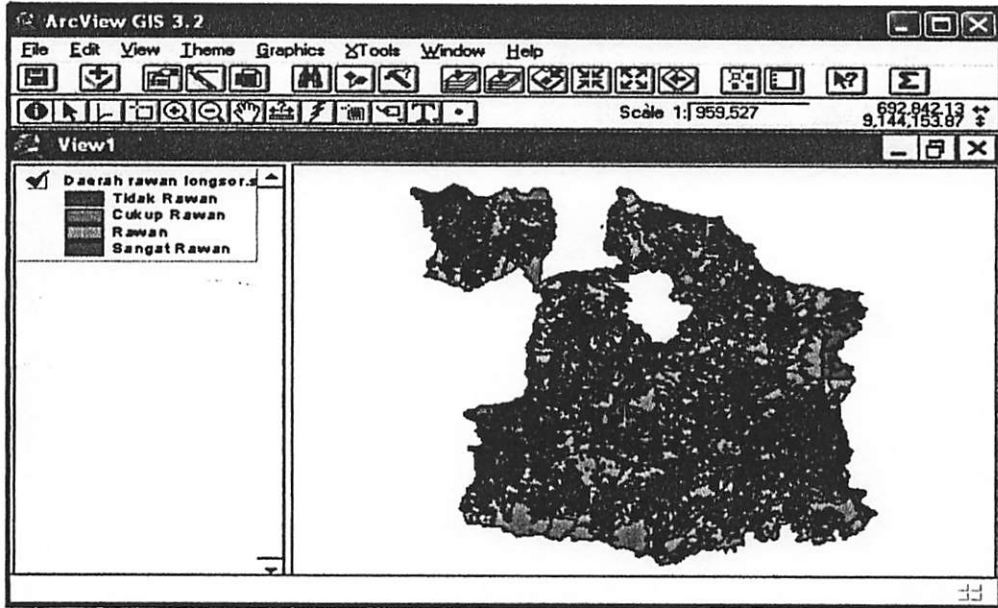
The screenshot shows the 'Attributes of Jenis tanah.shp' table in ArcView GIS 3.3. The table has five columns: Shape, Tanah_id, Tanah, Type tanah, and a numerical value. The data is as follows:

Shape	Tanah_id	Tanah	Type tanah	
Polygon	5002	2	Komplek Regosol dan Litosol	40
Polygon	5015	15	Regosol Coklat	40
Polygon	5014	14	Komplek Regosol Kelabu dan Litosol	40
Polygon	5013	13	Litosol	40
Polygon	5012	12	Komplek Litosol, Mediteran dan Renzine	40
Polygon	5008	8	Regosol Kelabu	40
Polygon	5011	11	Mediteran Coklat Kemerahan	40
Polygon	5003	3	Komplek Andosol Coklat dan Andosol Coklat	30
Polygon	5006	6	Brown Forest Soil	30
Polygon	5019	19	Asosiasi Andosol Kelabu	30
Polygon	5007	7	Asosiasi Andosol Coklat	30
Polygon	5020	20	Asosiasi Latosol Coklat	20
Polygon	5009	9	Asosiasi Latosol Coklat Kemerahan dan Latosol	20
Polygon	5016	16	Latosol Coklat Kemerahan	20
Polygon	5017	17	Komplek Latosol Coklat Kemerahan	20
Polygon	5004	4	Aluvial Coklat Kelabu	10
Polygon	5005	5	Aluvial Kelabu	10
Polygon	5010	10	Aluvial Kelabu Tua	10
Polygon	5001	1	Asosiasi Aluvial Kelabu dan Aluvial Coklat Kelabu	10

Gambar 4.31
Tampilan Tabel Peta Jenis Tanah Kabupaten Malang

4.4. Identifikasi Rawan Longsor

Adapun Identifikasi rawan longsor yaitu hasil penjumlahan skor tutupan lahan, skor kelerengan, skor jenis tanah, dan skor curah hujan, yang menghasilkan peta identifikasi daerah tingkat rawan longsor yaitu :



Gambar 4.32
Peta Identifikasi Tingkat Rawan longsor di Kabupaten Malang

The screenshot shows the 'Attributes of Peta rawan longsor.shp' table in ArcView GIS 3.2. The table has 7 columns: Shape, Score_slope, Score_tana, Score_ch, Score_leba, Total_scor, and Kriteria. The data consists of 22 rows, each representing a polygon with specific scores for the four parameters and a resulting risk level (Kriteria).

Shape	Score_slope	Score_tana	Score_ch	Score_leba	Total_scor	Kriteria
Polygon	10	40	30	20	100	Cukup Rawan
Polygon	10	40	30	10	90	Cukup Rawan
Polygon	10	40	20	40	110	Rawan
Polygon	10	40	20	40	110	Rawan
Polygon	10	40	20	30	100	Cukup Rawan
Polygon	10	40	20	40	110	Rawan
Polygon	10	40	20	20	90	Cukup Rawan
Polygon	10	40	20	10	80	Cukup Rawan
Polygon	10	40	20	30	100	Cukup Rawan
Polygon	10	40	20	30	100	Cukup Rawan
Polygon	10	40	20	20	90	Cukup Rawan
Polygon	10	40	20	30	100	Cukup Rawan
Polygon	10	40	20	20	90	Cukup Rawan
Polygon	10	40	20	30	100	Cukup Rawan
Polygon	10	40	20	30	100	Cukup Rawan
Polygon	10	40	20	30	100	Cukup Rawan
Polygon	10	40	20	30	100	Cukup Rawan
Polygon	10	40	20	30	100	Cukup Rawan
Polygon	10	20	30	30	90	Cukup Rawan
Polygon	10	20	30	40	100	Cukup Rawan

Gambar 4.33
Tampilan Tabel Nilai Skor dari 4 Parameter

Berdasarkan perhitungan pada rumus didapatkan interval nilai skor kelas kerawanan longsor adalah $\frac{160-40}{4} = 30$, sehingga nilai skor kelas kerawanan

longsor masing – masing dapat ditentukan sebagai berikut :

1. Daerah yang **"Tidak Rawan"** longsor di Kabupaten Malang jika mempunyai nilai total skor 40 – 70.
2. Daerah yang **"Cukup Rawan"** longsor di Kabupaten Malang jika mempunyai nilai total skor 71 – 100.
3. Daerah yang **"Rawan"** longsor di Kabupaten Malang jika mempunyai nilai total skor 101 – 130.
4. Daerah yang **"Sangat Rawan"** longsor di Kabupaten Malang jika mempunyai nilai total skor 131 – 160.

4.5. Hasil Analisa Identifikasi Daerah Rawan Longsor

Pada penelitian ini merupakan hasil dari tumpang susun dari semua parameter yang digunakan dengan melihat skor akhir analisa dan ditunjukkan pada interval kelas.

Berdasarkan hasil identifikasi per kecamatan sesuai dengan tujuan penelitian ini yaitu identifikasi daerah rawan longsor dengan menggunakan pemanfaatan data citra landsat 7 ETM sebagai peta tutupan lahan, dan data – data penunjang yaitu peta kelerengan, peta curah hujan serta peta jenis tanah didapatkan tingkat sangat rawan, rawan, cukup rawan dan tidak rawan.

Untuk identifikasi berdasarkan tingkat kerawanan pada masing – masing kecamatan di Kabupaten Malang dibedakan menjadi empat tingkat kerawanan longsor, pada daerah yang mempunyai kelerengan >25%, curah hujan yang tinggi,

jenis tanah berupa Regosol, Litosol dan tutupan lahan berupa tanah kosong cenderung mempunyai tingkat kerawanan longsor sangat tinggi. Sedangkan daerah yang mempunyai kelerengan 0-2 %, curah hujan rendah, jenis tanah berupa Alluvial dan tutupan lahan berupa daerah perairan dan hutan yang cenderung mempunyai tingkat kerawanan rendah.

Adapun rincian daerah rawan bencana tanah longsor per-Kecamatan adalah sebagai berikut :

- Daerah Tidak Rawan : Singosari, Pakis, Pujon, Kasembon, Kepanjen, Sumberpucung, Kromengan, Pakisaji, Bululawang, Gondanglegi, Tajinan, Gedangan, Pagelaran, Turen, Sumbermanjing, Ampelgading, Kalipare, Bantur, Tirtoyudo, Pagak, Kasembon, Lawang, Ngantang.
- Daerah Cukup Rawan : Lawang, Karangploso, Dau, Pujon, Ngantang, Kasembon, Kepanjen, Sumberpucung, Kromengan, Gondanglegi, Wajak, Turen, Dampit, Tumpang, Poncokusumo, Jabung, Ampelgading, Tirtoyudo, Pagak, Kalipare, Bantur, Donomulya, Gedangan, Pagelaran, Ngajum, Pakisaji, Tajinan, Singosari, Bululawang, Wonosari, Sumbermanjing, Wagir, Singosari, Pakis.
- Daerah Rawan: Tumpang, Sumberpucung, Kromengan, Gondanglegi, Pagak, Lawang, Singosari, Karangploso, Dau, Tumpang, Poncokusumo, Jabung, Pujon, Ngantang, Ngajum, Wagir, Wonosari, Wajak, Sumbermanjing.
- Daerah Sangat Rawan : Ngantang, Tumpang, Pagak, Gondanglegi, Pakisaji, Kromengan, Wonosari, Wagir, Ngajum, Pakis, Poncokusumo, Dau, Karangploso, Singosari, Lawang.

Tabel 4.5. Lokasi Daerah Sangat Rawan longsor Kabupaten Malang

KECAMATAN	KRITERIA	LUAS (Ha)	DESA
KARANGPLOSO	Sangat Rawan	6042030.0000	DONOWARIH
PONCOKUSUMO	Sangat Rawan	201915.0000	NGADAS
NGAJUM	Sangat Rawan	7292317.0000	BALESARI
WAGIR	Sangat Rawan	76140.0000	SUKODADI
WONOSARI	Sangat Rawan	5178253.0000	WONOSARI
LAWANG	Sangat Rawan	4115430.0000	SIDODADI
SINGOSARI	Sangat Rawan	2587855.0000	LANGLANG
DAU	Sangat Rawan	2245309.0000	SUMBERSUKO
TUMPANG	Sangat Rawan	319.0000	SUKOANYAR
PAKIS	Sangat Rawan	142.0000	PUCANGSONGO
NGANTANG	Sangat Rawan	73391733.0000	PANDANSARI
KROMENGAN	Sangat Rawan	732.0000	NGADIREJO
PAKISAJI	Sangat Rawan	343308.0000	MENDALANWANGI
GONDANGLEGI	Sangat Rawan	4525496.0000	SUMBERJAYA
PAGAK	Sangat Rawan	1415282.0000	SEMPOL

KECAMATAN	TUTUPAN LAHAN	SLOPE	TYPE TANAH	NILAI CH	KRITERIA	LUAS (Ha)	DESA
KARANGPLOSO	Hutan	>25%	Regosol Kelabu	>2500mm/th	Sangat Rawan	6042030	DONOWARIH
PONCOKUSUMO	Pemukiman	15-25%	Regosol Kelabu dan Litosol	>2500mm/th	Sangat Rawan	201915	NGADAS
NGAJUM	Pemukiman	15-25%	Regosol Coklat	>2500mm/th	Sangat Rawan	7292317	BALESARI
WAGIR	Ladang	15-25%	Regosol Coklat	>2500mm/th	Sangat Rawan	76140	SUKODADI
WONOSARI	Tanah Kosong	>25%	Regosol Coklat	>2500mm/th	Sangat Rawan	5178253	WONOSARI
LAWANG	Tanah Kosong	2-15%	Mediteran Coklat Kemerahan	>2500mm/th	Sangat Rawan	4115430	SIDODADI
SINGOSARI	Tanah Kosong	>25%	Regosol Kelabu	>2500mm/th	Sangat Rawan	2587855	LANGLANG
DAU	Tanah Kosong	>25%	Komplek Andosol Coklat dan Andosol Coklat	>2500mm/th	Sangat Rawan	2245309	SUMBERSUKO
TUMPANG	Tanah Kosong	2-15%	Regosol Coklat	>2500mm/th	Sangat Rawan	319	SUKOANYAR
PAKIS	Tanah Kosong	2-15%	Regosol Coklat	>2500mm/th	Sangat Rawan	142	PUCANGSONGO
NGANTANG	Tanah Kosong	15-25%	Komplek Regosol dan Litosol	2000-2500mm/th	Sangat Rawan	73391733	PANDANSARI
KROMENGAN	Tanah Kosong	2-15%	Mediteran Coklat Kemerahan	>2500mm/th	Sangat Rawan	732	NGADIREJO
PAKISAJI	Tanah Kosong	2-15%	Mediteran Coklat Kemerahan	>2500mm/th	Sangat Rawan	343308	MENDALANWANGI
GONDANGLEGI	Tanah Kosong	2-15%	Regosol Coklat	>2500mm/th	Sangat Rawan	4525496	SUMBERJAYA
PAGAK	Tanah Kosong	2-15%	Mediteran Coklat Kemerahan	>2500mm/th	Sangat Rawan	1415282	SEMPOL

Tabel 4.6 Tingkat Kerawanan Setiap Kecamatan di Kabupaten Malang.

1. Tabel Kriteria Tidak Rawan

KECAMATAN	LUAS (ha)
AMPELGADING	27262973.0000
BANTUR	3617531.0000
BULULAWANG	2358933.0000
GEDANGAN	7592732.0000
GONDANGLEGI	40393.0000
KALIPARE	21743107.0000
KASEMBON	1370094.0000
KEPANJEN	1071664.0000
KROMENGAN	724229.0000
LAWANG	4767.0000
NGANTANG	2144.0000
PAGAK	985406.0000
PAGELARAN	48509420.0000
PAKIS	349857.0000
PAKISAJI	98199.0000
PUJON	3305638.0000
SINGOSARI	15898637.0000
SUMBERMANJING	13609705.0000
SUMBERPUCUNG	5437520.0000
TAJINAN	391871.0000
TIRTOYUDO	5457483.0000
TUREN	62830.0000

2. Tabel Kriteria Cukup Rawan

KECAMATAN	LUAS (ha)
AMPELGADING	150128737.0000
BANTUR	93145006.0000
BULULAWANG	28198806.0000
DAMPIT	152547930.0000
DAU	339590.0000
DONOMULYO	72455538.0000
GEDANGAN	104354026.0000
GONDANGLEGI	10806335.0000
JABUNG	93048162.0000
KALIPARE	91415815.0000
KARANGPLOSO	1013558.0000
KASEMBON	63225544.0000
KEPANJEN	47004101.0000
KROMENGAN	13866176.0000
LAWANG	9952421.0000
NGAJUM	3204456.0000
NGANTANG	48432368.0000
PAGAK	6474524.0000
PAGELARAN	4059480.0000
PAKIS	48752442.0000
PAKISAJI	25869187.0000
PONCOKUSUMO	1668526.0000
PUJON	123673335.0000
SINGOSARI	78516303.0000
SUMBERMANJING	74826664.0000
SUMBERPUCUNG	36477407.0000
TAJINAN	29613872.0000
TIRTOYUDO	173684693.0000
TUMPANG	3385883.0000
TUREN	8792461.0000
WAGIR	1892263.0000
WAJAK	38439850.0000
WONOSARI	189703.0000

3. Tabel Kriteria Rawan

KECAMATAN	LUAS (ha)
AMPELGADING	27111276.0000
BANTUR	52312712.0000
BULULAWANG	17597845.0000
DAMPIT	2920275.0000
DAU	75454899.0000
DONOMULYO	116204365.0000
GEDANGAN	56544973.0000
GONDANGLEGI	51021410.0000
JABUNG	26183658.0000
KALIPARE	3166720.0000
KARANGPLOSO	52980782.0000
KASEMBON	369398.0000
KEPANJEN	38297.0000
KROMENGAN	29047891.0000
LAWANG	63445650.0000
NGAJUM	58783512.0000
NGANTANG	77870668.0000
PAGAK	89678714.0000
PAGELARAN	9243.0000
PAKIS	13048026.0000
PAKISAJI	16240596.0000
PONCOKUSUMO	182910078.0000
PUJON	25360149.0000
SINGOSARI	18527794.0000
SUMBERMANJING	165201847.0000
SUMBERPUCUNG	278074.0000
TAJINAN	11388423.0000
TIRTOYUDO	7179348.0000
TUMPANG	59654275.0000
TUREN	57545774.0000
WAGIR	53613708.0000
WAJAK	61151426.0000
WONOSARI	67230605.0000

4. Tabel Kriteria Sangat Rawan

KECAMATAN	LUAS (ha)
KARANGPLOSO	6042030.0000
PONCOKUSUMO	201915.0000
NGAJUM	7292317.0000
WAGIR	76140.0000
WONOSARI	5178253.0000
LAWANG	4115430.0000
SINGOSARI	2587855.0000
DAU	2245309.0000
TUMPANG	319.0000
PAKIS	142.0000
NGANTANG	73391733.0000
KROMENGAN	732.0000
PAKISAJI	343308.0000
GONDANGLEGI	4525496.0000
PAGAK	1415282.0000

Tabel 4.7 Tingkat Kerawanan paling Dominan di Setiap Kecamatan

KECAMATAN	KRITERIA	LUAS (HA)
PAGELARAN	TIDAK RAWAN	48509420.0000
AMPELGADING	CUKUP RAWAN	150128737.0000
BANTUR	CUKUP RAWAN	93145006.0000
BULULAWANG	CUKUP RAWAN	28198806.0000
DAMPIT	CUKUP RAWAN	152547930.0000
GEDANGAN	CUKUP RAWAN	104354026.0000
GODANGLEGI	CUKUP RAWAN	10806335.0000
JABUNG	CUKUP RAWAN	93048162.0000
KALIPARE	CUKUP RAWAN	91415815.0000
KASEMBON	CUKUP RAWAN	63225544.0000
KEPANJEN	CUKUP RAWAN	47004101.0000
PAKIS	CUKUP RAWAN	48752442.0000
PAKISAJI	CUKUP RAWAN	25869187.0000
PUJON	CUKUP RAWAN	12367335.0000
SINGOSARI	CUKUP RAWAN	78516303.0000
SUMBERPUCUNG	CUKUP RAWAN	36477407.0000
TAJINAN	RAWAN	29613872.0000
TIRTOYUDO	RAWAN	173684693.0000
DAU	RAWAN	75454899.0000
DONOMULYO	RAWAN	116204365.0000
KARANGPLOSO	RAWAN	52980782.0000
KROMENGAN	RAWAN	29047891.0000
LAWANG	RAWAN	63445650.0000
NGAJUM	RAWAN	58783512.0000
NGANTANG	RAWAN	77870668.0000
PAGAK	RAWAN	89678714.0000
PONCOKUSUMO	RAWAN	182910078.0000
SUMBERMANJING	RAWAN	165201847.0000
TUMPANG	RAWAN	59854275.0000
TUREN	RAWAN	57545774.0000
WAGIR	RAWAN	53613708.0000
WAJAK	RAWAN	61151426.0000
WONOSARI	RAWAN	67230605.0000

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.

Dari hasil penelitian yang dilakukan untuk mengidentifikasi kerawanan longsor pada tiap – tiap Kecamatan di Kabupaten Malang dengan menggunakan pemanfaatan data Citra landsat 7 ETM tahun 2003 dan Sistem Informasi Geografis dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pelaksanaan koreksi geometri menggunakan metode dari peta ke citra, dengan jumlah titik GCP sebanyak 25 titik, menghasilkan RMS Error terbesar = 0,62, RMS Error terkecil = 0,05, dan total RMS Error = 5,553, RMS rata – rata = 0,222 , ketelitian koreksi geometri yaitu 6,666 meter.
2. Untuk citra komposit menggunakan kombinasi band (saluran) 542, merupakan kombinasi yang baik untuk mengklasifikasi tutupan lahan.
3. Dari hasil matriks ketelitian uji kebenaran lapangan didapat hasil klasifikasi sebesar 81%.
4. Daerah yang Paling Dominan disetiap masing – masing kriteria :
 - ”Tidak Rawan” kecamatan Pagelaran.
 - ”Cukup Rawan” kecamatan Ampelgading, Bantur, Bululawang, Dampit, Gendangan, Gondanglegi, Jabung, Kalipare, Kasembon, Kepanjen, Pakis, Pakisaji, Pujon, Singosari, dan Sumberpucung.
 - ”Rawan” kecamatan Dau, Donomulyo, Karangploso, Kromengan, Lawang, Ngajum, Ngantang, Pagak, Poncokusumo, Sumbermanjing, Tumpang, Turen, Tajinan, Tirtoyudo, Wagir, Wajak, Wonosari.

5. Daerah Kriteria **“Sangat Rawan”** terdapat di Tumpang, Pagak, Gondanglegi, Pakisaji, Kromengan, Wonosari, Wagir, Ngajum, Pakis, Poncokusumo, Dau, Karangploso, Singosari, Lawang, dan yang paling dominan terletak di kecamatan **Poncokusumo**, dengan luas daerah yaitu 73391733.0000 ha. Sedangkan daerah **“Rawan”** terdapat di kecamatan Tumpang, Sumberpucung, Kromengan, Gondanglegi, Pagak, Lawang, Singosari, Karangploso, Dau, Tumpang, Poncokusumo, Jabung, Pujon, Ngantang, Ngajum, Wagir, Wonosari, Wajak, Sumbermanjing dan yang paling Dominan terletak di Kecamatan **Poncokusumo** dengan luas 182910078.0000 ha. Untuk daerah **“Cukup Rawan”** terletak di kecamatan Lawang, Karangploso, Dau, Pujon, Ngantang, Kasembon, Kepanjen, Sumberpucung, Kromengan, Gondanglegi, Wajak, Turen, Dampit, Tumpang, Poncokusumo, Jabung, Ampelgading, Tirtoyudo, Pagak, Kalipare, Bantur, Donomulya, Gedangan, Pagelaran, Ngajum, Pakisaji, Singosari, Bululawang, Wonosari, Sumbermanjing, Wagir, Singosari, Pakis, dan yang paling dominan pada kecamatan **Tirtoyudo** dengan luas 173684693.0000 ha, sedangkan untuk daerah **“Tidak Rawan”** terletak di Kecamatan Singosari, Pakis, Pujon, Kasembon, Kepanjen, Sumberpucung, Kromengan, Pakisaji, Bululawang, Gondanglegi, Tajinan, Gedangan, Pagelaran, Turen, Sumbermanjing, Ampelgading, Kalipare, Bantur, Tirtoyudo, Pagak, Kasembon, Lawang, Ngantang, dan yang paling Dominan pada kecamatan **Pagelaran** dengan luas 48509420.0000 ha.

5.2. Saran

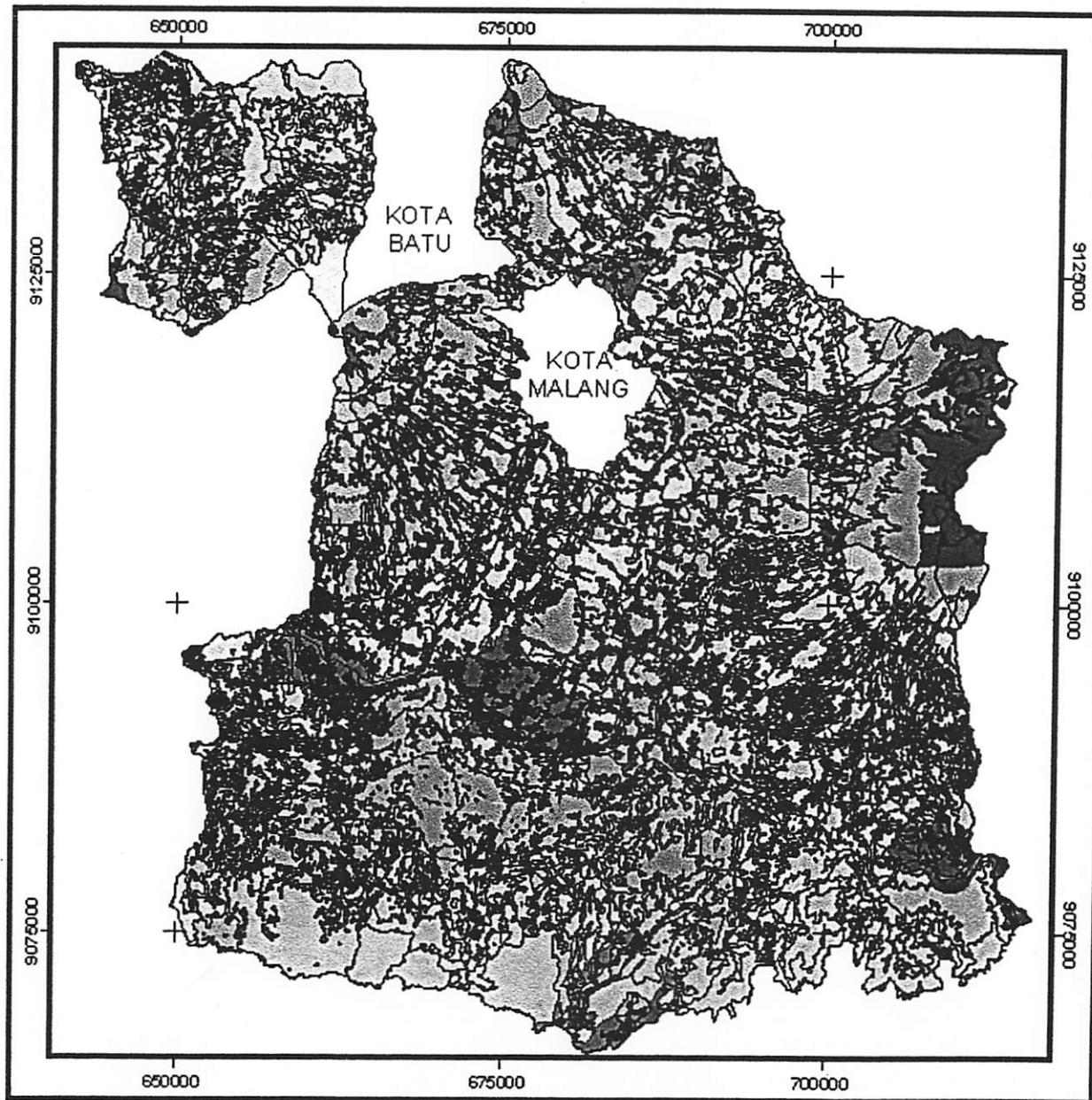
Saran yang dapat di berikan penyusun berdasarkan hasil Identifikasi Tingkat Kerawanan Longsor Kabupaten Malang adalah :

1. Untuk mendapatkan ketelitian hasil klasifikasi yang lebih baik dan akurat pada penelitian berikutnya sebaiknya menggunakan data penginderaan jauh yang mempunyai resolusi spectral yang lebih tinggi seperti ICONOS.
2. Daerah yang sangat rawan longsor sebaiknya tidak dijadikan daerah pemukiman yang padat atau daerah persawahan.

DAFTAR PUSTAKA

- 1. Sutanto, P, 1996, Penginderaan Jauh, Jilid 1, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.**
- 2. Sutanto, P, 1996, Penginderaan Jauh, Jilid 2, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.**
- 3. Budiyanto, E, 2002, Sistem Informasi Geografis menggunakan Arcview GIS, Yogyakarta.**
- 4. Yugi, D, 2005, Tugas Akhir Institut Teknologi Nasional, Malang.**
- 5. Mapper, ER, Version 7.0, 2005, Helping People Manage The Earth.**

PETA RAWAN LONGSOR KABUPATEN MALANG



LEGENDA

-  Tidak Rawan
-  Cukup Rawan
-  Rawan
-  Sangat Rawan

SKALA
1 : 25.000

Disusun Oleh :
IMAM SAFRONI
01.25.046
JURUSAN TEKNIK GEODESI
ITN MALANG