

Tugas Akhir

IDENTIFIKASI PERUBAHAN LAHAN PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI BRANTAS DENGAN MENGUNAKAN CITRA LANDSAT 7 ETM

(Studi Kasus : DAS Brantas, Kabupaten Blitar)



**Disusun Oleh :
DINA SRI LESTARI
NIM : 98.25.020**

**JURUSAN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2005**

1950

REPUBLIC OF INDONESIA
MINISTRY OF EDUCATION AND CULTURE
JANUARY 1950

1950

1950

Tugas Akhir

IDENTIFIKASI PERUBAHAN LAHAN PADA
DAERAH ALIRAN SUNGAI BRANTAS DENGAN
MENGUNAKAN CITRA LANDSAT 7 ETM

(Studi Kasus : DAS Brantas, Kabupaten Blitar)



Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan
Program Pendidikan Sarjana Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi

Oleh :

DINA SRI LESTARI

98.25.020

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

2005

LEMBAR PERSETUJUAN

**IDENTIFIKASI PERUBAHAN LAHAN PADA
DAERAH ALIRAN SUNGAI BRANTAS DENGAN
MENGUNAKAN CITRA LANDSAT ETM 7
(Studi kasus : DAS Brantas, Kabupaten Blitar)**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi

Oleh :

DINA SRI LESTARI

98.25.020

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I



(Ir. Agus Darpono, MT)

Dosen Pembimbing II



(Ir. M. Nurhadi, MT)

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Geodesi



(Ir. D. K. Sunaryo, Ms. Tis)

LEMBAR PENGESAHAN

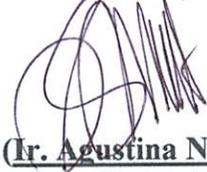
**IDENTIFIKASI PERUBAHAN LAHAN PADA
DAERAH ALIRAN SUNGAI BRANTAS DENGAN
MENGUNAKAN CITRA LANDSAT ETM 7
(Studi kasus : DAS Brantas, Kabupaten Blitar)**

TUGAS AKHIR

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

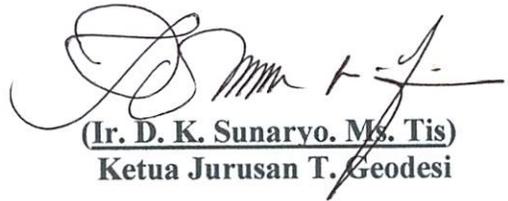
Panitia Ujian Tugas Akhir

Ketua,



**(Ir. Agustina Nurul H., MTP)
Dekan F T S P**

Sekretaris,



**(Ir. D. K. Sunaryo, Ms. Tis)
Ketua Jurusan T. Geodesi**

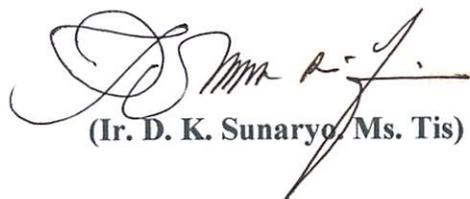
Anggota Penguji Tugas Akhir

Penguji I



(Ir. Pradono Joanes D. Deo, Msi)

Penguji II

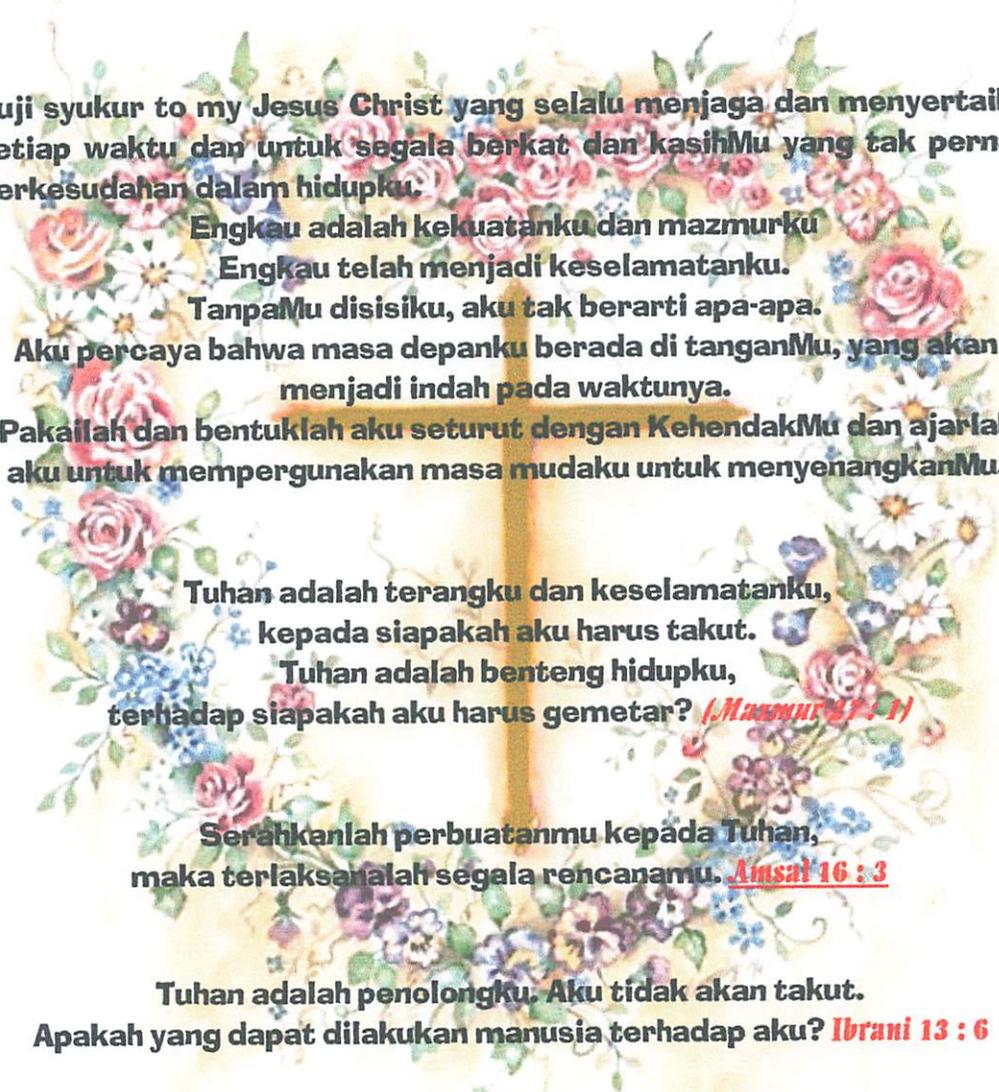


(Ir. D. K. Sunaryo, Ms. Tis)

Penguji III



(Ir. Agus Darpono, MT)



Puji syukur to my Jesus Christ yang selalu menjaga dan menyertaiku setiap waktu dan untuk segala berkat dan kasihMu yang tak pernah berkesudahan dalam hidupku.

Engkau adalah kekuatanku dan mazmurku

Engkau telah menjadi keselamatanku.

TanpaMu disisiku, aku tak berarti apa-apa.

Aku percaya bahwa masa depanku berada di tanganMu, yang akan menjadi indah pada waktunya.

Pakailah dan bentuklah aku seturut dengan KehendakMu dan ajarlah aku untuk mempergunakan masa mudaku untuk menyenangkanMu.

Tuhan adalah terangku dan keselamatanku,

kepada siapakah aku harus takut.

**Tuhan adalah benteng hidupku,
terhadap siapakah aku harus gemetar? *(Mazmur 87 : 1)***

**Serahkanlah perbuatanmu kepada Tuhan,
maka terlaksanalah segala rencanamu. *Amsal 16 : 3***

Tuhan adalah penolongku. Aku tidak akan takut.

Apakah yang dapat dilakukan manusia terhadap aku? *Ibrani 13 : 6*

Makasih yang tak terhingga untuk keluargaku

Kedua orang tuaku : Bapak (Sularto) N Ibu (Meiske) atas cinta dan perhatiannya N yang selalu mendukung serta mendoakanku sehingga aku bisa selesai kuliah. Terima kasih untuk kepercayaan Bapak N Ibu berkan selama aku kuliah. Tak ada kata yang dapat mewakili rasa sayangku N terima kasihku buat Bapak N Ibu,aku hanya bisa berdoa untuk kebahagiaan Bapak N Ibu.

Kedua kakakku : Ari N Iin yang selalu mendoakan, mendukung dan memberiku semangat. Jangan pernah menyerah N sukses yach buwat kalian b'dua.

Makasih aku Buwat :

Pak Roni N Keluarga yang sudah banyak membantu aku selama TA, semoga Tuhan membalas semua kebaikannya.



Sahabatku b'dua di Geo'98 : Lala 'Nyonyor' (Your'e my sister) yang selalu mendoakanku, makasih dah memberiku semangat nyusun TA N yang harus kita ingat bahwa DIA tak pernah jauh dari kita.... Ayu 'kecenk' yang selalu bikin rame (Cenk, emang teman kita (La2) itu rada matre yach....) Kita b'tiga lulus bareng oooiiii.....

Seseorang yang berarti buwat aku : Johan 'Mantul'. Makasih buuuuanyak untuk bantuanmu, waktumu, perhatianmu N sayangmu (kamu udah bantuian aku selama ngerjain TA, ngajarin apa yang aku ngga bisa, ngelembur nyelesein kerjaanku N semua-muanya deh...). Maap ya karena TA, qta sering adu jotos!!!!. Pokoknya aku salut padamu N jempol dua deh untuk kamu. Maaf kalau aku wisuda duluan, yang penting kamu harus berjuang biar cepet lulus juga. "Kalo emang boleh....., pasti bisa" iya ngga????

Temen-temen di Camp Srigading : Topan 'Badjoe' yang sangat perhatian N mengerti aku, makasih untuk rumahnya tempat aku tiap hari ngerjain TA N komputernya yang sering aku pakai. (maaf ya..kadang qta harus gantian make komputernya). I Dewa 'gogon' yang dah ngajarin N bantuin aku apalagi saat mau kompre (akhirnya TA-mu tentang hutan, sesuai dengan harapanmu). Pokoknya ada Gogon pasti ada musik. Abang 'Akbar' yang menjadi tempat untuk bertanya, emang abang yang nomor 1 di Camp Srigading (masih sering ngebut dengan Si IJO???...) Dany 'Nyet' yang selalu saja pulang, ayo Nyet kerjain TA-mu. (Thes-mu masih sering miscall ngga???)



Yang ikutan Tour Bali Geo'98 :) Gusti 'Gabler' kamu emang rajanya biliard (bawain ayam betutu lagi donk...). Tunggul 'tulang' kamu kok ngga kelihatan sih????yang kelihatan Cuma baju N celana yang melayang-layang (kamu masih merasa mirip Samy ya...tapi Samy yang mana?..???) Fahrul 'Manfot' yang dah lulus duluan (ngga ada kamu, qta bingung deh kalau mau pinjam kamera digital). Atet 'Boski' kalau jilid pilih warna yang benar dulu (kamu ngga ingin malam mingguan di kuta???) 'Deny' eh kamu masih tetap setia sama pasanganmu si Atet ya---



Teman Geo'98 : Isto 'Pace' yang merasa mirip Delon..makasih dan kasih semangat N ngasih cerita lucu (emang kamu tu lucu banget tapi kadang sifatmu tu nyebelin, bersamamu pasti ada ketawa. Sulit untuk melupakanmu). De Jun...ayo terus kerjain TA-mu (gimana kabarnya jeng Sri??). Wuri 'Toto' gimana pdkt-mu sama Lilik ato uamis-uamis?? (tenyata kamu diam-diam senang daun muda ya..). Chazma 'Pezek' (kamu semangat bgt ya ngerjain TA-mu) sukses ya... Boban (Michael, kata isto seehhh..) yang selalu saja pusing sama TA-nya . Andry 'Nyong'. Naf'an, Rully 'Kaconk', Dody, Pi'i, Agus 'Jagrak' N semua Geo'98 yang namanya ngga disebutkan, thanx untuk semuanya ya...kekompakan kita harus terus dijaga, pokoknya GEO'98 IS THE BEST. Thanx berat buwat Ditha 'Agatha' yang udah minjamin komputernya. Maaf ya kalo udah ngerepotin kamu, yang rukun yach ma Rieke 'Mince'. GBU

teman-teman di Getsemani Malang yang selalu mendukung dan mendoakaknku. Charlie 'benceno' yang udah bahagia ketemu bule. Audrey 'dari bandung...' yang udah punya a'a baru. Nona 'si tinggi' yang manis. Vira 'si dewasa' emang dewasamu melebihi umurmu, dan semua crew GP Getsemani. Kita adalah satu keluarga Allah dan kita harus saling mendukung dan mendoakan satu sama lain.

Keluarga 220-G.... P. Jendro, M' Tuti, Sandy N Dika 'Bulat' yang jadi penghiburku. Makasih deh sering ngajak aku jalan-jalan ngilangin stres (yang sering ngasih makan gratis) pokoknya the best 220 deh....

KATA PENGANTAR

Syallom.....

Puji syukur kepada Tuhan Yesus atas rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **“IDENTIFIKASI PERUBAHAN LAHAN PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI BRANTAS DENGAN MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT ETM 7 (*studi kasus : DAS Brantas Kabupaten Blitar*)”** yang diajukan sebagai tugas akhir dalam rangka menyelesaikan studi strata satu (S-1) di Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang. Usaha untuk menyelesaikan tugas akhir ini tak lepas dari bimbingan dan bantuan dari semua pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Ibu Ir. Agustina Nurul H, MTP, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. D. K. Sunaryo, Ms. Tis, selaku ketua Jurusan Teknik Geodesi.
4. Bapak Ir. Agus Darpono, MT ,selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan ilmu, waktu dan nasehatnya kepada penulis, sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
5. Bapak Ir. M. Nurhadi, MT selaku dosen pembimbing II dan dosen wali yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
6. Bapak Ir. Rony yang banyak membantu dalam pengerjaan TA.
7. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Geodesi.
8. Teman-teman Geo'98 yang selalu kompak dan berjuang sama-sama menyelesaikan TA.
9. Teman-teman Getsemani yang selalu mendukung dalam doa.
10. Kedua orang tua dan kedua kakakku yang selalu mendukung dan mendoakan penulis.

11. Semua pihak yang sudah membantu penulis menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis sadar bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini, karenanya kritik dan saran sangat penulis harapkan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

Akhir kata semoga Tuhan membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis.

Malang, April 2005

Penulis

(DSL)

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Identifikasi Masalah	2
I.3. Tujuan Penelitian	2
I.4. Batasan Masalah	2
I.5. Sistematika penulisan	2
I.6. Tinjauan Pustaka	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
II.1. Pengertian Penginderaan Jauh	4
II.2. Sistem Penginderaan Jauh	5
II.2.1. Sumber Tenaga	5
II.2.2. Atmosfer	6
II.2.3. Interksi antara Tenaga dan Obyek	6
II.2.4. Sensor	6
II.2.5. Sistem Pengolahan Data	7
II.2.6. Pengguna Data	8
II.3. Satelit Landsat	8
II.3.1. Satelit Landsat ETM 7	9
II.4. Citra Penginderaan Jauh	11

II.4.1. Jenis-jenis Citra	12
II.4.1.1. Citra Foto	12
II.4.1.2. Citra Non-foto	13
II.4.2. Koreksi Citra	13
II.4.2.1. Koreksi Radiometrik Citra	13
II.4.2.2. Koreksi Geometri Citra	14
II.4.3. Perbaikan Citra	17
II.4.3.1. Penajaman Citra (Image Enhancement)	17
II.4.3.2. Pemfilteran (Filtering)	19
II.4.4. Teknik dan Unsur-unsur Interpretasi Citra	19
II.4.4.1. Interpretasi Citra	24
II.4.4.2. Unsur-unsur Interpretasi	28
II.5. Pengertian Daerah Aliran Sungai (DAS)	29
II.5.1. Daerah Aliran Sungai Brantas	30
II.5.2. Wilayah DAS Bagian Selatan	31
II.5.3. Wilayah DAS Bagian Timur	32
II.6. Daerah Otonom	32
BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN	34
III.1. Lokasi Penelitian	34
III.2. Bahan Penelitian	34
III.3. Peralatan Penelitian	34
III.4. Alur Penelitian	35
III.4.1. Tahapan Pekerjaan	41
III.4.1.1. Menampilkan Data Raster	41
III.4.1.2. Import Data Vektor	42
III.4.1.3. Manampilkan Data Vektor	43
III.4.1.4. Pembuatan Color Composit Citra Landsat ETM 7	44
III.4.1.5. Koreksi Radiometrik	45
III.4.1.6. Koreksi Geometri Citra Landsat ETM 7	46
III.4.1.7. Pemotongan Citra	48

III.4.1.8.	Klasifikasi Citra Landsat ETM 7	50
III.4.1.9.	Tumpang Susun (Overlay) Citra Landsat ETM 7 dengan Peta Rupa Bumi Indonesia	53
BAB IV	PEMBAHASAN DAN ANALISA AKHIR	55
IV.1.	Proses Pengolahan Citra	55
IV.1.1.	Citra Komposit dan Penajaman Citra	55
IV.1.2.	Koreksi Geometri	56
IV.2.	Tumpang Susun (Overlay) Citra Landsat th. 2002 dan Peta Rupa Bumi Indonesia th.1998	57
IV.3.	Editing Unsur Spasial dan Non Spasial	57
IV.4.	Pembahasan Hasil Editing Unsur Spasial dan Non Spasial Berdasarkan Interpretasi Citra Landsat ETM 7	58
IV.5.	Overlay	59
IV.5.1.	Hasil Overlay Peta Tutupan Lahan th. 2002 dengan th. 1998	59
IV.6.	Analisa Perubahan Tutupan Lahan	60
IV.7.	Pembahasan Hasil Analisa	65
BAB V	PENUTUP	69
V.1.	Kesimpulan	69
V.2.	Saran	69

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN DATA

DAFTAR TABEL

Tabel Saluran Spektral	10
Tabel 2.1 Nama dan Luas DAS dan Sub DAS Pada DAS Brantas	31
Tabel 2.2 Nama dan Luas Sub DAS pada Wilayah DAS Bagian Selatan dan Bagian Timur	32
Tabel 2.3 Luas Wilayah Daerah otonom dalam Satuan Wilayah Pengelolaan DAS Brantas	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Penginderaan Jauh	5
Gambar 2.2 Konsep Penginderaan Jauh Multitingkat	22
Gambar 2.3 Deskripsi Kondisi SWP DAS Brantas	30 ²⁹
Gambar 3.1 Daerah Penelitian	34
Gambar 3.2 Tampilan Citra Landsat ETM 7	41
Gambar 3.3 Kotak Dialog Import Vector and GIS Format	42
Gambar 3.4 Kotak Dialog Import Autocad DXF	43
Gambar 3.5 Tampilan Data Spasial Jalan dan Sungai Hasil Import	43
Gambar 3.6 Citra Landsat ETM 7 Blitar Hasil Kombinasi Band 542	44
Gambar 3.7 Kotak Dialog Transform	45
Gambar 3.8 Grafik Nilai Spektral	46
Gambar 3.9 GCP Setup	47
Gambar 3.10 Hasil Koreksi Geometri	48
Gambar 3.11 Kotak Dialog Vector to Region Conversion	49
Gambar 3.12 Citra Landsat ETM 7 Blitar Hasil Cropping	50
Gambar 3.13 Citra Landsat ETM 7 Blitar Penentuan Sampel Area	51
Gambar 3.14 Pemberian Warna Pada Setiap Class Area	51
Gambar 3.15 Kotak Dialog Supervised Clasification	52
Gambar 3.16 Citra Landsat ETM 7 Hasil Klasifikasi	52
Gambar 3.17 Hasil Tumpang Susun Citra Landsat ETM 7 dengan Peta Rupa Bumi Indonesia	53
Gambar 3.18 Peta Hasil Akhir	54
Gambar 4.1 Citra Komposit Band 542	55
Gambar 4.2 Tabel GCP	56
Gambar 4.3 Peta Tutupan Lahan th. 2002	58
Gambar 4.4 Tabel Klasifikasi Peta Tutupan Lahan th. 2002	58
Gambar 4.5 Hasil Proses Editing Peta Tutupan Lahan dengan Citra Landsat	59
Gambar 4.6 Hasil Overlay antara Peta Tutupan Lahan th. 1998 Dengan Peta Tutupan Lahan th. 2002	60

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat ini Indonesia sedang menggalakan pemantauan penggunaan lahan yang besar macamnya. Karena pada kenyataannya bahwa saat ini di beberapa wilayah Indonesia banyak yang mengalami perubahan penggunaan lahan, seperti halnya di daerah aliran sungai Brantas kabupaten Blitar yang mengalami perubahan penggunaan lahan yang cepat. Perlunya dilakukan identifikasi penggunaan lahan dalam suatu periode tertentu agar perubahan-perubahan penggunaan lahan dapat diketahui secara pasti dan dapat mencegah terjadinya kerusakan maupun bencana yang dapat ditimbulkan oleh kesalahan dalam penggunaan lahan di daerah aliran sungai.

Teknologi penginderaan jauh telah mengalami perkembangan yang sangat pesat sejalan dengan perkembangan teknologi informasi, komunikasi dan komputer. Penginderaan jauh saat ini berorientasi pada teknologi satelit sebagai wahana pembawa sensor penginderaan jauh tersebut. Sebagai sarana penginderaan, sensor satelit pada masa sekarang ini juga telah mengalami perkembangan dengan kemampuan yang jauh diatas kemampuan mata manusia. Sensor tersebut digunakan untuk inventarisasi dan pemetaan sumber daya alam di permukaan bumi. Teknologi penginderaan jauh tersebut akan memberikan efisiensi pada banyak segi seperti perolehan data yang cepat, akurat dengan biaya dan tenaga operasional yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan teknologi konvensional.

Dewasa ini penginderaan jauh merupakan cara yang praktis untuk memantau secara berulang-ulang dan cermat atas sumber daya bumi menyeluruh. Hal ini banyak membantu dalam menilai dampak aktivitas manusia terhadap udara, air dan lahan. Data diperoleh dari sensor penginderaan jauh menyajikan informasi penting untuk membuat keputusan yang mantap dan perumusan kebijakan bagi berbagai penerapan pengembangan sumberdaya dan penggunaan lahan.

Salah satu aplikasi dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh yaitu dengan mengidentifikasi perubahan lahan pada daerah aliran sungai, dimana dari citra satelit yang ada dapat dilihat secara cepat dan cukup tepat keadaan daerah yang terjadi perubahan lahannya. Memang dari informasi tersebut tidak dapat diketahui secara langsung perubahan lahan yang terjadi, tetapi dengan informasi yang diperoleh dapat mengetahui kemungkinan terjadinya perubahan lahan dan memperkirakan seberapa jauh perubahan lahan yang terjadi.

1.2. Identifikasi Masalah

Perubahan lahan yang terjadi di daerah aliran sungai belum sepenuhnya dapat teridentifikasi sehingga pengelolaannya belum dapat dilaksanakan secara maksimal.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi perubahan lahan pada daerah aliran sungai Brantas dengan memanfaatkan citra Landsat 7 ETM.

1.4. Batasan Masalah

Pada penelitian ini permasalahan yang dibahas hanya pada pengidentifikasian perubahan lahan pada daerah aliran sungai Brantas dengan melakukan analisa digital citra Landsat 7 ETM tahun perekaman 2002 dan data pendukung lainnya yaitu peta Rupa Bumi Indonesia dan peta daerah aliran sungai.

1.5. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dalam penyusunan laporan penelitian ini meliputi :

BAB I

Dalam Bab ini memuat kerangka berpikir dari penelitian tugas akhir yang meliputi : Latar Belakang, Identifikasi Masalah, Tujuan Penelitian, Batasan Masalah, dan Sistematika Penulisan.

BAB II

Dalam Bab ini memuat dasar teori yang mendukung dan mendasari dalam penelitian tugas akhir ini yang meliputi : Pengertian Penginderaan Jauh, Sistem Penginderaan Jauh, Satelit Landsat, Citra Penginderaan Jauh, Pengertian Daerah Aliran Sungai (DAS) serta Daerah Otonom.

BAB III

Dalam Bab ini memuat alur proses penelitian yang meliputi : Lokasi Penelitian, Persiapan Penelitian, Diagram Alir Penelitian serta Tahapan Pekerjaan Penelitian.

BAB IV

Dalam Bab ini berisi hasil dan pembahasan tentang Identifikasi Perubahan Lahan Pada Daerah Aliran Sungai Brantas dengan Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh.

BAB V

Dalam Bab ini memuat kesimpulan dari penelitian yang dilakukan serta beberapa saran.

1.6. Tinjauan Pustaka

“ Ada dua aspek pada penerapan teknologi Penginderaan Jauh dalam bidang hidrologi atau sumber daya air, yaitu statis dan dinamis. Aspek statis lebih menitikberatkan pada kondisi sesaat yakni bertujuan untuk monitoring. Dengan memasukkan parameter fisis lainnya, seperti curah hujan, jenis tanah, dan kondisi topografi, citra satelit yang menginformasikan kondisi tutupan lahan dapat diolah menjadi suatu model dalam melihat daerah-daerah kritis atau daerah yang perlu mendapat perhatian lebih dalam Daerah Pengaliran Sungai. Sedangkan dengan menggunakan data citra multitemporal, dapat diterapkan aspek inamis dari teknologi ini, yaitu pemantauan perubahan tutupan lahan. (Karsidi, 1996) “.

“ Perubahan penggunaan lahan adalah bertambahnya suatu penggunaan lahan dan disisi lain diikuti dengan berkurangnya tipe penggunaan lahan yang lain pada suatu daerah dari waktu ke waktu berikutnya (Martin & Howarth, 1989) “.

BAB II

LANDASAN TEORI

II.1. Pengertian Penginderaan Jauh

Penginderaan Jauh merupakan suatu teknik untuk memperoleh informasi tentang obyek, daerah, atau gejala dengan jalan menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap obyek, daerah, atau gejala yang dimaksud.

Pengumpulan data penginderaan jauh dilakukan dengan menggunakan alat pengindera atau alat pengumpul data yang disebut sensor. Berbagai sensor pengumpul data dari jarak jauh, umumnya dipasang pada wahana (*platform*) yang berupa pesawat terbang, balon, satelit atau wahana lainnya. Obyek yang diindera adalah obyek yang terletak dipermukaan bumi, diatmosfer (dirgantara) dan diantariksa. Pengumpulan data dari jarak jauh tersebut dapat dilakukan dalam berbagai bentuk, sesuai dengan tenaga yang digunakan. Tenaga yang digunakan dapat berupa variasi distribusi (*distribution*) daya, distribusi gelombang bunyi atau distribusi energi elektromagnetik. Data penginderaan jauh dapat berupa citra (*imagenergy*), grafik, dan data numerik. Data tersebut dapat dianalisis untuk mendapatkan informasi tentang obyek, daerah, atau fenomena yang diindera atau diteliti. Proses penerjemahan data menjadi informasi disebut analisis atau interpretasi data. Apabila proses penerjemahan tersebut dilakukan secara digital dengan bantuan komputer disebut interpretasi digital.

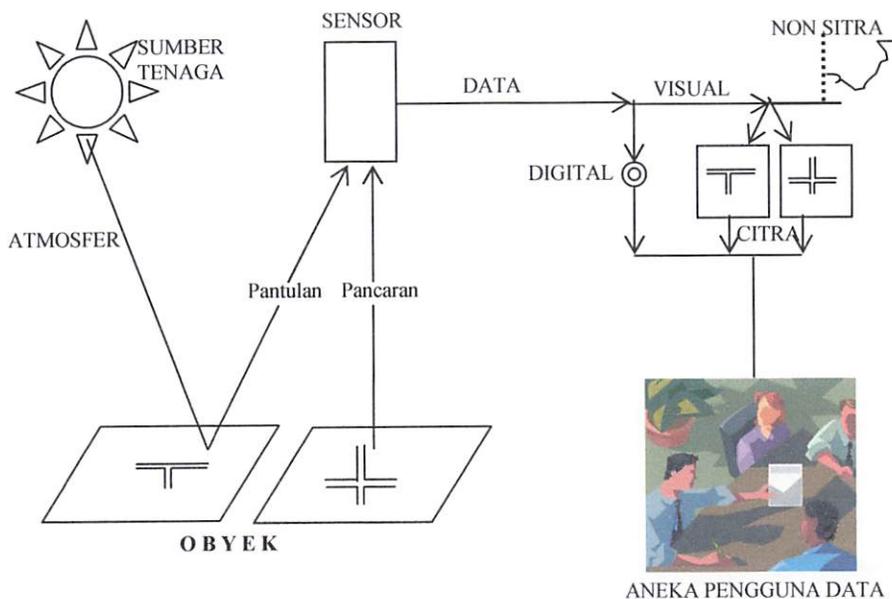
Analisis data penginderaan jauh memerlukan data rujukan seperti peta tematik, data statistik, dan data lapangan. Hasil analisis yang diperoleh berupa informasi mengenai bentang lahan, jenis penutup lahan, kondisi lokasi, dan kondisi sumber daya daerah yang diindera. Informasi tersebut bagi para pengguna dapat dimanfaatkan untuk membantu dalam proses pengambilan keputusan dalam mengembangkan daerah tersebut. Keseluruhan proses mulai dari pengambilan data, analisis data hingga penggunaan data disebut Sistem Penginderaan Jauh.

II.2. Sistem Penginderaan Jauh

Konsep dasar penginderaan jauh terdiri atas beberapa elemen atau komponen yang meliputi sumber tenaga, atmosfer, interaksi tenaga dengan obyek dipermukaan bumi, sensor, sistem pengolahan data, dan berbagai penggunaan data.

II.2.1. Sumber tenaga

Seluruh sistem penginderaan jauh, baik pasif maupun aktif memerlukan sumber tenaga, yaitu dapat berupa sumber tenaga alamiah maupun sumber tenaga buatan. Spektrum elektromagnetik merupakan berkas dari tenaga elektromagnetik, yang meliputi spectra kosmis, Gamma, X, ultraviolet, tampak, inframerah, gelombang mikro, dan gelombang radio. Jumlah total seluruh spektrum disebut spektrum elektromagnetik. Pembagian spectrum telah berkembang dari berbagai metode penginderaan, atas setiap jenis radiasi, dan perbedaan berdasarkan sifat tenaga pada berbagai panjang gelombang.



Gambar 2.1 Sistem Penginderaan Jauh

II.2.2. Atmosfer

Semua sistem penginderaan jauh tentu melalui atmosfer dengan jarak atau panjang jalur tertentu. Pengaruh total atmosfer berbeda-beda sesuai dengan jarak yang dilalui, besarnya sinyal tenaga yang diindera, kondisi atmosfer, dan panjang gelombang yang digunakan. Oleh karena itu pengaruh atmosfer sangat bervariasi menurut panjang gelombang, waktu dan tempat. Atmosfer biasanya merumitkan masalah yang ditimbulkan oleh variasi sumber tenaga, dan atmosfer juga membatasi bagian spektrum elektromagnetik yang dapat digunakan dalam penginderaan jauh.

II.2.3. Interaksi antara Tenaga dan Obyek

Tiap obyek mempunyai karakteristik tertentu dalam memantulkan atau memancarkan tenaga ke sensor. Pengenalan obyek pada dasarnya dilakukan dengan menyidik (*tracing*) karakteristik spektral obyek yang tergambar pada citra. Obyek yang banyak memantulkan atau memancarkan tenaga akan tampak cerah pada citra, sedang obyek yang pantulannya atau pancarannya sedikit tampak gelap. Meskipun demikian, pada kenyataannya tidak sesederhana ini. Ada obyek yang berlainan tetapi mempunyai karakteristik spektral sama atau serupa sehingga menyulitkan pembedaannya dan pengenalannya pada citra. Hal ini dapat diatasi dengan menyidik karakteristik lain selain karakteristik spektral, seperti misalnya bentuk, ukuran dan pola.

II.2.4. Sensor

Tenaga yang datang dari obyek dipermukaan bumi diterima dan direkam oleh sensor. Tiap sensor mempunyai kepekaan tersendiri terhadap bagian spektrum elektromagnetik. Disamping itu juga kepekaannya berbeda dalam merekam obyek terkecil yang masih dapat dikenali dan dibedakan terhadap obyek lain atau terhadap lingkungan sekitarnya. Kemampuan sensor untuk menyajikan gambaran obyek terkecil ini disebut resolusi spasial. Resolusi spasial ini merupakan petunjuk bagi kualitas sensor. Semakin kecil obyek yang dapat direkam olehnya, semakin baik kualitas sensornya.

Berdasarkan atas proses perekamannya, sensor dibedakan atas sensor fotografik dan sensor elektronik. Pada sensor fotografik, proses perekamannya berlangsung dengan cara kimiawi. Tenaga elektromagnetik diterima dan direkam pada lapisan emulsi film yang bila diproses akan menghasilkan foto. Kalau pemotretannya dilakukan dari pesawat udara atau wahana lainnya, fotonya disebut foto udara. Bila pemotretannya dilakukan dari antariksa, fotonya disebut foto satelit atau foto orbital. Jadi, dalam proses ini film berfungsi sebagai penerima tenaga dan sekaligus sebagai alat perekamannya.

Berbeda dengan sensor fotografik, sensor elektronik menggunakan tenaga elektrik dalam bentuk sinyal elektrik. Alat penerima dan perekamnya berupa pita magnetik atau detektor lainnya, bukan film. Sinyal elektrik yang direkam pada pita magnetik ini kemudian dapat diproses menjadi data visual maupun menjadi data digital yang siap dikomputerkan. Pemrosesannya menjadi citra dapat direkam oleh pita magnetik yang telah diwujudkan secara visual pada sejenis layar televisi, atau dengan menggunakan film perekam khusus. Hasil akhirnya memang berupa foto dengan film sebagai alat perekam. Oleh karena itu hasil akhirnya tidak disebut foto udara, melainkan disebut citra penginderaan jauh yang untuk mudahnya disingkat dengan citra. Citra meliputi semua gambaran visual planimetrik yang diperoleh dengan jalan penginderaan jauh. Jadi foto udara termasuk citra, akan tetapi tidak semua citra berupa foto udara.

Kepekaan sensor tidak sama. Sensor fotografik hanya peka terhadap spektrum tampak ($0,4 \mu\text{m} - 0,7 \mu\text{m}$) dan perluasannya, yaitu spektrum ultraviolet dekat ($0,7 \mu\text{m} - 0,9 \mu\text{m}$). Sensor elektronik lebih besar kepekaannya, yakni meliputi spektrum tampak dan perluasannya, spektrum inframerah termal, dan spektrum gelombang mikro.

II.2.5. Sistem Pengolahan Data

Kemampuan sensor yang dewasa ini beroperasi untuk memperoleh data jauh lebih besar dari pada kemampuan untuk menangani data tersebut. Hal ini pada umumnya berlaku baik untuk sistem interpretasi manual maupun sistem interpretasi dengan bantuan komputer. Pengolahan data sensor hingga menjadi

bentuk yang dapat diinterpretasi memerlukan banyak pemikiran, instrumentasi, waktu, pengalaman, dan data rujukan.

Peranan manusia dalam pengolahan data akan terus berlanjut sebagai hal yang penting pada terapan yang produktif data penginderaan jauh.

II.2.6. Pengguna Data

Keberhasilan aplikasi penginderaan jauh terletak pada dapat diterima atau tidaknya hasil penginderaan jauh itu oleh para pengguna data. Jadi, pengguna data merupakan komponen yang penting dalam sistem penginderaan jauh. Kerincian, keandalan, dan kesesuaian terhadap kebutuhan pengguna sangat menentukan diterima atau tidak diterimanya data penginderaan jauh oleh para penggunanya. Dalam hal ini data hasil interpretasi foto udara telah hampir seabad dimanfaatkan oleh pengguna data dalam rangka pengelolaan sumberdaya dan lingkungan, sedang penginderaan jauh lainnya masih relatif baru. Meskipun pada saat ini sering dikatakan bahwa penginderaan jauh yang baru ini masih dalam taraf eksperimental atau semi operasional, prospeknya untuk masa mendatang baik sekali.

II.3. Satelit Landsat

Landsat merupakan suatu hasil program sumberdaya bumi yang dikembangkan oleh NASA (*the National Aeronautical and Space Administration*) Amerika Serikat pada awal tahun 1970-an. Landsat diluncurkan pada tanggal 22 Juli 1972 sebagai ERTS-1 (*Earth Resources Technology Satellite*) yang kemudian diganti namanya menjadi Landsat-1. Sejak itu, tiga Landsat berikutnya telah diluncurkan dengan berhasil. Tipe Landsat yang pertama yang memiliki karakteristik orbit dan sistem pencitraan serupa dapat dipandang sebagai satelit sumberdaya generasi pertama bagi seri tersebut. Landsat 4 yang diluncurkan dengan berhasil pada tanggal 16 Juli 1982 mengawali generasi baru satelit sumberdaya dengan resolusi tinggi, yang menampilkan suatu perbaikan dibanding dengan generasi model sebelumnya. Orbit seri Landsat seluruhnya sinkron matahari.

Sistem pencitraan pada Landsat 1, 2, dan 3 adalah kamera *return beam vidicon* (RBV) dan *multispectral scanner* (MSS). RBV pada Landsat 1 dan 2 merupakan sistem kamera tiga televisi tipe elektro optik dengan panjang fokus 126 mm yang merekam pantulan medan pada tiga saluran panjang gelombang tampak. Apabila dikombinasikan bersama-sama ketiga saluran tersebut menghasilkan paduan warna semu (*false color composite*). Sistem ini memiliki luas citra yang dapat digunakan sebesar 25 x 25 mm pada permukaan tabung yang mengandung 81 titik *reseau* dan 4 tanda fidusial. Sistem ini mampu menghasilkan gambar dengan resolusi tinggi yang terdiri dari 4.125 garis penyiaman dan 4.500 elemen gambar (*pixel*) per garis penyiaman, yang setara dengan resolusi medan 80 m. Tiga kamera dapat mencitra areal 185 x 185 km setiap 25 detik. Pada Landsat 3, sistem RBV hanya terdiri dari dua kamera dengan dua panjang fokus, di dalam sistem optik, yang merekam hanya pada saluran spectral tunggal, yaitu 0,505-0,750 μm (pankromatik). Hal ini menyebabkan pengurangan peliputan areal sampai mencapai seperempat areal yang terliput oleh kamera RBV tunggal yang digunakan pada Landsat 1 dan 2, namun memperbaiki resolusi spasial menjadi 40 m. Hal penting yang perlu diperhatikan ialah bahwa sistem RBV menggunakan penutup (*shutter*), dan menghasilkan satu kerangka citra pada satu saat. Oleh karena itu maka distorsi geometrik citranya rendah disebabkan oleh perubahan sikap wahana sensor.

II.3.1. Satelit Landsat 7 ETM

Satelit landsat 7 ETM merupakan generasi terbaru dari satelit landsat yang memiliki resolusi temporal 16 hari, resolusi spektral 8 (delapan) band, resolusi spasial 30 m x 30 m, mempunyai saluran pankromatik yang mempunyai resolusi spasial 15 m x 15 m serta resolusi radiometrik 8 (delapan) bit.

Berikut ini disajikan tabel saluran spektral yang terdapat pada Landsat 7 ETM :

BAND	PANJANG GELOMBANG	RESOLUSI	SPEKTRAL	KEGUNAAN UTAMA
1	0,450 μm -0,515 μm	30 mx 30 m	Biru	Membuahkan peningkatan penetrasi kedalam tubuh air, dan juga untuk mendukung analisis sifat khas penggunaan lahan, tanah dan vegetasi
2	0,525 μm -0,605 μm	30 mx 30 m	Hijau	Dirancang untuk mengindera puncak pantulan vegetasi pada spektrum hijau
3	0,630 μm -0,6905 μm	30 mx 30 m	Merah	Saluran terpenting untuk memisahkan vegetasi. Saluran ini berada pada salah satu bagian serapan klorofil dan memperkuat kontras antara kenampakan vegetasi dan bukan vegetasi, juga menajamkan kontras antara kelas vegetasi
4	0,775 μm -0,9005 μm	30 mx 30 m	Inframerah dekat	Dipilih agar tanggapan terhadap sejumlah biomassa vegetasi yang terdapat pada daerah kajian
5	1,550 μm -1,750 μm	30 mx 30 m	Inframerah tengah	Merupakan saluran yang dikenal penting untuk penentuan jenis tanaman, kandungan air pada tanaman,, dan kondisi kelembaban tanah
6	10,400 μm -12,500 μm	60 mx 60 m	Inframerah thermal	Suatu saluran yang penting untuk pemisah formasi batuan
7	2,090 μm -2,350 μm	30 mx 30 m	Inframerah tengah	Suatu saluran inframerah termal yang dikenal bermanfaat untuk klasifikasi vegetasi, analisis gangguan vegetasi, pemisahan kelembaban tanah,dan sejumlah gejala lain yang

				berhubungan dengan panas.
8	0,520 μm -0,900 μm	15 mx 15 m	Pankromatik	Suatu saluran pankromatik dengan resolusi spasial yang cukup tinggi dan bermanfaat untuk identifikasi budaya seperti bangunan, jalan, sungai, bendungan, dan lain-lain

Sumber : Lo, 1986 (dalam Sutanto 1987)

II.4. Citra Penginderaan Jauh

Secara definitif citra penginderaan jauh adalah gambaran suatu obyek dari pantulan atau pancaran radiasi elektromagnetik obyek, yang direkam dengan cara optik, elektro-optik, optik-mekanik atau elektronik. Citra penginderaan jauh merupakan gambaran yang mirip dengan wujud aslinya atau paling tidak berupa gambaran planimetriknya, sehingga citra merupakan keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik, analog, dan digital. Data non citra dapat berupa grafik, diagram dan numerik.

1. Citra bersifat optik

Citra bersifat optik biasanya disebut citra fotografik yang berupa foto. Citra fotografik adalah gambaran obyek yang direkam menggunakan kamera sebagai sensornya, film sebagai detektornya, sedangkan tenaga elektromagnetik yang digunakan pada spektrum tampak dan perluasannya (spectrum tampak 0.4 mm – 0.7 mm, ultraviolet dekat 0.3 mm – 0.4 mm, dan infra merah dekat 0.7 mm – 1.2 mm).

2. Citra bersifat analog

Citra bersifat analog berupa sinyal-sinyal video seperti gambar pada monitor televisi. Sistem perekaman citra analog menggunakan sistem gabungan *optical scanning*. Citra analog merupakan gambaran obyek yang direkam menggunakan sensor kamera-video, detektornya opto-elektronik maupun

tenaga elektromagnetik. Perekamannya menggunakan spektrum tampak dan perluasannya $0.4 - 0.3 \mu\text{m}$.

3. Citra bersifat digital

Citra bersifat digital dapat secara langsung disimpan pada suatu pita magnetik. Citra digital direkam dengan menggunakan sensor non-kamera (*scanner, radiometer, spektrometer*), detektornya adalah elektronik dan tenaga elektromagnetik yang digunakan lebih luas dibandingkan dengan citra fotografik. Spektrum gelombang elektromagnetik yang digunakan dalam perekaman citra digital adalah spektrum tampak, ultraviolet, inframerah dekat, inframerah termal dan gelombang mikro.

II.4.1. Jenis-jenis Citra

Data penginderaan jauh atau citra dapat dibedakan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu :

II.4.1.1. Citra Foto

Citra foto yaitu suatu jenis foto yang dihasilkan dari suatu pemotretan yang dilakukan dengan kamera yang berada diatas wahana. Citra foto pada umumnya dibedakan atas foto terestrial dan foto udara. Foto terestrial dibuat dengan kamera dimuka bumi yang pada umumnya diketahui posisi dan orientasinya sering diukur secara langsung pada saat pemotretan. Sedangkan foto udara adalah suatu foto yang pemotretannya dilakukan diatas wahana udara. Foto udara ini dibedakan menjadi dua macam, yaitu foto udara vertikal dan foto udara condong.

1. Foto Udara Tegak/Vertikal

Foto udara tegak/vertikal (kurang dari 3° dianggap vertikal) adalah foto udara yang dibuat dengan sumbu kamera yang arahnya vertikal. Bila sumbu kamera pada saat pemotretan benar-benar tegak/vertikal maka bidang foto akan sejajar dengan bidang datum maka foto yang dihasilkan ini disebut foto udara vertikal. Bila sumbu kamera secara tidak langsung membuat sumbu kecil terhadap garis vertikal maka akan menghasilkan foto sendeng, kesendengan tak tersengaja ini biasanya kurang dari 1° dan jarang lebih dari itu.

2. Foto Udara Condong/*Oblique* (3° - 90°)

Foto udara condong dibuat dengan sumbu kamera membentuk sudut dengan arah gaya berat pada saat pemotretan sudut dengan arah gaya saat pemotretan dilakukan. Foto udara condong ini dibedakan menjadi dua, yaitu foto udara condong rendah dan foto udara condong tinggi.

II.4.1.2. Citra Non-foto

Citra non-foto dapat secara langsung disimpan pada suatu pita magnetik. Citra non-foto direkam dengan menggunakan sensor non-kamera (*scanner, radiometer, spektrometer*), detektornya adalah elektronik dan tenaga elektromagnetik yang digunakan lebih luas dibandingkan dengan citra foto. Spektrum gelombang elektromagnetik yang digunakan dalam perekaman citra non-foto adalah spektrum tampak, ultraviolet, inframerah dekat, inframerah termal dan gelombang mikro.

II.4.2. Koreksi Citra

Koreksi citra merupakan suatu operasi pengkondisian supaya citra yang akan digunakan benar-benar memberikan informasi yang akurat secara geometris maupun radiometris (*Daneodoro, P, 1996*).

II.4.2.1. Koreksi Radiometrik Citra

Koreksi radiometrik merupakan perbaikan akibat cacat atau kesalahan radiometrik, yaitu kesalahan pada sistem optik, kesalahan karena gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer, dan kesalahan karena pengaruh sudut elevasi matahari. Penyebab kesalahan radiometrik dapat dibedakan dalam tiga kelompok, yaitu :

1. Kesalahan pada sistem optik

Kesalahan ini dapat disebabkan oleh bagian optik pembentuk citra buram dan perubahan kekuatan sinyal.

2. Kesalahan karena gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer yang disebabkan oleh pengaruh hamburan dan serapan, tanggapan (*response*)

amplitudo yang tidak linier, dan terjadi bising (*noise*) pada waktu transmisi data.

3. Kesalahan karena pengaruh sudut elevasi matahari yang disebabkan oleh perubahan pencahayaan pada permukaan bumi yang disebabkan sifat obyek dan kepekaan obyek menerima tenaga dari luar tidak sama, perubahan radiasi dari permukaan obyek karena perubahan sudut pengamatan sensor.

Koreksi radiometrik diperlukan atas dasar dua alasan, yaitu untuk memperbaiki kualitas visual citra dan sekaligus memperbaiki nilai-nilai pixel yang tidak sesuai dengan nilai pantulan atau pancaran spektral obyek yang sebenarnya. Koreksi radiometri citra yang ditujukan untuk memperbaiki kualitas visual citra berupa pengisian kembali baris yang kosong karena *drop-out* baris maupun kesalahan awal pelarikan (*scanning start*).

Koreksi geometri yang ditujukan untuk memperbaiki nilai pixel supaya sesuai dengan yang seharusnya biasanya mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai sumber kesalahan utama. Pada koreksi ini, diasumsikan bahwa nilai pixel terendah pada suatu kerangka liputan (*scene*) seharusnya nol, sesuai dengan *bit-coding* sensor.

II.4.2.2. Koreksi Geometri Citra

Orbit satelit yang sangat tinggi dan medan pandangannya kecil maka terjadi distorsi geometrik. Berdasarkan sumberdaya distorsi atau kesalahan geometrik dapat dikelompokkan menjadi dua tipe, yaitu :

Kesalahan internal disebabkan oleh konfigurasi sensornya, yaitu :

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

Kesalahan geometrik oleh kesalahan external dikarenakan oleh :

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

Citra Landsat mengandung berbagai distorsi geometrik yang harus dikoreksi. Distorsi ini dihasilkan oleh faktor seperti variasi tinggi satelit, ketegakan satelit, dan kecepatannya. Koreksi geometrik memiliki tiga tujuan, yaitu :

1. Melakukan *rektifikasi* (pembetulan) atau rotasi (pemulihan) citra agar koordinat citra sesuai dengan koordinat geografis.
2. *Registrasi* (mencocokkan) posisi citra dengan citra lain atau mentransformasikan sistem koordinat citra multispektral atau citra multi temporal.
3. Registrasi citra ke peta atau transformasi sistem koordinat citra ke peta, yang menghasilkan citra dengan sistem proyeksi tertentu.

Prosedur yang diterapkan pada koreksi geometrik biasanya memperlakukan distorsi kedalam dua kelompok, yaitu distorsi yang dipandang sistematis atau dapat diperkirakan sebelumnya, dan distorsi yang dipandang acak, atau tidak dapat diperkirakan sebelumnya. (*Lillesand and Kieffer, 1979*).

Distorsi acak dikoreksi dengan menggunakan analisis titik ikat medan (*Ground Control Point/GCP*). Metode ini memerlukan ketersediaan peta teliti yang sesuai dengan daerah liputan citra dan titik-titik ikat medan yang dapat dikenali pada citra. Titik ikat medan merupakan kenampakan yang lokasinya

diketahui dan secara tepat dapat diketahui posisinya pada citra satelit. Kenampakan yang baik sebagai titik ikat antara lain perpotongan jalan raya, tubuh air kecil, dan sebagainya. Pada proses koreksi diletakkan sejumlah besar titik ikat medan ditempatkan sesuai dengan koordinat citra (u,v) dan koordinat peta (koordinat UTM atau garis lintang dan bujur, sebagaimana terukur pada peta). Jumlah titik ikat medan tergantung pada tingkat polinomial yang dipergunakan dalam transformasi koordinat. Pada umumnya tingkat polinomial orde dapat dibagi 3 (tiga), yaitu polinomial orde 1 (satu), polinomial orde 2 (dua) dan polinomial orde 3 (tiga). Jumlah *ground control* untuk masing-masing orde dapat mengikuti rumus berikut:

- Jumlah titik *ground control* = $\left(\frac{(T+1)(T+2)}{2} \right)$;

dimana T : orde fungsi transformasi.

- Koordinat citra dalam (u_i , v_i), sedangkan koordinat *ground control* dalam (X_i , Y_i) atau (E_i , N_i); dimana:

$$X = f(u, v); Y = f(u, v); u = f(X, Y); v = f(X, Y);$$

Polinomial orde 1

$$X_i' = a_0 + a_1u + a_2v$$

Polinomial orde 2

$$X_i' = a_0 + a_1u + a_2v + a_3u^2 + a_4v^2 + a_5uv + a_6u^2 + a_7v^2$$

Polinomial orde 3

$$X_i' = a_0 + a_1u + a_2v + a_3u^2 + a_4v^2 + a_5uv + a_6u^3 + a_7v^3 + a_8u^2v + a_9uv^2$$

dimana:

X_i' : koordinat estimasi dari X

u₁ : nomor kolom citra

v₁ : nomor baris citra

a₀, a₁, ..., a₉ : koefisien kwadrat terkecil

RMS (*Root Mean Square*) Error : $[(X_i - X_i')^2 + (Y_i - Y_i')^2]^{0.5}$

RMS Error maksimum adalah 2 kali ukuran pixel.

Proses penerapan alih ragam geometrik terhadap data asli disebut *resampling*. Proses ini mengikuti pengandaran berikut: (*Lillesand and Kieffer, 1996*)

1. Suatu matrik kekuatan yang secara geometrik seragam ditentukan berdasarkan koordinat medan.
2. Komputer mengolah setiap sel didalam seluruh koordinat, tiap sel keluaran dialihragamkan untuk menentukan koordinat yang sesuai pada rangkaian citra.
3. Nilai pixel yang sesuai dipindahkan dari rangkaian data citra ke matrik keluaran.

Setelah setiap sel pada matrik keluaran diproses dengan cara ini, diperoleh hasil yang berupa matrik yang berdasarkan koordinat medan dan berisi data citra.

Pada koreksi ini, telah dipertimbangkan bahwa perubahan posisi pixel itu juga mencakup perubahan informasi spektralnya. Untuk mengatasi hal itu, diperlukan interpolasi nilai spektral selama transformasi geometri, sehingga selain dihasilkan geometri baru juga dihasilkan nilai spektral yang baru.

II.4.3. Perbaikan Citra

Perbedaan kenampakan obyek satu sama lain pada citra disebabkan adanya perbedaan interval nilai pixel yang merepresentasikannya, dan juga karena berbeda kesan pola spasial yang dihasilkannya. Perubahan yang terjadi pada nilai pixel ataupun pada kesan pola spasial akan menghasilkan efek kenampakan citra yang lebih ekspresif, sesuai dengan kebutuhan pengguna.

II.4.3.1. Penajaman Citra (*Image Enhancement*)

Penajaman citra (*Image Enhancement*) meliputi semua operasi yang menghasilkan citra “baru” dengan kenampakan visual dan karakteristik spektral yang berbeda.

Penajaman citra bertujuan untuk meningkatkan mutu citra, baik untuk perolehan keindahan gambar maupun untuk kepentingan analisa citra. Penajaman kontras diterapkan untuk memperoleh kesan kontras citra yang lebih tinggi. Hal

ini dapat dilakukan dengan mentransformasi seluruh nilai kecerahan hasilnya berupa citra dengan nilai maksimum baru yang lebih tinggi dari nilai maksimum awal, dan nilai maksimum baru yang (pada umumnya) lebih rendah dari nilai minimum awal (*Daneodoro, P, 1996*). Secara visual, hasil ini berupa citra baru yang variasi hitam putihnya lebih menonjol, sehingga tampak lebih tajam dan memudahkan proses interpretasi.

Algoritma penajaman kontras ini dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu

1. Perentangan Kontras

Kontras citra dapat dimanipulasi dengan merentang nilai kecerahan pixelnya. Perentangan yang efektif dapat dilakukan dengan memperhatikan bentuk histogramnya. Citra asli, yang biasanya mempunyai julat nilai lebih sempit dari 0 – 255, perlu direntang sehingga kualitas citranya menjadi lebih baik. Hasil perentangan ini adalah citra baru dengan kurva histogram yang lebih lebar.

2. Ekualisasi Histogram

Secara garis besar, algoritma equalisasi histogram ini dapat dibagi menjadi tiga tahap. **Pertama**, dilakukan perhitungan untuk menurunkan histogram citra yang akan dipertajam. **Kedua**, si operator kemudian menentukan jumlah klas kecerahan yang baru (misalnya 32). Data nilai kecerahan (*Brightness Value/BV*) seluruh citra nantinya akan didistribusikan kembali ke masing-masing klas tersebut. **Ketiga**, program akan menghitung dan menandai pixel demi pixel, untuk kemudian mengelompokkan mereka, masing-masing dalam jumlah kurang lebih sama, ke tiap klas kecerahan yang tersedia. Setelah itu, dengan sendirinya citra baru (atau tampilan pada layar) segera dihasilkan.

II.4.3.2. Pemfilteran (*Filtering*)

Pemfilteran adalah suatu cara untuk ekstraksi bagian data tertentu dari suatu himpunan data, dengan menghilangkan bagian-bagian data yang tidak diinginkan

Filter dalam pengolahan citra berbeda dengan pengertian filter dalam fotografi. Persamaan keduanya hanya pada kemampuan untuk menyaring atau

menapis informasi sehingga menghasilkan informasi selektif yang tidak dapat dilihat dalam kondisi biasa.

Filter dalam fotografi, yang lebih dikenal sebagai filter optis, mampu manapis beberapa spektrum panjang gelombang, dan juga melanjutkan spektrum tertentu. Filter dalam pengolahan citra (secara khusus disebut *filter digital*) dirancang untuk menyaring informasi spektral, sehingga menghasilkan citra baru yang mempunyai variasi nilai spektral yang berbeda dari citra asli.

II.4.4. Teknik dan Unsur-unsur Interpretasi Citra

Teknik interpretasi sebagai alat atau cara khusus untuk melakukan metode penginderaan jauh. Didalam teknik interpretasi citra ini dibicarakan cara-cara interpretasi yang lebih menguntungkan yang berarti segi kemudahan pelaksanaan interpretasinya lebih akurat atau lebih banyak informasi yang diperoleh dari cara-cara :

1. Data Acuan.

Data acuan merupakan data-data lain untuk lebih meyakinkan hasil interpretasi dan untuk menambah data yang diperlukan, tetapi tidak diperoleh dari citra. Contoh : Pengukuran, analisis, peta dan pustaka.

2. Kunci Interpretasi.

Kunci interpretasi citra biasanya berupa potongan citra yang telah diinterpretasikan serta diyakini kebenaran dan keterangan seperlunya.

3. Penanganan Data.

Untuk kemudian dalam menyimpan citra dan mencari kembali, serta untuk keawetan citra diperlukan penanganan data yang handal. Cara sederhana untuk penanganan data yang berguna untuk interpretasi citra adalah, sebagai berikut :

- a. Menyusun citra tiap satuan perekaman atau pemotretan secara numerik menghadap keatas.
- b. Mengurutkan tumpukan citra sesuai dengan urutan interpretasi yang akan dilaksanakan dan meletakkan kertas pengikat diatasnya.

- c. Mengurutkan tumpukan citra sedemikian, sehingga jalur terbang membentang dari kiri ke kanan terhadap arah pengamatan.
- d. Meletakkan citra yang akan digunakan sebagai pembanding disebelah, menyebelah citra yang akan diinterpretasi.
- e. Diusahakan pada saat citra dikaji, tumpukan menghadap kebawah dalam urutan.

4. Pengamatan Stereoskopik.

Pengamatan stereoskopik pada pasangan citra yang saling bertampalan dan berurutan yang dapat menimbulkan gambar 3D bagi jenis citra tertentu. Karena obyek tampalan 3D, pengenalan citra mudah dilaksanakan, disamping itu pengenalan obyek juga dipermudah oleh dua hal, yaitu :

- a. Pembesaran tegak yang memperjelas relief.
- b. Pembesaran tegak bias digunakan binokuler dalam pengamatan.

5. Metode Pengkajian.

Pekerjaan interpretasi umumnya dimulai dari pengkajian terhadap semua obyek yang sesuai dengan tujuan, namun demikian ada sebagian penafsiran citra yang lebih suka mulai dengan menyiam seluruh atau sebagian besar daerah yang dikaji, kemudian dilakukan seleksi dan kajian terhadap obyek yang dikehendaki.

6. Konsep Multi.

Dengan meningkatkan pemanfaatan penginderaan jauh, kebutuhan memahami teknik penginderaan jauh untuk pengumpulan data semakin meningkat, sebelum melakukan analisis data yang dikumpulkan dan mengaplikasikannya. Adapun cara perolehan dan analisis data penginderaan jauh, meliputi :

a. *Multispektral*

Sistem penginderaan multispektral ialah penginderaan atas suatu daerah dengan menggunakan lebih dari satu sensor atau detektor yang masing-masing menggunakan spektrum elektromagnetik yang berbeda-beda. Ada empat manfaat citra multispektral, yaitu :

- Meningkatkan kemampuan interpretasi citra secara manual. Obyek pada citra lebih mudah dikenali pada citra multispektral maupun

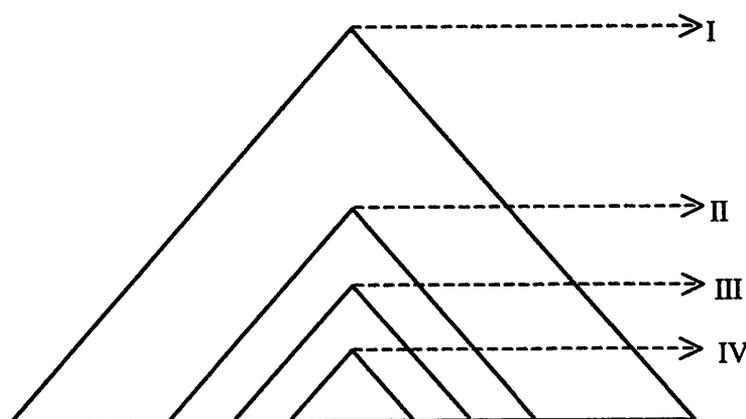
multisaluran dengan spektrum elektromagnetik yang dirinci menjadi spektrum sempit. Hal ini disebabkan karena pada spektrum sempit tertentu karakteristik obyek sering lebih menonjol bedanya terhadap karakteristik spektral obyek pada saluran sempit lainnya maupun terhadap spektrum lebar. Rincian spektral ini dapat dilakukan pada spektrum tertentu, seperti pada spektrum ultraviolet, spektrum tampak, spektrum inframerah atau pada spektrum gelombang mikro, dapat pula berupa rincian lebih dari satu spektrum tampak dan spektrum inframerah termal.

- Pembuatan citra paduan warna (*composit*). Dengan penajaman warna ini maka, obyek pada citra hitam putih yang semula belum dapat dikenali sehingga dapat dikenali, karena diwujudkan dengan warna yang berbeda terhadap obyek lain yang dipertajam. Hasil akhirnya berupa citra paduan warna. Pemrosesan penajaman warna merupakan proses yang tidak sederhana dan memerlukan waktu banyak. Proses ini mahal dan tidak mudah untuk memilih perpaduan citra yang membuahkan penajaman optimum dan memberikan hasil maksimum pada tahap interpretasi. Dalam hal ini akan lebih menguntungkan bila berbagai perpaduan citra dapat langsung diamati pada layar, yaitu dengan cara pengamatan adiktif.
- Pengamatan atau peragaan warna adiktif. Pengamatan warna adiktif dilakukan dengan alat yang disebut pengamat warna adiktif (*adiktive color viewer*). Warna adiktif, yaitu biru, hijau dan merah, warna lainnya pada dasarnya terbentuk dari paduannya. Bila paduannya berdasarkan dua warna adiktif maka, yang terbentuk adalah warna komplementer yaitu warna kuning (merah + hijau), warna cyan (hijau + biru), warna magenta (biru + merah). Warna komplementer juga disebut warna substraktif, karena masing-masing warna itu dibentuk dengan jalan substraktif satu warna adiktif terhadap sinar putih.
- Pengenalan pola. Pada data spasial, tiap pixel mempunyai nilai spektral atau nilai digital tertentu dan nilai spektral tersebut berbeda

pada panjang gelombang yang berbeda. Bila nilai spektral tiap obyek digambarkan pada dua saluran sebagai absis dan ordinatnya, misalnya saluran 5 MSS Landsat sebagai ordinat dan saluran 7 sebagai absisnya, maka nilai spektral tiap obyek cenderung untuk mengelompokkan pada tempat tertentu.

b. Multitingkat

Penginderaan jauh dengan multitingkat yaitu, penginderaan jauh yang menggunakan wahana dengan ketinggian terbang diatas muka bumi dan atau tinggi orbit yang berbeda-beda.



Gambar 2.2.

Konsep Penginderaan Jauh Multitingkat (*National Academy of Sciences, 1997*)

Keterangan :

- I : Satelit dengan tinggi orbit 200 sampai 36000 km.
- II : Pesawat terbang yang tinggi terbangnya lebih dari 15 km.
- III : Pesawat terbang yang tinggi terbangnya 9 sampai 15 km.
- IV : Pesawat terbang yang terbangnya kurang dari 9 km.

Dalam pelaksanaan survei multitingkat pada penginderaan jauh ini, perlu diperhatikan satu hal penting yang kadang-kadang terlupakan, yaitu keseragaman waktu perekaman dari satelit maupun dari pesawat terbang. Pemotretan dilakukan pada saat satelit melewati dan merekam daerah yang dikaji, dekat sebelumnya atau dekat sesudahnya. Hanya dengan cara demikian dapat diharapkan perwujudan yang serupa bagi banyak obyek

yang sama. Bila waktu perekamannya sangat jauh, maka wujud bagi obyek yang sama akan berlainan.

c. *Multitemporal.*

Data penginderaan jauh multitemporal ialah data suatu daerah yang menggambarkan kondisi dan saat perekaman berbeda. Bila data itu berupa foto udara, perekaman ulangnya pada umumnya dilakukan dengan jarak waktu 3 tahun atau lebih. Bagi citra satelit maka, perekaman ulangnya lebih sering, yaitu 16 hari bagi satelit Landsat-4 dan Landsat-5, dua kali sehari bagi satelit cuaca NOAA (*the National Oceanic Atmospheric Administration*) dan tiap setengah jam bagi satelit cuaca GMS.

d. *Multiarah.*

Sensor yang dapat diatur arahnya, dapat meningkatkan kemampuan pengadaan data penginderaan jauh terutama bagi daerah tropis yang banyak penutupan awannya. Sensor dapat diarahkan ke daerah bebas awan, bila daerah dibawahnya tertutup awan. Dengan bertambahnya kemungkinan pengadaan data penginderaan jauh tersebut maka, bertambah pula kemungkinan untuk dapat menginterpretasi dan memanfaatkannya.

e. *Multipolarisasi.*

Konsep multipolarisasi pada umumnya diterapkan pada citra radar. Pulsa tenaga yang dipancarkan dari antena dapat dipolarisasi sehingga gerakannya mengikuti bidang mendatar (H) atau bidang tegak (V). Pulsa tenaga balik yang datang dari obyek juga dapat dipolarisasikan menurut dua bidang itu. Dengan demikian maka sekurang-kurangnya ada empat jenis paduan polarisasi, yaitu polarisasi paralel yang berupa polarisasi HH dan VV, dan polarisasi silang yang berupa HV dan VH. Polarisasi HH berarti pulsa tenaga yang dipancarkan dipolarisasikan menurut bidang mendatar, demikian juga untuk tenaga baliknya. Polarisasi yang berbeda dapat menimbulkan wujud gambaran obyek yang berbeda. Diantara wujud yang berbeda tersebut tentunya ada yang paling menguntungkan atau paling membantu didalam pengenalan obyek. Dengan kata lain dapat

diutarakan bahwa multipolarisasi bersifat meningkatkan kemampuan interpretasi citra.

f. Multidisiplin.

Citra penginderaan jauh menyajikan gambaran lengkap sehingga citra penginderaan jauh merupakan sarana yang baik sekali bagi pendekatan multidisipliner. Gambaran yang lengkap ini memungkinkan penggunaannya untuk berbagai bidang, baik secara sendiri-sendiri maupun secara bersamaan. Hal ini menguntungkan sekali bagi pendekatan terpadu yang pada saat akhir-akhir ini banyak dilakukan orang, karena banyak masalah yang pemecahannya memang memerlukan pendekatan terpadu. Bila citra digunakan oleh berbagai bidang keahlian untuk satu tujuan dengan suatu koordinasi, maka penginderaan jauh digunakan secara interdisipliner, bila tanpa koordinasi, pendekatannya disebut multidisipliner.

II.4.4.1. Interpretasi Citra

Merupakan pengkajian citra dengan maksud untuk mengidentifikasi obyek dan menilai arti pentingnya obyek tersebut. Didalam penginderaan jauh interpretasi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. Interpretasi Visual

Intepretasi visual secara luas digunakan untuk mengamati segala fenomena alam, karena cara ini sangat efektif untuk mengidentifikasi obyek. Interpretasi visual disini dimaksudkan sebagai perbuatan mengamati citra secara visual dengan maksud untuk identifikasi obyek dan menilai pentingnya obyek tersebut. Interpretasi visual merupakan interpretasi menggunakan mata, sedangkan interpretasi digital menggunakan komputer.

Menurut Zee, 1990 ada tiga prinsip interpretasi citra yaitu pengenalan, analisis dan kombinasi dari pengambilan keputusan dan penentuan. Juga dikatakan bahwa ada tiga urutan berbeda dalam interpretasi yang disebutkan elemen pertama, kedua dan ketiga, seperti berikut :

- a. Pertama, yaitu obyek yang secara langsung dapat dikenali, seperti jalan, pohon, sungai, rumah atau gedung dan hutan.

- b. Kedua, yaitu obyek yang biasanya tidak tampak, tapi keberadaannya dapat diketahui, seperti arkeologis dan pola anak sungai yang sudah lama.
- c. Ketiga, yaitu obyek yang dapat ditentukan berdasarkan analisis atau investigasi dari obyek yang dikenali melalui elemen pertama dan kedua. Contohnya interpretasi penggunaan lahan, bentuk lahan jenis vegetasi dan batas jenis tanah.

Berdasarkan cara pengenalan dan analisis obyek, interpretasi visual dapat dibedakan menjadi secara langsung dan tidak langsung.

- a. Secara langsung, yaitu obyek dapat dikenali langsung dari kenampakan citra, seperti jalan pohon, rumah atau gedung dan hutan.
- b. Secara tidak langsung, yaitu obyek dikenali melalui analisis sesuai dengan topik interpretasi, baru kemudian dapat ditentukan jenis obyeknya, seperti penggunaan lahan, bentuk lahan, jenis vegetasi dan batas jenis tanah.

2. Interpretasi Digital

Data penginderaan jauh berupa numerik, interpretasi digital pada dasarnya merupakan klasifikasi dari pixel, pixel adalah bagian terkecil dari citra yang masih dapat dikenali. 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 *pixel 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 kecendrungan spektralnya. Perlu diperhatikan klasifikasi multispektral secara langsung hanya dapat diterapkan untuk pemetaan penutupan lahan (*land cover*), dan bukan penggunaan lahan. Oleh karena itu, sistem klasifikasi yang harus disiapkan, harus berisi klas-klas penutup lahan (misalnya industri, pemukiman, lahan terbuka, sawah, vegetasi, air dan lain-lain), dan untuk

penggunaan lahannya dapat diturunkan dari informasi penutup lahan atau dengan cara lain melalui pemasukan informasi temporal (rotasi tanaman, citra multitemporal, faktor bentuk lahan dan sebagainya).

Bila kerangka klasifikasi yang tersedia ternyata hanya sistem klasifikasi untuk penggunaan lahan, maka sistem ini perlu diterjemahkan dulu menjadi klasifikasi penutup lahan. Untuk konversi semacam ini, pengetahuan pengguna atau operator mengenai karakteristik penggunaan lahan dalam kaitannya dengan penutupan lahan sangatlah penting. Disamping itu, pengetahuan mengenai kondisi daerah yang diamati (*local knowledge*) juga sangat menunjang. Sistem klasifikasi yang secara langsung mengacu pada kategori-kategori penggunaan lahan atau yang mencampur-adukkan aspek penutup lahan dengan penggunaan lahan, sebaiknya digunakan pada klasifikasi awal, mengingat bahwa fungsi penggunaan lahan tidak dipersentasikan oleh pixel. Kriteria sampel sama dengan metode penelitian ataupun survei yang lain, sample homogen. Homogenitas sample dalam klasifikasi digital ditunjukkan oleh homogenitas nilai pixel pada tiap sample.

Cara termudah untuk mengambil sample yang memenuhi kriteria ini ialah dengan mengambil pixel-pixel murni (*pure pixel*). Pada luasan yang homogen, pengambilan pixel murni dapat secara mudah dilakukan dengan memilih pixel dibagian tengah kenampakan obyek. Melalui penampilan warna komposit citra yang baik, homogenitas obyek dicerminkan oleh warna yang seragam. Disamping itu, kriteria statistik-pun diperlukan untuk menilai sample. Sample yang baik tentunya mempunyai homogenitas nilai pixel yang tinggi. Dibawah ini dijelaskan metode-metode klasifikasi terbimbing yang digunakan dalam identifikasi data citra pada penginderaan jauh :

1. Klasifikasi berdasarkan Jarak Minimum Rata-rata Kelas (*Minimum Distance*). Metode ini merupakan klasifikasi terbimbing yang menggunakan strategi paling sederhana, yaitu dengan cara menentukan nilai spektral rata-rata pada tiap kelas yang disebut vektor rata-rata (*mean vector*). Nilai pixel dua saluran digunakan sebagai koordinat posisi. Untuk memasukkan suatu pixel kedalam suatu kelas yang disebabkan pixel itu tidak dikenal, maka dilakukan dengan cara menghitung jarak pixel yang tidak dikenal terhadap nilai pixel rata-rata

pada tiap kelas. Setelah dihitung, maka pixel yang tidak dikenal tersebut akan dimasukkan kedalam suatu kategori (misalkan jagung). Apabila suatu pixel letaknya sangat jauh dari kelas rata-rata yang telah ditetapkan oleh analisis, maka analisis akan mengklasifikasikan sebagai kelas tidak dikenal.

2. Klasifikasi berdasarkan Strategi “*Parallelepiped*”.

Metode ini merupakan klasifikasi terbimbing yang dapat memberikan suatu kepekaan terhadap varian kategori dengan memperhitungkan kisaran nilai digital dari masing-masing rangkaian kategori nilai pixel. Kisaran nilai digital dapat ditentukan dengan nilai digital tertinggi dan terendah pada diagram saluran. Pada metode ini sangat sulit diklasifikasikan apabila kisaran kategori saling bertampalan, pada pixel yang tak dikenal akan diklasifikasikan sebagai tak tentu atau secara bebas ditempatkan pada salah satu kelas diantara wilayah yang bertampalan.

3. Klasifikasi berdasarkan Fungsi Normal “Gaus” Kemiripan Maksimum (*Maximum Likelihood*).

Pengklasifikasian *maximum likelihood* (kemiripan maksimum) adalah merupakan pengklasifikasian terbimbing dengan cara mengevaluasi kuantitatif varian maupun korelasi pola tanggapan spektral pada saat mengklasifikasikan piksel yang tidak dikenal. Metode ini secara parametik yang paling populer digunakan pada saat sekarang, untuk klasifikasi penutupan atau 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).

Hasil klasifikasi multi spektral baik terbimbing maupun tak terbimbing adalah suatu peta yang menyatakan distribusi spasial obyek pada daerah penelitian. Tiap obyek diawali oleh suatu nilai dan ditampilkan sebagai warna tertentu. Nilai disini sudah bukan lagi ekspresi respon spektral obyek, melainkan urutan pemberian label/tanda pada waktu pengambilan sample. Dengan kata lain, nilai 1, 2, 3, ... tidak dapat lagi dipandang sebagai data rasio ataupun interval, melainkan sebagai data nominal atau label.

II.4.4.2. Unsur-unsur Interpretasi

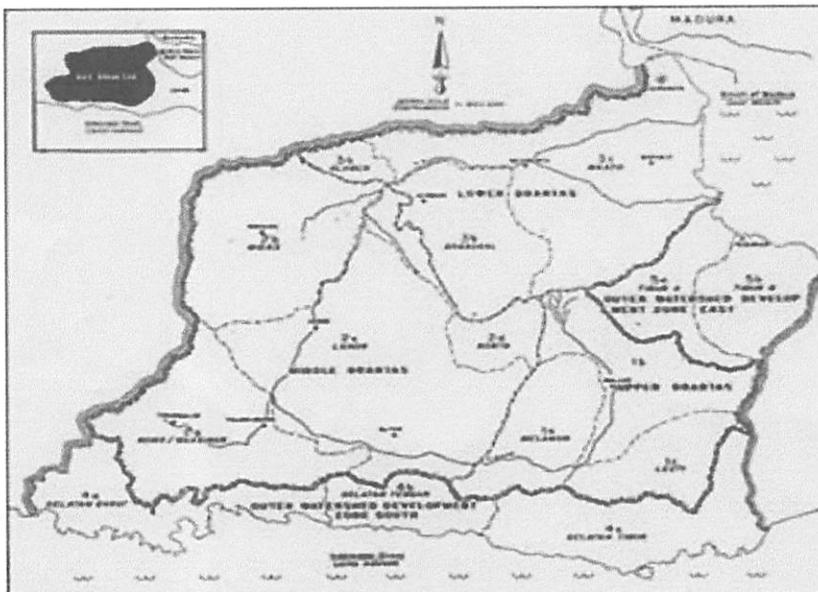
Unsur-unsur interpretasi citra adalah karakteristik obyek yang terdapat pada citra yang digunakan sebagai kunci pengenalan obyek. Ada beberapa kunci pengenalan obyek utama, yaitu :

- a. *Rona/warna*, yaitu tingkat kegelap atau kecerahan citra berdasarkan tingkat keabuan. Variasinya dapat berupa hitam, abu-abu, putih, abu-abu gelap, abu-abu terang dan sangat gelap. Warna, yaitu perbedaan antara warna merah, hijau, biru dan kombinasi ketiganya.
- b. *Bentuk*, merupakan variable kuantitatif yang memberikan konfigurasi umum suatu obyek. Bentuk juga merupakan atribut yang jelas, sehingga banyaknya obyek yang dapat dikenali berdasarkan bentuknya saja. Variasinya dapat berupa segitiga, segiempat, bulat dan tidak beraturan. Bentang buatan biasanya lebih teratur dari pada bentang alamiah.
- c. *Ukuran*, adalah atribut obyek yang antara lain dapat berupa ukuran luas, panjang, tinggi, kemiringan dan volume. Karena ukuran obyek pada citra merupakan fungsi skala, maka didalam memanfaatkan ukuran sebagai unsur interpretasi citra harus selalu diingat skalanya.
- d. *Bayangan*, dapat mencerminkan bentuk obyek. Bayangan juga kadang dapat membantu dalam analisis geomorfologi untuk memperjelas kenampakan bentuk lahan.
- e. *Tekstur*, merupakan frekuensi perubahan rona/warna pada citra. Tekstur dibedakan menjadi kasar, agak halus, seragam, tidak seragam, tidak teratur.

- f. *Pola*, merupakan susunan keruangan suatu obyek, misalnya pola linier di sepanjang jalan, sungai atau gugus pantai. Variasinya dapat berupa pola blok, *pararel*, *linier strip*, *dot*, *mosaic*, kontur dan sebagainya.
- g. *Lokasi*, yaitu letak suatu obyek dan hubungannya dengan sekitarnya. Banyak obyek yang mempunyai karakteristik terkait pada lokasinya seperti tanggul sungai didekat sungai.
- h. *Asosiasi pengenalan obyek*, dapat diartikan sebagai ketertarikan antara obyek yang satu dengan obyek yang lain.
- i. *Resolusi*, digunakan sebagai ukuran bagi kualitas citra dalam mengenali obyek.
- j. *Konvergensi bukti*, merupakan upaya untuk menciutkan lingkup kearah titik simpul tertentu dengan digunakan unsur-unsur interpretasi citra yang banyak.

II.5. Pengertian Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah wilayah tangkapan air mulai dari hulu sampai dengan hilir yang merupakan satu kesatuan tata air sebagai penyangga kehidupan yang utuh.



Gambar 2.3 Deskripsi Kondisi SWP DAS Brantas

Secara geografis Satuan Wilayah Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (SWP DAS) Brantas terletak antara $7^{\circ}14'00''$ – $8^{\circ}29'00''$ Lintang Selatan dan $111^{\circ}30'00''$

– 113°00'00" Bujur Timur. Secara geografis di sebelah timur laut berbatasan dengan Selat Madura, sebelah timur-tenggara berbatasan dengan SWP DAS Sampean, sebelah barat dan utara berbatasan dengan SWP DAS Solo dan di sebelah selatan berbatasan dengan Samudera Indonesia dengan luas seluruhnya 1.575.285 ha.

Wilayah daratan SWP DAS Brantas terbagi menjadi tiga wilayah pengelolaan, yaitu :

1. DAS Brantas dengan luas 1.188.559 ha (75,45%) ;
2. Wilayah DAS Bagian Selatan seluas 255.899 ha (16,25%) ;
3. Wilayah DAS Bagian Timur seluas 130.827 ha (8,30%), dengan posisi masing-masing dapat digambarkan sebagai berikut :

II.5.1. Daerah Aliran Sungai Brantas

Wilayah daratan Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas menempati sebagian besar dari seluruh wilayah pelayanan memiliki bentuk hamparan yang unik terbentuk oleh aliran sungai Brantas mulai dari hulu di daerah sebelah barat-laut wilayah Kabupaten Malang menuju ke arah selatan dan membelok ke arah barat di daerah sekitar perbatasan wilayah Kabupaten Malang, Blitar hingga ke wilayah Kabupaten Tulungagung. Kemudian membelok ke arah utara di daerah sekitar perbatasan Kabupaten Tulungagung, Kediri hingga wilayah Kabupaten Jombang dan kembali ke arah timur hingga bermuara ke Selat Madura di wilayah Kota Surabaya. Berdasarkan hirarkis sistem drainase dan kemiripan karakter biofisiknya Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas dibagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian hulu, bagian tengah dan bagian hilir. Sedangkan berdasarkan batas satuan fisiknya dibagi menjadi 10 Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) dengan luas masing-masing pada tabel 2.1 :

Tabel 2.1

Nama dan luas Daerah Aliran Sungai dan Sub Daerah Aliran Sungai pada Daerah Aliran Sungai Brantas

No	DAS/ Sub DAS	Luas (ha)	Ket.
I	DAS Brantas Hulu	230.140	
1	Sub DAS Melamon	78.089	
2	Sub DAS Ambang	101.675	
3	Sub DAS Lesti	58.384	
II	DAS Brantas Tengah	606.290	
4	Sub DAS Ngrowo-Ngasinan	145.198	
5	Sub DAS Widias	151.532	
6	Sub DAS Lahar	258.796	
7	Sub DAS Konto	50.764	
III	DAS Brantas Hilir	344.121	
8	Sub DAS Bluwak	21.482	
9	Sub DAS Brangkal	96.097	
10	Sub DAS Maspo	226.542	
	Jumlah	1.188.559	

Sumber : Studi Screening DAS Brantas, 1989 ; dan SK Menhutbun No. 24/Kpts-II/1999 tentang Urutan Prioritas DAS.

II.5.2. Wilayah DAS Bagian Selatan

Wilayah DAS Bagian Selatan (BS) adalah wilayah daratan yang terletak di bagian selatan DAS Brantas, terdiri dari beberapa DAS yang sungai utamanya bermuara ke Samudera Indonesia. Wilayah ini membentang sepanjang daerah pegunungan kapur selatan mulai dari timur pada daerah yang berbatasan dengan SWP DAS Sampean di wilayah Kabupaten Malang bagian selatan ke arah barat melalui bagian selatan wilayah Kabupaten Blitar, Tulungagung, dan Trenggalek hingga berbatasan dengan SWP DAS Solo. Berdasarkan kemiripan karakter biofisiknya wilayah DAS-BS dibagi menjadi tiga bagian Wilayah Sub DAS, yaitu bagian timur, tengah dan barat dengan luas masing-masing pada tabel 2.2.

II.5.3. Wilayah DAS Bagian Timur

Wilayah DAS Bagian Timur (BT) adalah wilayah daratan yang terletak di bagian timur DAS Brantas, terdiri dari beberapa DAS yang sungai utamanya bermuara ke Selat Madura di wilayah Kabupaten Pasuruan. Wilayah ini berada

pada lereng utara Gunung Bromo membentang mulai dari bagian selatan yang berbatasan dengan SWP DAS Sampean ke arah utara hingga berbatasan dengan DAS Brantas Bagian Hilir. Berdasarkan kemiripan karakter biofisiknya Wilayah DAS-BT dibagi menjadi dua bagian Wilayah Sub DAS, yaitu bagian selatan dan utara dengan luas masing-masing pada tabel 2.2 :

Tabel 2.2
Nama dan luas Sub DAS pada wilayah Daerah Aliran Sungai
Bagian Selatan dan Bagian Timur

No	Wilayah DAS/ Sub DAS	Luas (ha)	Ket.
I	Wilayah DAS-BS	255.899	
1	Sub DAS Berek-Glidik DS	117.870	
2	Sub DAS Pasiraman DS	50.889	
3	Sub DAS Gedangan Diodo DS	87.140	
II	Wilayah DAS-BT	130.827	
1	Sub DAS Rejoso DS	63.369	
2	Sub DAS Welang DS	67.458	
	Jumlah	386.726	

II.6. Daerah Otonom

Ditinjau dari batas wilayah administrasi pemerintahan, seluruh Satuan Wilayah Pengelola Daerah Aliran Sungai (SWP DAS) Brantas terletak di wilayah Propinsi Jawa Timur yang meliputi daerah otonom sebanyak 10 Kabupaten dan 6 Kota secara utuh, serta sebagian kecil dari 2 wilayah Kabupaten di daerah yang berbatasan dengan Satuan Wilayah Pengelola Daerah Aliran Sungai (SWP DAS) Sampean, dan 3 Kabupaten di daerah yang berbatasan dengan Satuan Wilayah Pengelola Daerah Aliran Sungai (SWP DAS) Solo, dengan luas masing-masing pada tabel 2.3 :

Tabel 2.3
Luas Wilayah Daerah Otonom
dalam Satuan Wilayah Pengelola Daerah Aliran Sungai Brantas

No	Daerah Otonom	Luas (ha)	Ket.
I	Daerah Kabupaten	1.524.344	
1	Malang	364.524	
2	Blitar	177.079	
3	Tulungagung	115.722	
4	Trenggalek	126.267	
5	Kediri	154.373	
6	Nganjuk	130.914	
7	Jombang	111.348	
8	Mojokerto	95.467	
9	Sidoarjo	65.877	
10	Pasuruan	146.812	
11	Lumajang ⁺⁾	124	
12	Probolinggo ⁺⁾	747	
13	Ponorogo ⁺⁺⁾	4.579	
14	Madiun ⁺⁺⁾	14.403	
15	Gresik ⁺⁺⁾	16.108	
II	Daerah Kota	50.941	
1	Malang	7.144	
2	Batu	9.445	
3	Blitar	1.874	
4	Kediri	7.585	
5	Mojokerto	1.188	
6	Surabaya	21.643	
7	Pasuruan	2.062	
	Jumlah	1.575.285	

Sumber : BP DAS Brantas (www.dasbrantas.com)

BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN

III.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian Tugas Akhir ini di Daerah Aliran Sungai Brantas Kabupaten Blitar yang berada disebelah selatan khatulistiwa, tepatnya terletak pada $111^{\circ}40'00''$ - $112^{\circ}10'00''$ Bujur Timur dan $7^{\circ}58'00''$ - $8^{\circ}09'51''$ Lintang Selatan.



Gambar 3.1. Daerah Penelitian

III.2. Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Citra Landsat 7 ETM tahun 2002 Kabupaten Blitar.
2. Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1:25000
3. Peta Daerah Aliran Sungai skala 1:50000

III.3. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini meliputi :

1. Perangkat Keras (*Hardware*) yang terdiri dari :
 - a. Bagian pemrosesan utama (*Central Processing Unit* atau *CPU*) dengan spesifikasi :

- Prosesor Intel Pentium III 1.8 Giga
- Ram 256 MB
- Hardisk 40 GB

b. Peralatan tampilan (*Display Device*); Monitor 14”

2 Perangkat lunak (*Software*) :

a. ER Mapper 6.4

Digunakan dalam proses pengolahan citra Landsat 7 ETM

b. Arc Info 3.5

Digunakan dalam pembuatan topologi data spasial

c. Arc View 3.2a

Digunakan untuk memvisualisasikan, menganalisa data spasial dan basis data non spasial dan untuk mengoverlay peta.

d. AutoCap Map 2000i

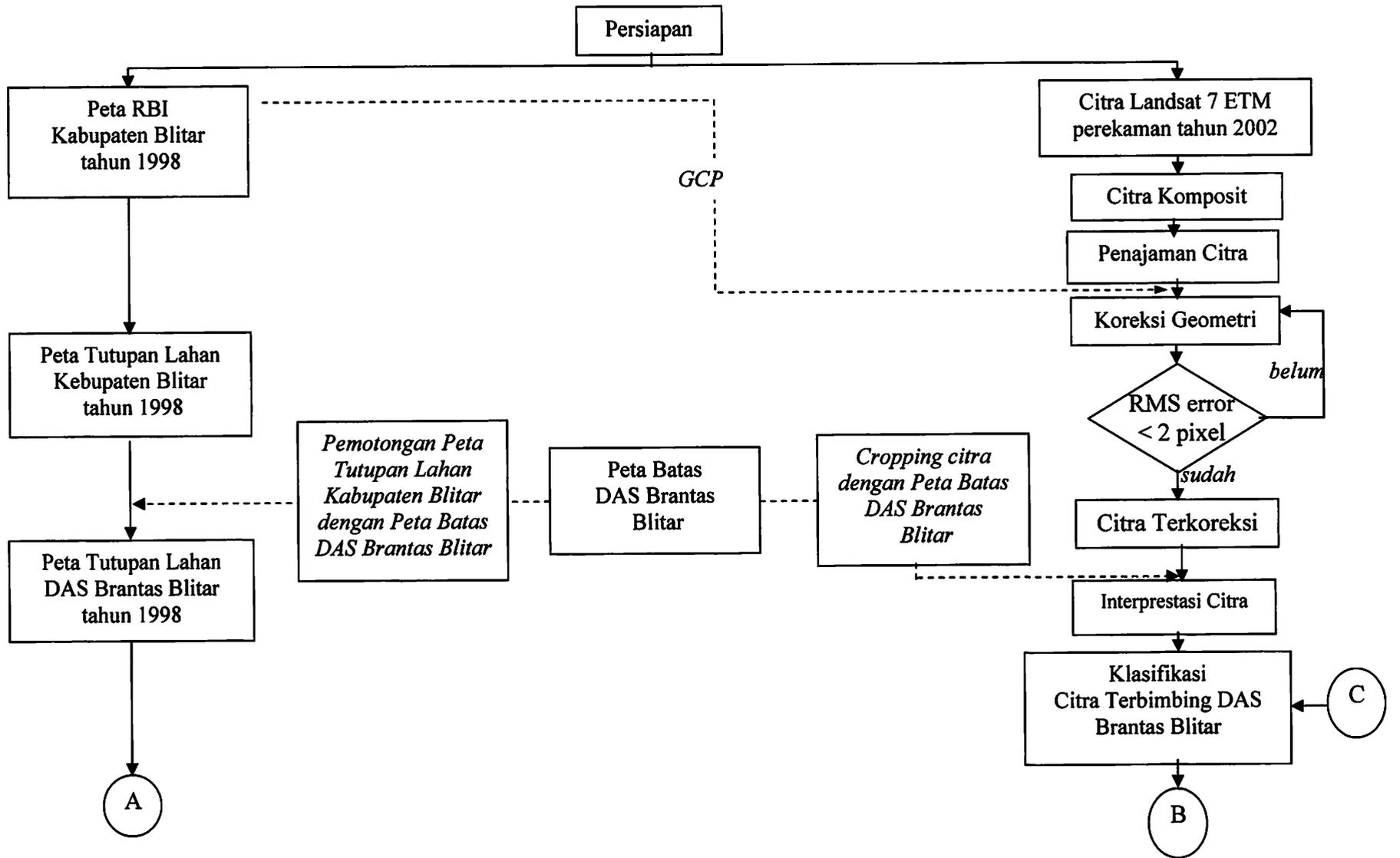
Perangkat lunak yang digunakan dalam penggambaran grafis atau untuk mengubah data analog menjadi data digital dengan cara digitasi.

e. Microsoft Word 2003

Untuk Penulisan Laporan

III.4. Alur Penelitian

Dalam Tahap ini dijelaskan tentang bagan alir pelaksanaan penelitian tentang “ IDENTIFIKASI PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DAERAH ALIRAN SUNGAI BRANTAS DENGAN MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT 7 ETM ” (Studi kasus Daerah Aliran Sungai Brantas Kabupaten Blitar) sebagai berikut :



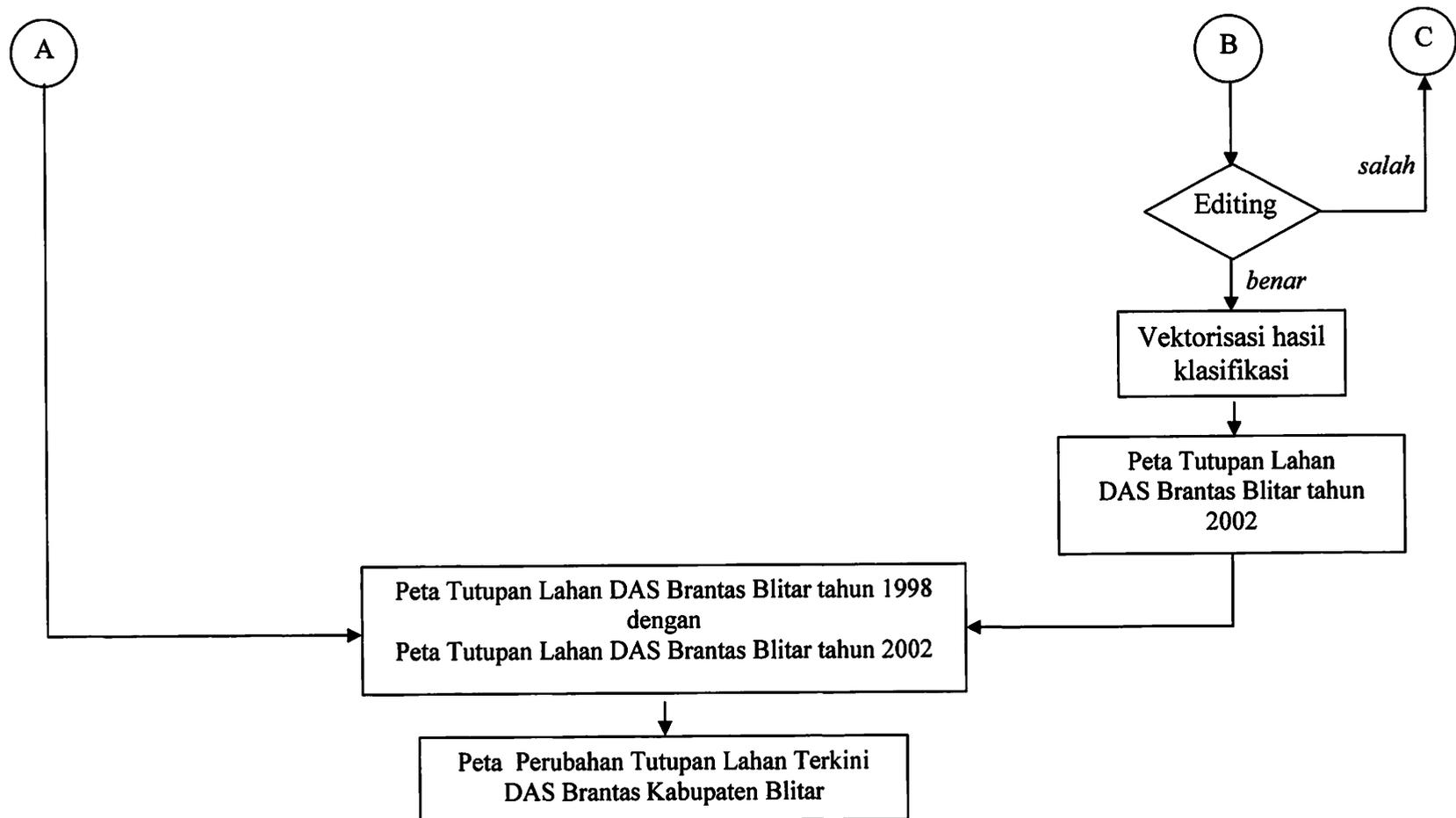


Diagram Alir Penelitian

Keterangan Diagram Alir Penelitian:

Persiapan

Persiapan pelaksanaan pekerjaan meliputi persiapan segala yang dibutuhkan seperti *Hardware*, *Software*, Citra landsat 7 ETM dan data-data pendukung seperti Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Kabupaten Blitar serta Peta Batas DAS Brantas, Kabupaten Blitar.

Peta Rupa Bumi Indonesia

Peta rupa bumi Indonesia yang digunakan adalah Peta Rupa Bumi Indonesia Digital wilayah Kabupaten Blitar yang dilakukan proses editing yang meliputi pemisahan *layer* dari informasi kandungan peta untuk mendapatkan informasi baru sesuai dengan klas tutupan lahan yang digunakan.

Citra Composit

Penyusunan citra *composit* dimaksudkan untuk memperoleh gambaran visual yang lebih baik seperti halnya melihat foto udara inframerah berwarna, sehingga pengamatan obyek, pemilihan sampel dan aspek estetika citra dapat diperbaiki. Dalam teori warna, dikenal ada 3 (tiga) warna dasar, yaitu biru, hijau dan merah. Kombinasi dari ketiga warna tersebut akan menghasilkan warna-warna lain, pada penelitian ini menggunakan komposit *band 5 4 2*, dimana *band* tersebut merupakan yang paling baik untuk tujuan kenampakan klas tutupan lahan.

Penajaman Citra

Tujuan dari melakukan penajaman citra adalah untuk meningkatkan mutu citra dalam analisa citra dan untuk mempertajam kontras yang tampak pada wujud gambaran yang terekam dalam citra. Agar penginterpretasian citra dalam penentuan kelas klasifikasi dapat dengan mudah dilakukan.

Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik adalah proses menghilangkan kesalahan geometrik yang disebabkan oleh efek rotasi bumi, kelengkungan bumi, sudut pandang dan ketidaklinieran sensor, melalui hubungan sistem koordinat citra (baris,kolom) dan sistem koordinat geometris (x , y). Kesalahan geometrik ini akan mengakibatkan terjadinya pergeseran posisi pixel pada citra dari letak dan

ukuran pixel yang sebenarnya, karena itu perlu dilakukan koreksi geometrik untuk menghilangkan kesalahan geometrik. Pada penelitian ini koreksi geometrik menggunakan metode *map to image*, dimana peta yang digunakan untuk mengkoreksi ialah Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Kabupaten Blitar, dan pengambilan titik GCP harus menyebar dan tetap misalnya: perempatan jalan, sungai dan gedung.

Cropping Citra

Pada proses *cropping* ini dilakukan berdasarkan daerah yang dikaji, yaitu dengan Peta Batas DAS Brantas Kabupaten Blitar. Pemotongan citra ini berguna untuk memperjelas lokasi sehingga mempermudah dalam proses interpretasi serta menghemat memori komputer.

Klasifikasi Terbimbing

Klasifikasi terbimbing *maximum likelihood* dipilih dalam penelitian ini karena metode ini adalah metode yang paling optimal dibandingkan dengan metode-metode lainnya. Hal ini disebabkan metode *maximum likelihood* dapat mengatasi yang tidak dapat diselesaikan secara teliti oleh metode-metode lainnya. Metode *maximum likelihood* menggunakan peluang setiap klas jarak *Mahalanobis* untuk mengklasifikasi setiap pixel pada saluran citra. Suatu pixel akan masuk menjadi suatu anggota klas yang paling mungkin berdasarkan tetetapan atau kaidah *Bayesian*. Prinsip pada kaidah *Bayesian* antara lain adalah pixel yang memiliki peluang maksimum suatu klas diterapkan sebagai anggota klas yang baru, pixel yang mungkin dapat masuk ke dalam beberapa klas maka dimasukkan ke dalam klas overlap dan pixel yang tidak berada dalam jangkauan probabilitas seluruh klas yang ada, maka dimasukkan ke dalam klas *null*. Hasil klasifikasi memiliki kualitas yang baik jika, tidak terlalu banyak klas *null*-nya.

Editing

Pekerjaan ini dilakukan untuk membetulkan hasil klasifikasi apakah sesuai dengan kenampakan peta citra.

Vektorisasi Hasil Klasifikasi

Pada kegiatan ini perlu dilakukan pembuatan poligon-poligon sebagai data vektor dari citra yang merupakan data raster berdasarkan klas tutupan lahan yang ada untuk mendapatkan peta tutupan lahan dari citra yang digunakan dalam proses analisa perubahan tutupan lahan.

Penggabungan Peta

Dalam hal ini yang dimaksudkan dengan penggabungan peta adalah mengoverlaykan antara Peta Tutupan Lahan DAS Brantas, hasil turunan dari Peta Rupa Bumi Indonesia, Kabupaten Blitar tahun 1998 dengan Peta Tutupan Lahan DAS Brantas Kabupaten Blitar, hasil dari poses klasifikasi citra dan hasil interpretasi visual citra Landsat 7 ETM perekaman tahun 2002, yang mana akan menghasilkan Peta Tutupan Lahan pada DAS brantas Kabupaten Blitar.

Hasil Visualisasi

Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah Peta Perubahan Tutupan Lahan pada DAS Brantas Kabupaten Blitar.

III.4.1. Tahapan Pekerjaan

Adapun tahapan pekerjaan yang dilakukan, yaitu :

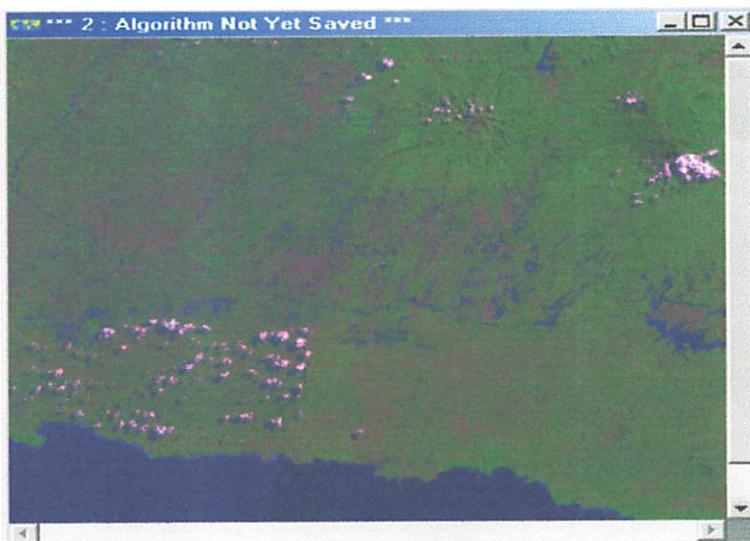
1. Menampilkan Data Raster
2. Import Data Vektor
3. Menampilkan Data Vektor
4. Pembuatan Citra Composit dan Penajaman Citra Landsat 7 ETM
5. Koreksi Geometri Citra Landsat 7 ETM
6. Pemotongan Citra Landsat 7 ETM
7. Interpretasi Digital Citra Landsat 7 ETM
8. Overlay

III.4.1.1. Menampilkan Data Raster

Menampilkan data Citra Landsat 7 ETM kabupaten Blitar ke layar monitor dengan perangkat lunak ER Mapper 6.4

Adapun tahapan kerjanya adalah sebagai berikut :

1. Aktifkan Program ER Mapper 6.4
2. Dari Toolbars klik *New* dan Klik *Edit Algorithm*
3. Pada layar monitor akan muncul kotak dialog *Algorithm*, klik *Load a Dataset*
4. Pilih file *Blitar.ers*, klik *OK*. Pada toolbar klik *Refresh* untuk menampilkan gambar citra dengan jelas pada layar monitor



Gambar 3.2. Tampilan Citra Landsat 7 ETM

III. THE PROPOSED APPROACH

A. System Model and Assumptions

1. System Model

2. Assumptions

3. Channel Model

4. Signal Model

5. Receiver Model

6. Performance Metrics

7. Simulation Results

8. Conclusion

IV. CONCLUSION

In this paper, we have presented a novel approach for...

The proposed method achieves a significant improvement in...

Simulation results show that the proposed method outperforms...

Future work will focus on extending the proposed method to...

The authors would like to thank the anonymous reviewers for their...

This work was supported by the National Natural Science Foundation...

Corresponding author: [Name], [Email]

References

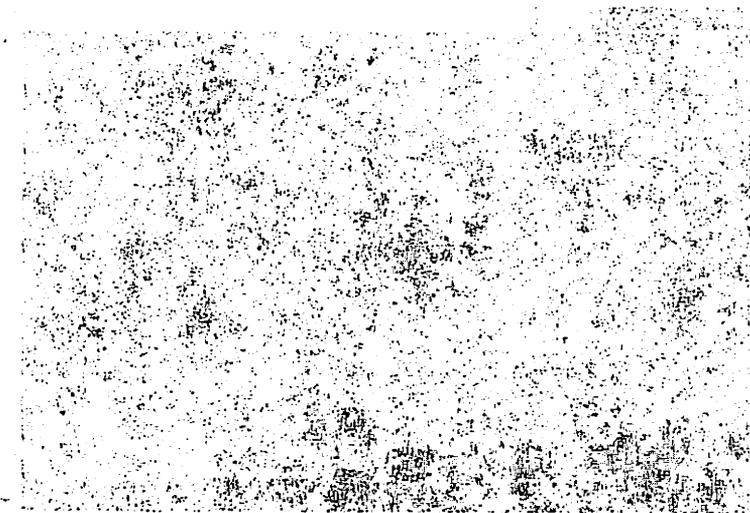
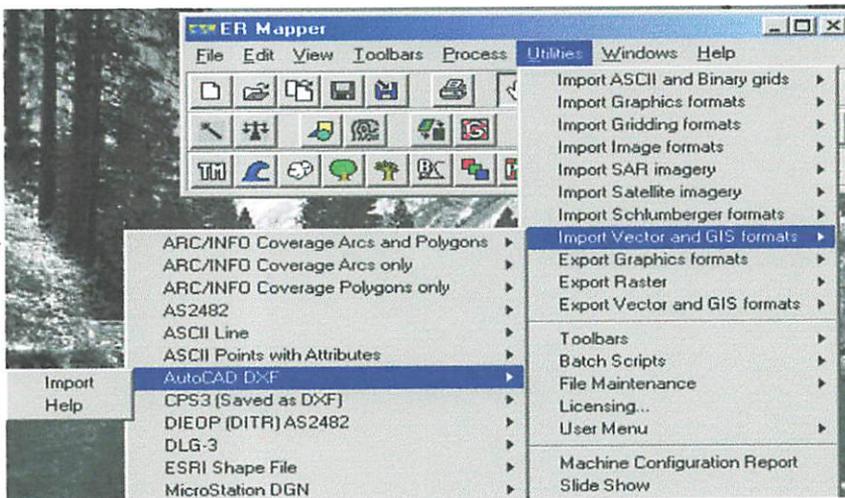


Fig. 1. A noisy image of a document page.

III.4.1.2. Import Data Vektor

Data vektor yang diimport adalah data spasial *Sungai* dan *Jalan* dari Peta Rupa Bumi Indonesia kabupaten Blitar yang digunakan untuk Koreksi Geometri. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

1. Pilih menu *Utilities*, pilih sub menu *Import Vektor and GIS Format*, pilih *Import*



Gambar 3.3. Kotak Dialog Import Vector and GIS Format

2. Akan muncul kotak dialog *Import Autocad DXF*, isikan file *Sungai Jalandxf* yang akan diimport pada kolom *Import File/Device Name*, dan isikan file hasil *Sungai 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 jalan.

...the ...
 ...the ...
 ...the ...
 ...the ...
 ...the ...

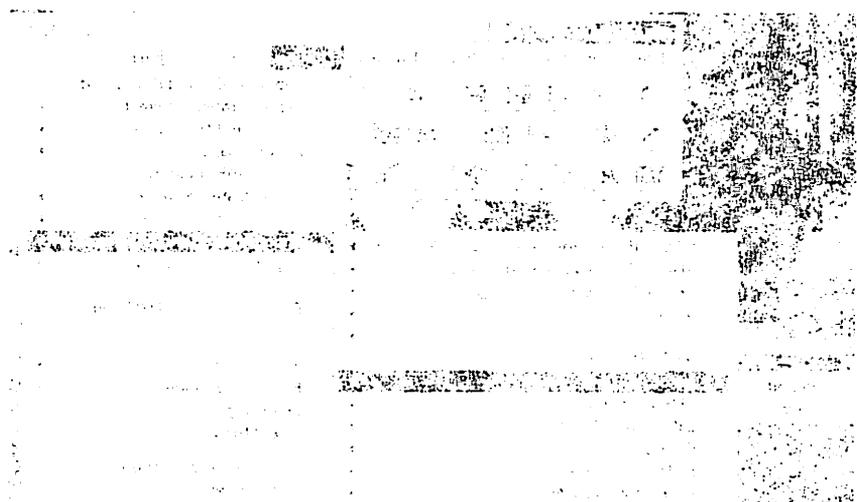
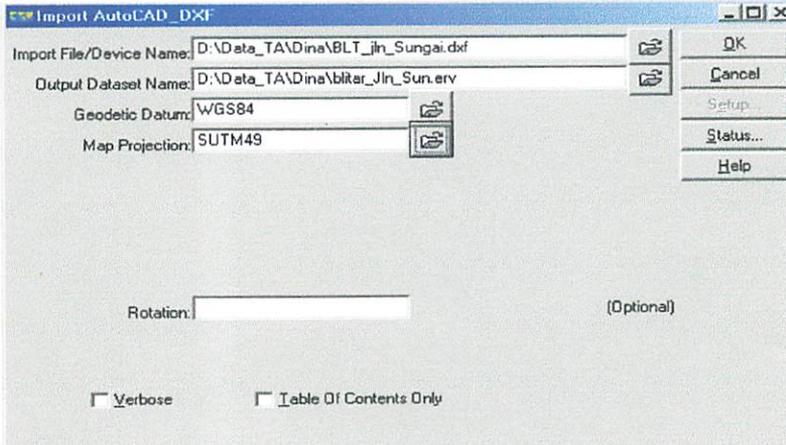


Figure 1. ...

...the ...
 ...the ...
 ...the ...
 ...the ...
 ...the ...

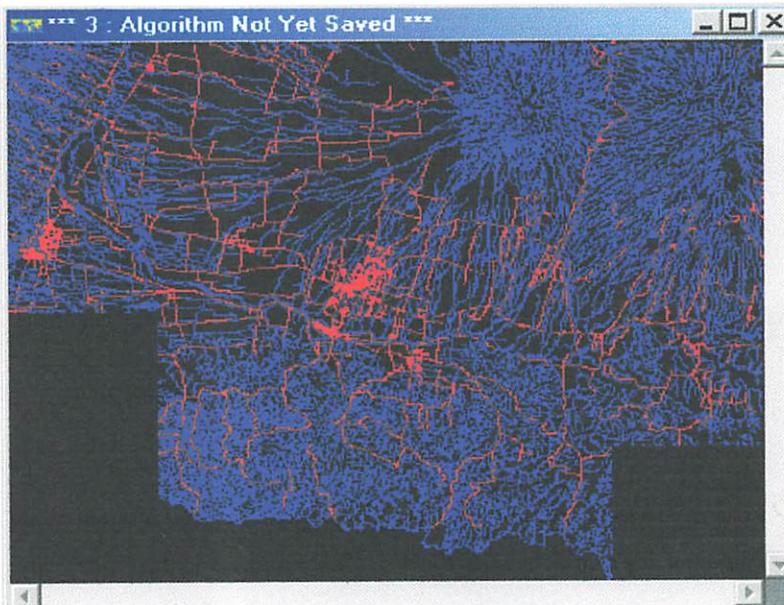


Gambar 3.4. Kotak Dialog Import Autocad DXF

III.4.1.3. Menampilkan Data Vektor

Data spasial sungai dan jalan daerah Blitar hasil import dapat ditampilkan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Pilih icon  setelah muncul kotak dialog algorithm pilih buton *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 *Blitar_Jalan_Sungai.erv*



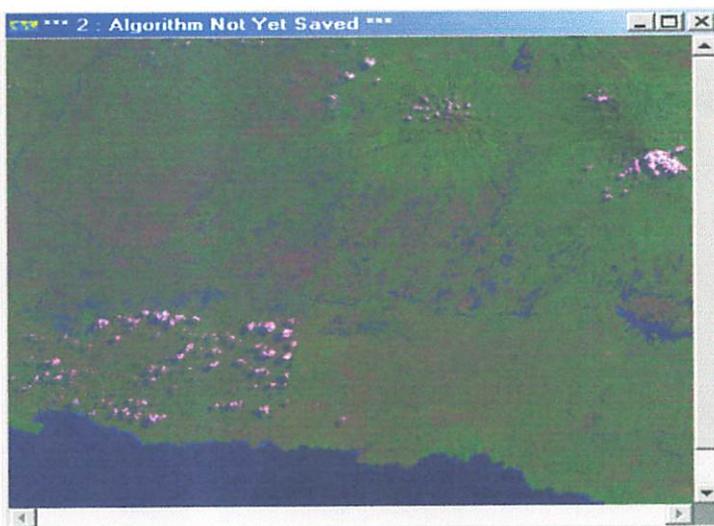
Gambar3.5. Tampilan Data Spasial Jalan dan Sungai Hasil Import

III.4.1.4. Pembuatan *Color Composit* Citra Landsat 7 ETM

Dalam penelitian ini dibuat kombinasi dari band yang ada pada Citra Landsat 7 ETM kabupaten Blitar untuk membantu mengidentifikasi dan interpretasi tutupan lahan dipermukaan bumi.

Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Buka Citra Landsat 7 ETM kabupaten Blitar dengan icon  akan nampak tampilan citra dalam *window algorithm* yang masih berwarna *Greyscale*, dalam kotak dialog *algorithm* akan tampak bahwa jenis *surfacency* *Pseudocolor* dan layernya juga *Pseudocolor*.
2. Untuk membuat kombinasi warna kita harus membuat kombinasi dalam layer *Red, Green, Blue* yaitu dengan mengaktifkan kelompok *toolbar forestry* dalam menu *Toolbar*, lalu pilih icon  maka secara otomatis akan tampil citra landsat sudah dalam kombinasi warna, dalam kotak dialog *algorithm* terlihat jenis *surfacency* *Red Green Blue* dengan *Red layer* diisi *band 3*, *Blue layer* diisi *band 2*, *Green layer* diisi *band 1*.
3. Dari susunan band diatas dapat diubah-ubah kombinasinya menjadi *Red layer* diisi *band 5*, *Green layer* diisi *band 4*, *Blue* diisi *band 2* serta kombinasi-kombinasi *band* lainnya sesuai dengan keperluan.
4. Hasil kombinasi band tersebut disimpan dalam format *algorithm* (*Blitar.alg*) dengan memilih icon 



Gambar 3.6. Citra Landsat 7 ETM Blitar Hasil Kombinasi Band 542

III.4.4.4. Pembuatan Core Composite GFRP Laminat V1 T21

Dalam penelitian ini dibuat komposit dari serat gelas GFRP

Laminat V1 ETM karbonisasi dibuat untuk membandingkan tingkat dan

interaksi tulangan dalam diproses-informasi

Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut

1. Busa GFRP Laminat V1 ETM karbonisasi dibuat dengan cara

campuran serat dalam wadah dengan menggunakan busa (GFRP)

dalam bentuk alat-alat, digunakan untuk membuat busa yang

tersebut, kemudian dimasukkan ke dalam wadah

2. Untuk membuat komposit, serat kaca dimasukkan dalam jarum

tepat, serat gelas yang dituangkan ke dalam wadah, serat gelas

menyusut, lalu serat gelas dimasukkan ke dalam wadah, serat gelas

laminat sudah dalam komposit, serat gelas dimasukkan ke dalam wadah

serta dimasukkan ke dalam wadah dengan cara memasukkan serat gelas

diperoleh busa 2, GFRP Laminat V1 ETM

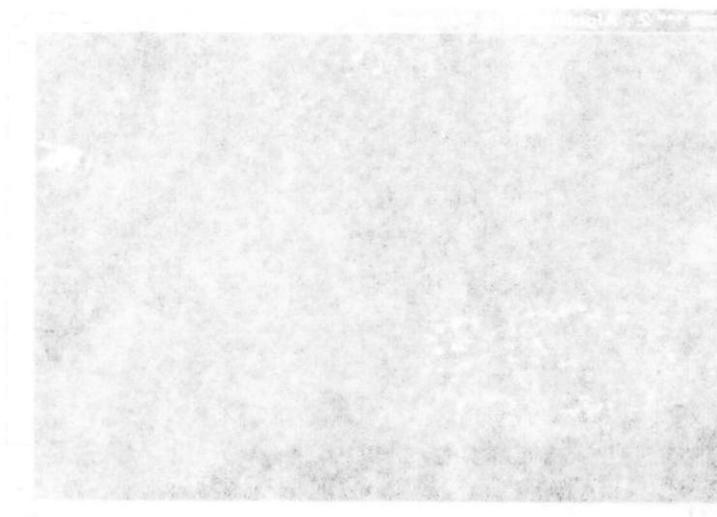
3. Dari sejumlah busa yang dibuat, busa yang dibutuhkan, misalnya 1 kg busa

diperoleh busa 2, GFRP Laminat V1 ETM busa 2, busa 2, busa 2, busa 2,

komposit busa dimasukkan ke dalam wadah

4. Hasil komposit busa tersebut dituangkan ke dalam wadah (GFRP Laminat)

dengan memiliki serat

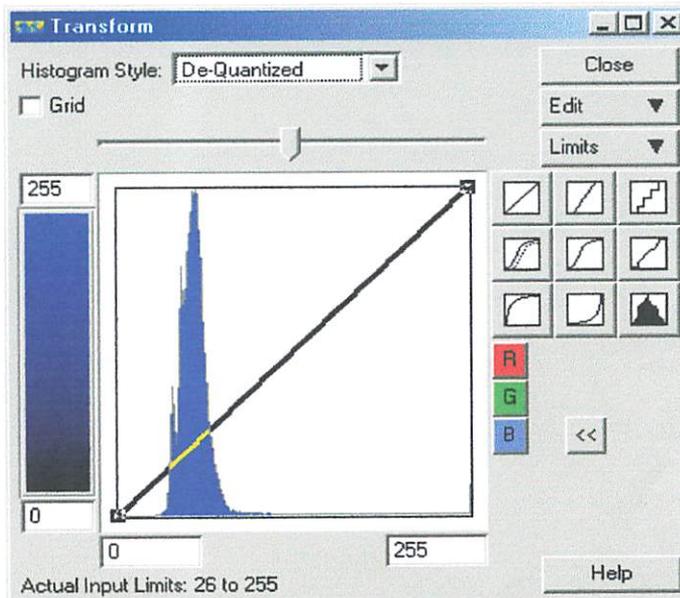


Gambar 3.6. GFRP Laminat V1 ETM busa 2, busa 2, busa 2, busa 2, busa 2

III.4.1.6. Koreksi Radiometrik

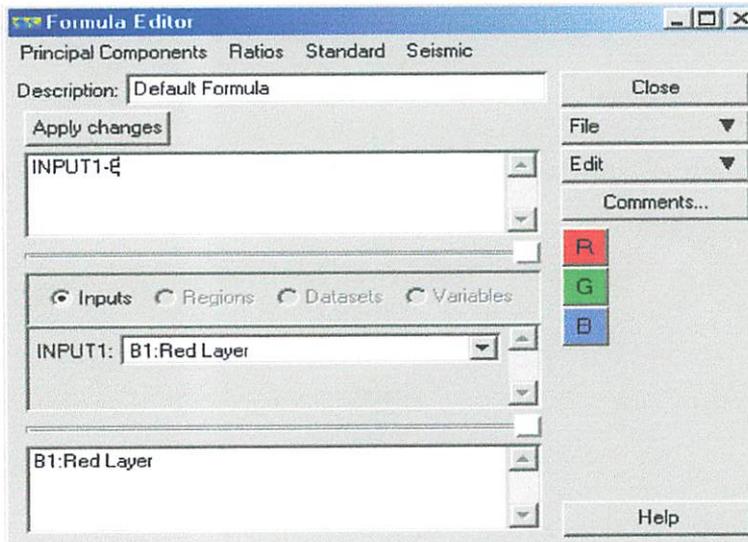
Pada Citra Landsat 7 ETM Blitar dilakukan Koreksi Radiometrik, yang bertujuan untuk menghilangkan *Haze* dengan cara membatasi nilai spektral yang terekam pada citra dalam tiap *Band*/salurannya. Adapun langkah-langkah koreksi radiometrik adalah sebagai berikut :

1. Buka Citra Landsat 7 ETM Blitar dengan icon 
2. Pilih icon  setelah muncul kotak dialog *Algorithm*, arahkan kursor ke layer *pseudocolor*, kemudian duplikat layer tersebut sebanyak enam layer menggunakan icon 
3. Ganti nama tiap layer *pseudocolor* menjadi *Band1*, *Band2*,, dan seterusnya, isikan pula tiap layer *Band* tersebut sesuai dengan *Band* yang ada.
4. Pada kotak dialog *Algorithm*, kemudian catatlah nilai spektral yang paling kecil dengan cara memilih tombol icon  pada tiap *Band*/saluran, sehingga akan tampil grafik nilai spektralnya/histogram



Gambar 3.7. Kotak Dialog Transform

5. Lalu tekan tombol icon  pada masing-masing *Band*/saluran sehingga akan tampil kotak dialog *Formula Editor*



Gambar 3.8. Grafik Nilai Spektral

6. Dimana nilai spektral citra pada tiap *Band*/saluran akan dikurangkan dengan nilai spektral terkecilnya, maka diisi rumus :

$$INPUT1 - BV_{min}$$

7. Kemudian tekan tombol *Apply Change* untuk menjelaskan perintah Formula tersebut sehingga tampilan citra di window akan berubah.
8. Simpan kembali band-band yang telah dikoreksi radiometrik tersebut menjadi satu dataset, pilih icon *Save as* , pilih *file of type Er Mapper Dataset (.Ers)* serta tentukan nama serta letak file akan disimpan.

III.4.1.6. Koreksi Geometri Citra Landsat 7 ETM

Koreksi Geometri Citra Landsat 7 ETM Blitar dengan data spasial sungai dan jalan dari peta Rupa Bumi Indonesia.

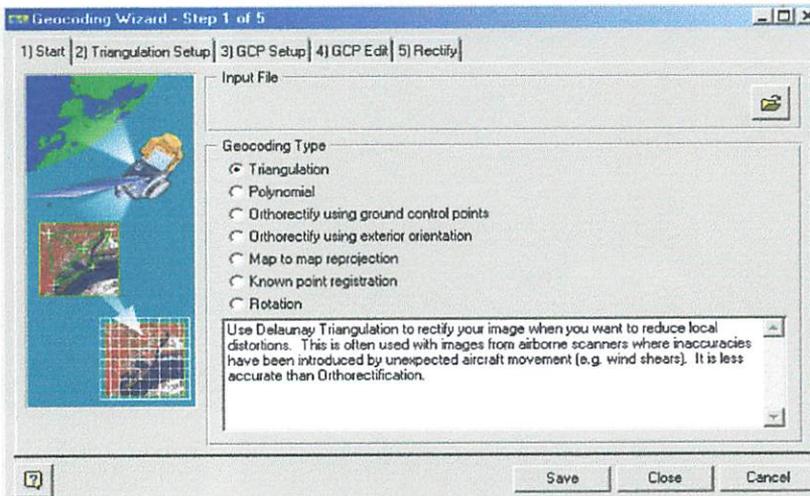
Adapun langkah-langkah dalam proses koreksi geometri tersebut adalah sebagai berikut:

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

Pada kotak dialog *Geocoding Wizard* terdapat lima tahapan sebagai berikut :

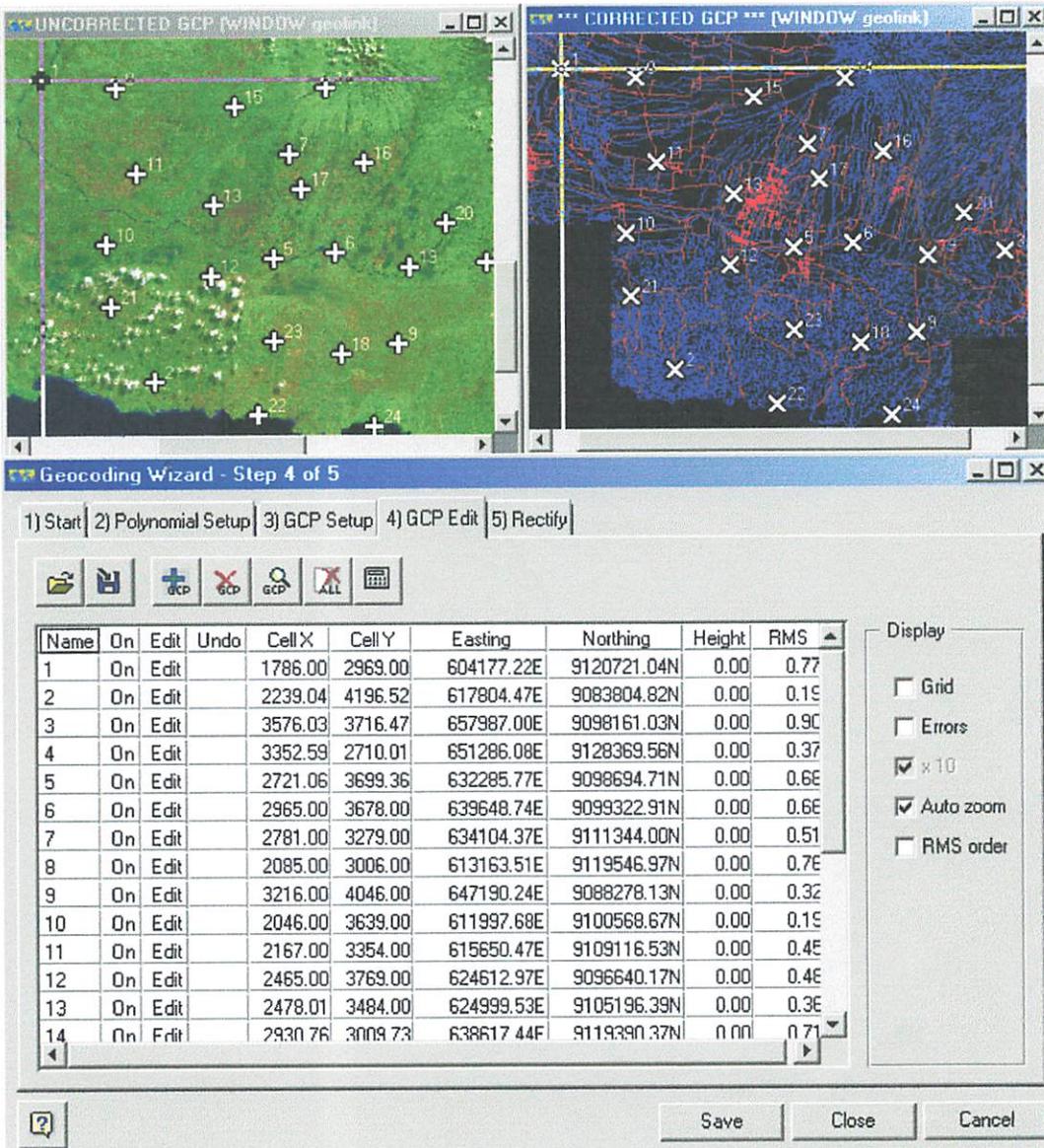
- ❖ Pilih file Blitar.ers yang akan di Koreksi Geometri dari icon  serta tentukan *Geocoding Typenya* adalah *Polynomial*.

- ❖ Tahap kedua, tentukan type *Polynomial Order* adalah *Linier*
- ❖ Tahap ketiga, tentukan *GCP Picking Method* dengan memilih *Geocoded image, vector or algorithm* dan ditentukan nama file acuan yaitu *Vector.erv*. Pada *Output Coordinate Space* akan nampak Datum dan sistem proyeksi dari hasil citra akhir.



Gambar 3.9. GCP Setup

- ❖ Tahap keempat menentukan titik kontrol yang merupakan titik sekutu yang sama pada citra dengan acuan vektor, yaitu belokan sungai, titik perempatan jalan, perpotongan antara jalan dan sungai.
 - Gunakan icon  untuk membuat atau menambah titik kontrol baru, kemudian dengan menggunakan icon  tentukan titik kontrol pada windows citra dan selanjutnya ke windows acuan vector. Untuk menghapus titik kontrol yang salah pilih icon 
 - Demikian selanjutnya sampai diperoleh penyebaran titik kontrol yang banyak dan merata.
 - Dalam Penelitian ini jumlah titik Kontrol yang digunakan sebanyak dua puluh lima (25) titik dengan nilai RMS terbesar adalah 1,05 dan nilai RMS terkecil adalah 0.03.



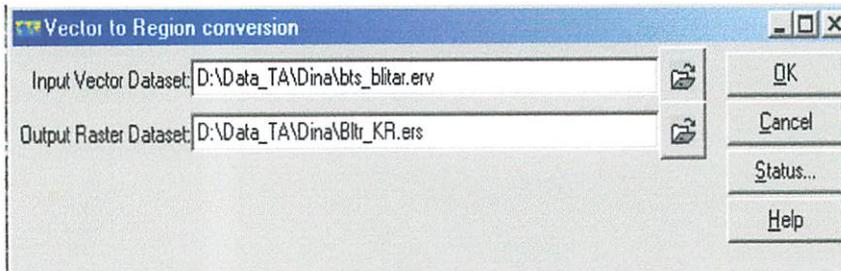
Gambar 3.10. Hasil Koreksi Geometri

III.4.1.7. Pemotongan Citra

Pada Citra Landsat 7 ETM daerah Jawa Timur dilakukan pemotongan sesuai dengan daerah studi kasus yaitu daerah kabupaten Blitar. Metode yang digunakan adalah pemotongan citra berdasarkan batas administrasi kabupaten Blitar.

Adapun langkah untuk memotong citra tersebut adalah sebagai berikut :

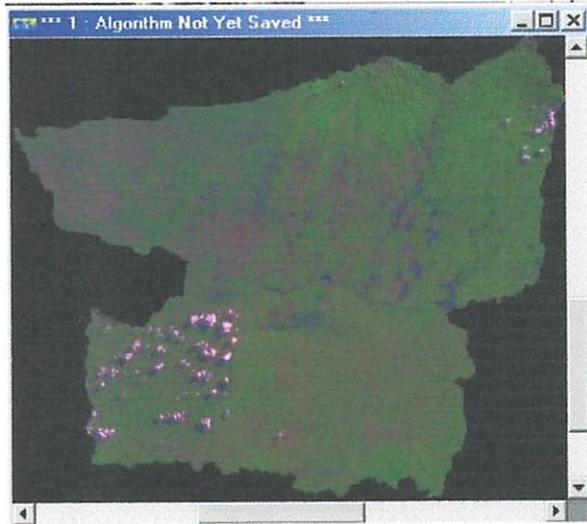
1. Pilih Menu *Process - Polygon↔Region Conversion – Vector dataset polygons to region*
2. Kemudian akan tampil kotak dialog *Vector to Region Conversion*, lalu isikan *Input Vector Dataset* *bts_blitar.erv*, serta *Output Region Dataset* *Bltr_KR.ers*. Tekan tombol *Ok*.



Gambar 3.11. Kotak Dialog Vector to Region Conversion

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

3. Buka Citra Landsat 7 ETM Blitar dengan icon 
4. Pilih icon  , setelah muncul kotak dialog *Algorithm*, arahkan kursor ke *layer pseudocolor*, kemudian duplicate layer tersebut sebanyak enam layer menggunakan icon 
5. Ganti nama tiap *layer pseudocolor* menjadi *Band1*, *Band2*,.....dan seterusnya, isikan pula tiap *layer Band* tersebut sesuai dengan *Band* yang ada.
6. Setelah itu pada *layer pseudo* pertama (*Band 1*), tekan tombol *Edit Formula* atau dengan menekan tombol icon  , kemudian akan tampil kotak dialog *Edit Formula*.
7. Pada kotak dialog *Edit Formula*, pilih menu bar *standart – Inside region polygon test*, kemudian isikan tanda pada baris *Region* dilanjutkan dengan menekan tombol pilih *Region Input* sehingga berisi *Region* sebagai garis batasnya.
8. Lakukan juga terhadap *layer pseudo* lain dengan menekan tombol **Ps** kemudian tutup kembali kotak dialog *Edit Formula*.
9. Pilih icon *Save As*  pilih *file of type Er Mapper Dataset (.Ers)* hasilnya disimpan dalam file *Blitar_crop.ers*



Gambar3.12. Citra Landsat 7 ETM Blitar Hasil Cropping

III.4.1.8. Klasifikasi Citra Landsat 7 ETM

Klasifikasi disini bertujuan membuat kelas-kelas pada citra satelit berdasarkan nilai spektral tiap pixel yang ada.

Dalam Penelitian ini dilakukan Proses Klasifikasi Multispektral Terbimbing.

Langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Menentukan Sampel Area
2. Proses *Klasifikasi Supervised*

1. Menentukan Sampel Area

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

1. Buka citra Landsat 7 ETM kabupaten Blitar yang sudah dikombinasi band 542
2. Kemudian dari menu bar pilih *Edit* kemudian pilih *Edit/Create Regions* akan muncul kotak dialog *New Map Composition*, kemudian klik *Ok*
3. Kemudian akan muncul kotak *Tools*. Pada kotak *Algorithm* akan muncul *Region Layer (Outline)*
4. Dari kotak *Tools* ini dibuat *polygon training area* yang mewakili obyek-obyek yang akan dikelaskan. Kemudian pilih tombol icon  lalu buatlah *polygon*

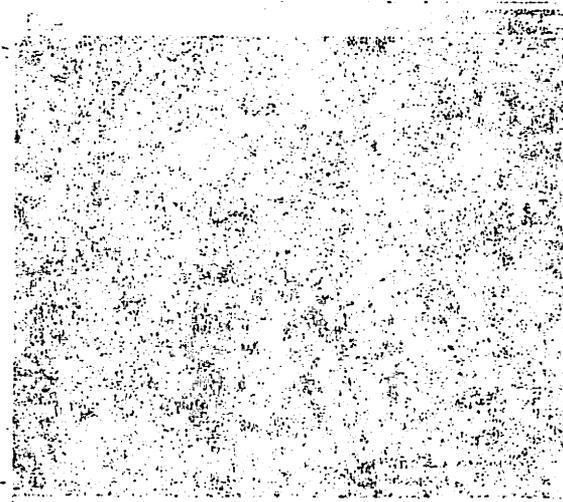


Figure 1: A noisy scan of a document page.

Section 1: Introduction

The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records. It highlights the challenges faced by organizations in managing large volumes of data and the need for robust systems to ensure data integrity and security. The text emphasizes the role of technology in streamlining processes and reducing human error.

Section 2: Methodology

This section details the research methodology used in the study. It describes the data collection process, including the selection of participants and the design of the experiments. The authors explain how they analyzed the data to identify key trends and correlations. The methodology is presented as a systematic approach to understanding the phenomena under investigation.

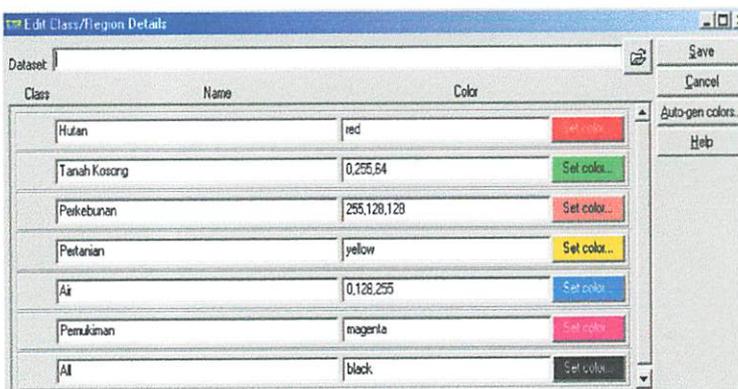
untuk area sampel dari masing-masing kelas yang akan dibuat pada proses klasifikasi *unsupervised*

5. Berikan nama pada masing-masing kelas yang telah dibuat dengan menekan tombol 
6. Setelah semua poligon selesai dibuat, maka simpan *Raster Region* tersebut dengan menekan tombol *save* pada kotak dialog *Edit Tools*. Tekan *Close*



Gambar 3.13. Citra Landsat 7 ETM Blitar Penentuan Sampel Area

7. Untuk editing nama dan warna kelas lebih lanjut pilih Menu Bar *Edit – Edit Class/Region Color and Name*. Agar penampilan hasil klasifikasi lebih baik maka aturlah pewarnaan yang baik dengan mengatur warna dari masing-masing kelas.
8. Sebagai langkah terakhir pada tahap ini, lakukan perhitungan statistik dengan menekan menu bar *Process – Calculate Statistic*.

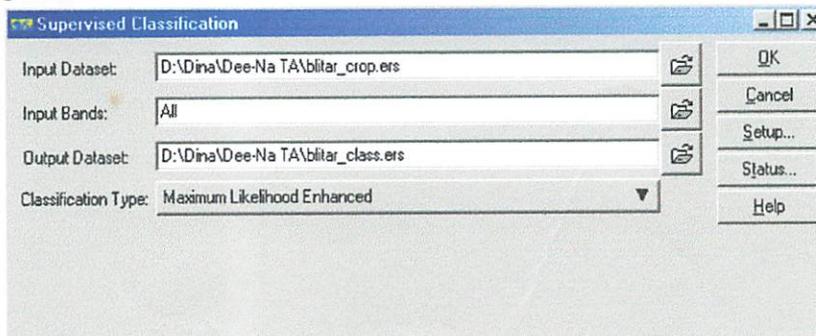


Gambar3.14. Pemberian warna Pada setiap Class Area

2. Proses Klasifikasi *Supervised*

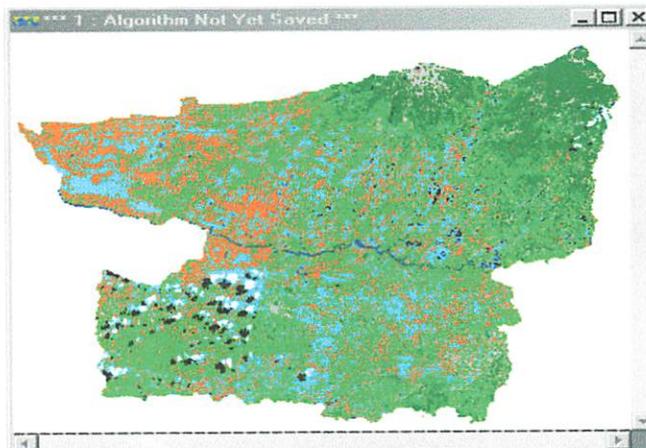
Adapun pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan pada proses klasifikasi ini adalah sebagai berikut :

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



Gambar 3.15. Kotak Dialog Supervised Clasification

2. Pada kotak dialog *Supervised Clasification*, isikan input band dan nama *file dataset* yang akan dihasilkan dari proses klasifikasi tersebut.
3. Masih pada kotak dialog *Supervised Clasification*, 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.
4. Tampilkan data citra lewat kotak *dialog Algorithm*, yaitu pilih icon , setelah muncul kotak *dialog Algorithm* ganti *layer pseudocolor* dengan *layer class display*, pilih icon  load data set untuk memilih nama file hasil klasifikasi.



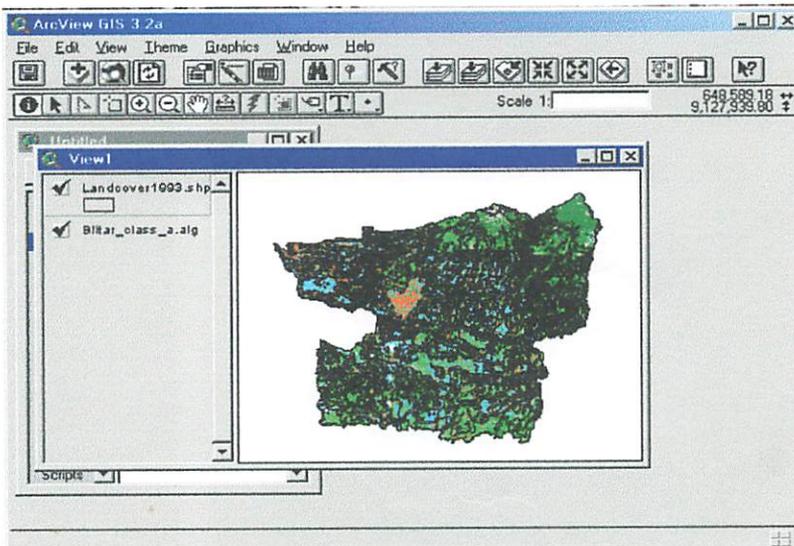
Gambar 3.16. Citra Landsat 7 ETM Hasil Klasifikasi

III.4.1.9. Tumpang Susun (*Overlay*) Citra Landsat 7 ETM Dengan Peta RBI

Langkah selanjutnya adalah proses tumpang susun atau *overlay* antara data citra Landsat 7 ETM Blitar hasil klasifikasi dengan landuse dari Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) dengan tujuan untuk memperoleh peta tutupan lahan. Proses tumpang susun ini dilakukan di *Arc View*.

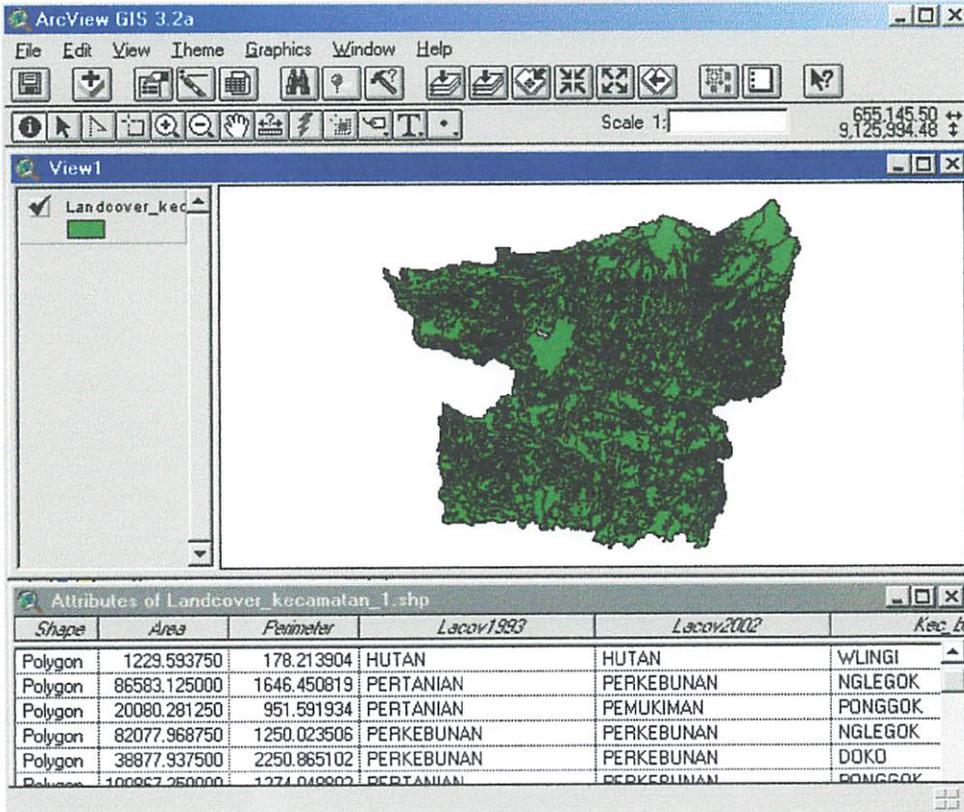
Adapun Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Tampilkan ARC View GIS 3.2 ke layar monitor
2. Pilih *File – Extension*, kemudian pilih extension *ECW v2.0 and ER Mapper Images dan Geoprocessing* yang merupakan syarat untuk menampilkan data citra ke *ARC View*
3. Setelah itu tampilkan citra *Blitar.alg* dan data vektor *landcover 1993.shp*



Gambar 3.17. Hasil Tumpang-susun Citra Landsat 7 ETM dengan Peta RBI

Hasil *overlay* antara citra Landsat 7 ETM dengan landcover dari peta RBI menghasilkan peta *Landcover* dengan informasi perubahan lahan yang terbaru.



Gambar 3.18 Peta Hasil Akhir

BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISA HASIL

IV.1. Proses Pengolahan Citra

Proses pengolahan citra ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra sehingga menghasilkan citra siap dipakai untuk proses ekstraksi informasi. Tahapan pengolahan citra ini meliputi pembuatan citra komposit dan penajaman citra serta koreksi geometri interpretasi visual citra.

IV.1.1. Citra Komposit dan Penajaman Citra

Pembuatan citra komposit bertujuan untuk menonjolkan kenampakan-kenampakan pada citra sehingga mempermudah dilakukannya proses interpretasi visual citra untuk unsur-unsur yang akan digunakan pada proses koreksi geometri.

Pada penelitian ini citra komposit warna yang digunakan adalah citra komposit 542 (RGB). Pada citra komposit 542 yang merupakan kombinasi dengan saluran Inframerah dan saluran Hijau ini, unsur vegetasi berada pada puncak pantulan spektralnya sehingga citra yang dihasilkan adalah suatu citra yang memiliki kenampakan seperti pada warna aslinya yang menonjolkan unsur-unsur vegetasi (*Naturale Color*) dengan rona yang lebih cerah.

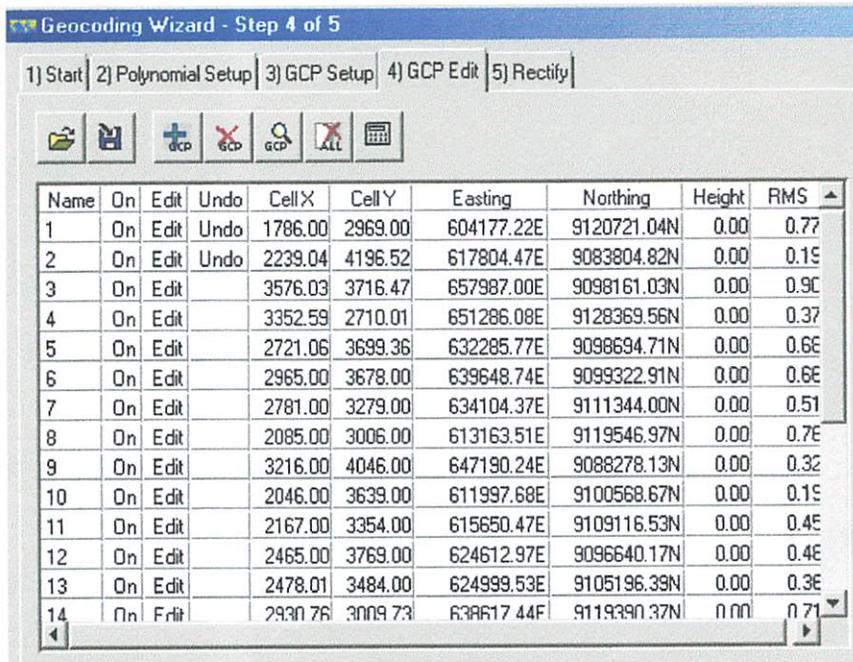


Gambar 4.1. Citra Komposit Band 542

IV.1.2. Koreksi Geometri

Pekerjaan koreksi geometri bertujuan untuk menghilangkan kesalahan-kesalahan yang diakibatkan oleh rotasi bumi, penyimpangan sensor, wahana dan obyek yang direkam. Pada penelitian ini koreksi geometri dilakukan dengan mengkoreksikan antara data citra dengan data peta vektor digital yang mempunyai ellipsoid WGS 84 dan proyeksi peta UTM (*Universe Transverse Mercator*).

Pada penelitian ini menggunakan 25 titik kontrol lapangan (*Ground Control Point/GCP*) dengan memanfaatkan kenampakan-kenampakan yang sama pada citra maupun pada data vektor, karena citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra Landsat ETM 7 yang memiliki resolusi spasial 30 Meter, maka ketelitian GCPs yang diharapkan sesuai dengan resolusi citra tersebut yaitu 30 Meter. Data selengkapnya mengenai *Ground Control Point* (GCPs) dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut ini.



Name	On	Edit	Undo	Cell X	Cell Y	Easting	Northing	Height	RMS
1	On	Edit	Undo	1786.00	2969.00	604177.22E	9120721.04N	0.00	0.77
2	On	Edit	Undo	2239.04	4196.52	617804.47E	9083804.82N	0.00	0.15
3	On	Edit		3576.03	3716.47	657987.00E	9098161.03N	0.00	0.90
4	On	Edit		3352.59	2710.01	651286.08E	9128369.56N	0.00	0.37
5	On	Edit		2721.06	3699.36	632285.77E	9098694.71N	0.00	0.66
6	On	Edit		2965.00	3678.00	639648.74E	9099322.91N	0.00	0.66
7	On	Edit		2781.00	3279.00	634104.37E	9111344.00N	0.00	0.51
8	On	Edit		2085.00	3006.00	613163.51E	9119546.97N	0.00	0.76
9	On	Edit		3216.00	4046.00	647190.24E	9088278.13N	0.00	0.32
10	On	Edit		2046.00	3639.00	611997.68E	9100568.67N	0.00	0.15
11	On	Edit		2167.00	3354.00	615650.47E	9109116.53N	0.00	0.45
12	On	Edit		2465.00	3769.00	624612.97E	9096640.17N	0.00	0.46
13	On	Edit		2478.01	3484.00	624999.53E	9105196.39N	0.00	0.36
14	On	Edit		2930.76	3009.73	638617.44E	9119390.37N	0.00	0.71

Gambar 4.2. Table GCP

Berdasarkan pada gambar table 4.2 maka dapat dihitung kesalahan akar pangkat rata-rata (*Root Mean Square*). Untuk perhitungannya dapat dilihat sebagai berikut :

Ukuran Piksel Landsat 7 ETM	= 30 Meter
RMS Terendah	= 0,03
RMS Tertinggi	= 1,05
RMS Rata-rata	= 1,08 x 30 Meter
RMS Citra	= 32,4 Meter

IV.2. Tumpang Susun (*Overlay*) Data Raster tahun 2002 dan Data Vektor tahun 1998

Metode tumpang susun ini dilakukan secara interaktif pada layar monitor terhadap data peta vektor digital berdasarkan kenampakan yang ditunjukkan oleh citra Landsat 7 ETM.

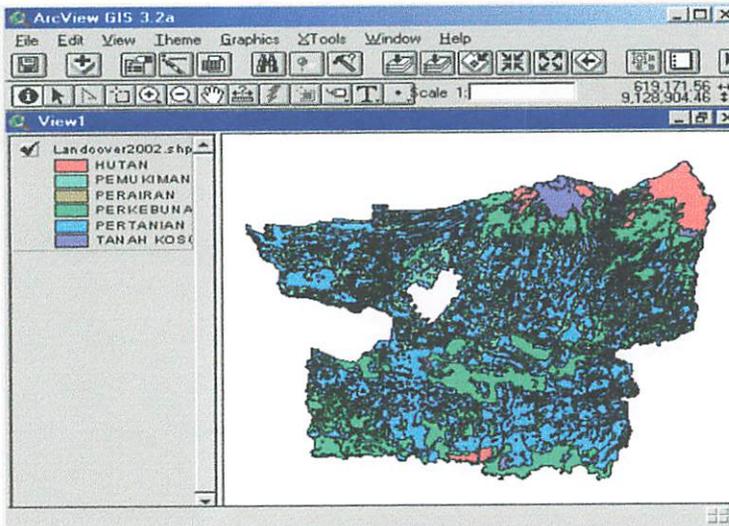
Pada tahap ini yang perlu diperhatikan adalah proses pendefinisian kembali sistem proyeksi yang digunakan baik oleh citra Landsat 7 ETM maupun data vektor digital, agar data citra Landsat 7 ETM dan data peta vektor digital dapat tertumpang susun (*overlay*). Citra Landsat 7 ETM serta Peta Rupa Bumi Indonesia wilayah Blitar pada penelitian ini memiliki sistem proyeksi UTM yaitu pada nomor zone Southem 49.

Kesalahan pendefinisian kembali dengan sistem proyeksi yang digunakan masing-masing data menyebabkan citra Landsat 7 ETM serta data peta vektor digital tidak akan bisa ditumpang susunkan.

IV.3. Editing Unsur Spasial dan Non Spasial

Editing unsur spasial dan data non spasial yang dilakukan pada Peta Rupa Bumi Indonesia didasarkan pada kenampakan dan perubahan kenampakan yang ditunjukkan oleh citra Landsat 7 ETM.

Melalui perangkat lunak *ArcView 3.2*, hasil pengolahan citra akan ditumpang susunkan (*overlay*) dengan data peta vektor digital untuk diinterpretasikan secara visual. Berdasarkan hasil interpretasi citra, maka dilakukan proses editing pada data vektor digital secara interaktif dilayar monitor komputer.



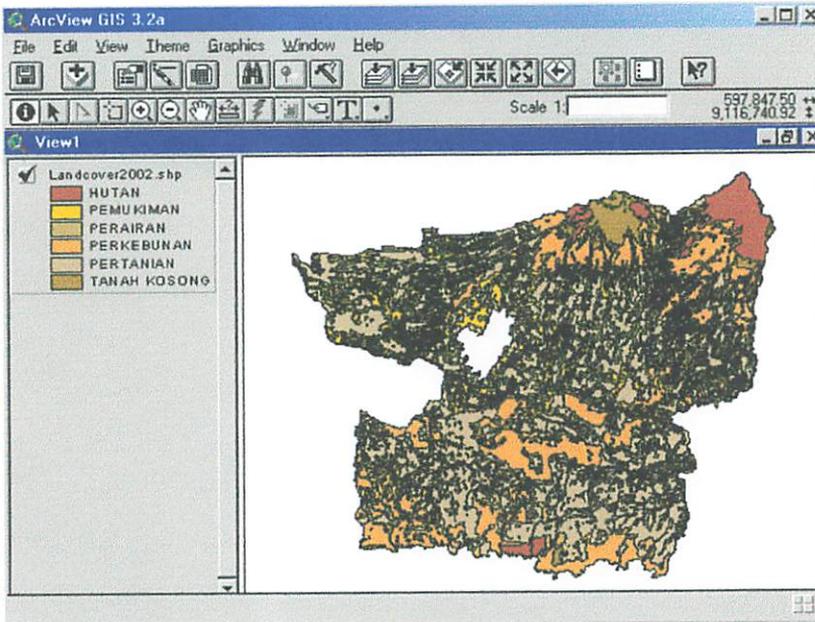
Gambar 4.3. Peta Tutupan Lahan th. 2002

Shape	Area	Perimeter	Hectares	Cover2002
Polygon	734422.751	7065.508	73.442	TANAH KOSONG
Polygon	66527.373	1095.201	6.653	PERKEBUNAN
Polygon	85297.178	1516.546	8.530	PERKEBUNAN
Polygon	2169.087	258.336	0.217	PEMUKIMAN
Polygon	7466.865	344.225	0.747	PEMUKIMAN
Polygon	23012.051	752.462	2.301	PERTANIAN
Polygon	112609.488	1547.289	11.261	PERKEBUNAN
Polygon	33869.051	989.637	3.387	TANAH KOSONG
Polygon	6621.384	465.590	0.662	PEMUKIMAN
Polygon	282933.474	3862.958	28.293	PERKEBUNAN
Polygon	82430.483	2404.721	8.243	HUTAN
Polygon	150134.754	3381.469	15.013	PERKEBUNAN

Gambar 4.4. Tabel Klasifikasi Peta Tutupan lahan th. 2002

IV.4. Pembahasan Hasil Editing Unsur Spasial dan Non Spasial Berdasarkan Interpretasi Citra Landsat 7 ETM.

Hasil dari *overlay* citra Landsat 7 ETM th. 2002 dan peta tutupan lahan th.1998 adalah peta tutupan lahan th. 2002 skala 1:25000, kabupaten Blitar, seperti ditunjukkan pada gambar 4.5

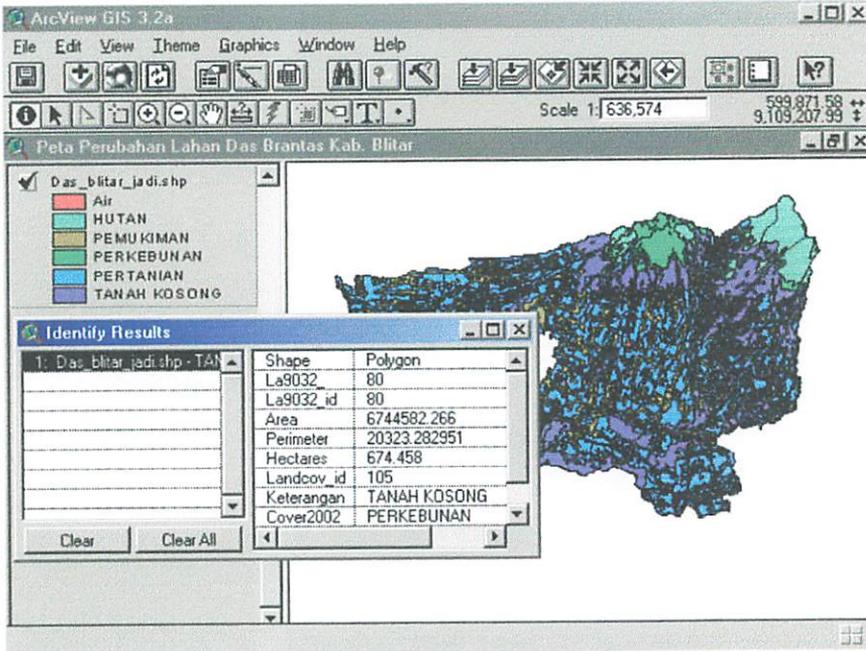


IV.5. Overlay

Overlay merupakan penggabungan 2 (dua) layer (*theme*) atau lebih yang berbeda untuk menggabungkan *theme* baru sesuai dengan kebutuhan.

IV.5.1. Hasil *Overlay* Peta Tutupan Lahan th.2002 dengan th.1998

Berikut ini ditunjukkan hasil *overlay* antara peta tutupan lahan th.1998 dengan peta tutupan lahan th.2002 dan peta das.



Gambar 4.4. Hasil Overlay Antara Peta Tutupan Lahan th.1998 dengan Peta Tutupan Lahan th.2002

IV.6. Analisa Perubahan Tutupan Lahan

Pada proses monitoring terjadi perubahan tutupan lahan pada tiap kecamatan di kabupaten Blitar yang dapat dilihat pada table 4.1 berikut ini.

KECAMATAN BINANGUN

No	Sebelum Perubahan	Sesudah Perubahan	Perubahan (Ha)	Prosentase
1	Perkebunan	Tanah Kosong	14.1370	0.18
2	Tanah kosong	Perkebunan	2351.4460	29.72

KECAMATAN DOKO

No	Sebelum Perubahan	Sesudah Perubahan	Perubahan (Ha)	Prosentase
1	Perkebunan	Tanah Kosong	299.1820	3.11
2	Tanah Kosong	Pertanian	3883.1010	40.37

KECAMATAN GANDUSARI

No	Sebelum Perubahan	Sesudah Perubahan	Perubahan (Ha)	Prosentase
1	Hutan	Perairan	1653.5820	9.63
2	Perkebunan	Tanah Kosong	3252.2290	18.94
3	Pertanian	Perkebunan	4369.5840	25.45
4	Tanah Kosong	Perkebunan	5559.0320	32.38

KECAMATAN GARUM

No	Sebelum Perubahan	Sesudah Perubahan	Perubahan (Ha)	Prosentase
1	Perkebunan	Tanah Kosong	1.0850	0.03
2	Tanah Kosong	Pertanian	420.8020	10.50

KECAMATAN KADEMANGAN

No	Sebelum Perubahan	Sesudah Perubahan	Perubahan (Ha)	Prosentase
1	Perairan	Tanah Kosong	50.8880	0.60
2	Perkebunan	Tanah Kosong	157.2350	1.87
3	Pertanian	Perkebunan	4452.7040	52.88
4	Tanah Kosong	Perkebunan	2488.4750	29.55

KECAMATAN KANIGORO

No	Sebelum Perubahan	Sesudah Perubahan	Perubahan (Ha)	Prosentase
1	Perairan	Tanah Kosong	60.8920	1.33
2	Pertanian	Tanah kosong	2078.7780	45.36
3	Tanah kosong	Perkebunan	856.5230	18.69

KECAMATAN KESAMBEN

No	Sebelum Perubahan	Sesudah Perubahan	Perubahan (Ha)	Prosentase
1	Perkebunan	Tanah Kosong	12.7400	0.21
2	Tanah Kosong	Perkebunan	2426.1120	39.09

KECAMATAN NGLEGOK

No	Sebelum Perubahan	Sesudah Perubahan	Perubahan (Ha)	Prosentase
1	Hutan	Perairan	660.7990	7.21
2	Pertanian	Pemukiman	2900.1310	31.62
3	Tanah Kosong	Perkebunan	2514.2980	27.42

KECAMATAN PANGGUNGREJO

No	Sebelum Perubahan	Sesudah Perubahan	Perubahan (Ha)	Prosentase
1	Perkebunan	Tanah Kosong	5.8710	0.24
2	Pertanian	Perkebunan	1296.2740	52.73
3	Tanah Kosong	Pertanian	799.9490	32.54

KECAMATAN PONGGOK

No	Sebelum Perubahan	Sesudah Perubahan	Perubahan (Ha)	Prosentase
1	Perkebunan	Pertanian	16.8600	0.16
2	Tanah Kosong	Perkebunan	1695.3750	16.40

KECAMATAN SANAN KULON

No	Sebelum Perubahan	Sesudah Perubahan	Perubahan (Ha)	Prosentase
1	Perairan	Tanah Kosong	26.9640	0.76

2	Tanah Kosong	Pemukiman	465.0940	13.09
---	--------------	-----------	----------	-------

KECAMATAN SELOPURO

No	Sebelum Perubahan	Sesudah Perubahan	Perubahan (Ha)	Prosentase
1	Perkebunan	Tanah Kosong	6.7610	0.18
2	Tanah Kosong	Perkebunan	626.5130	16.54

KECAMATAN SELOREJO

No	Sebelum Perubahan	Sesudah Perubahan	Perubahan (Ha)	Prosentase
1	Hutan	Tanah Kosong	123.6180	2.05
2	Perkebunan	Tanah Kosong	139.7500	2.32
3	Tanah Kosong	Perkebunan	2527.4150	42.38

KECAMATAN SRENGAT

No	Sebelum Perubahan	Sesudah Perubahan	Perubahan (Ha)	Prosentase
1	Perairan	Pertanian	75.4400	1.38
2	Perkebunan	Tanah Kosong	0.9150	0.02
3	Tanah Kosong	Perkebunan	1200.5620	21.91

KECAMATAN SUTOJAYAN

No	Sebelum Perubahan	Sesudah Perubahan	Perubahan (Ha)	Prosentase
1	Perairan	Pemukiman	126.0730	1.90
2	Pemukiman	Pertanian	1214.0560	18.31
3	Perkebunan	Tanah Kosong	117.9170	1.78
4	Pertanian	Perkebunan	2191.4650	33.06
5	Tanah Kosong	Pertanian	2979.7270	44.95

KECAMATAN TALUN

No	Sebelum Perubahan	Sesudah Perubahan	Perubahan (Ha)	Prosentase
1	Pemukiman	Tanah Kosong	1573.8140	29.98
2	Perkebunan	Tanah Kosong	56.4030	1.07
3	Pertanian	Pemukiman	2798.6770	53.32
4	Tanah Kosong	Perkebunan	684.2260	13.04

KECAMATAN UDANAWU

No	Sebelum Perubahan	Sesudah Perubahan	Perubahan (Ha)	Prosentase
1	Pemukiman	Pertanian	1350.9280	32.49
2	Tanah Kosong	Pemukiman	427.4370	10.28

KECAMATAN WATES

No	Sebelum Perubahan	Sesudah Perubahan	Perubahan (Ha)	Prosentase
1	Pertanian	Perkebunan	648.4070	63.60
2	Tanah Kosong	Perkebunan	232.3890	22.79

KECAMATAN WLINGI

No	Sebelum Perubahan	Sesudah Perubahan	Perubahan (Ha)	Prosentase
1	Perkebunan	Tanah Kosong	18.8140	0.23
2	Pertanian	Perkebunan	1989.5950	24.24
3	Tanah Kosong	Perkebunan	2972.9130	36.22

KECAMATAN WONODADI

No	Sebelum Perubahan	Sesudah Perubahan	Perubahan (Ha)	Prosentase
1	Perairan	Pertanian	66.2960	1.56
2	Pemukiman	Pertanian	1362.2600	31.98

KECAMATAN WONOTIRTO

No	Sebelum Perubahan	Sesudah Perubahan	Perubahan (Ha)	Prosentase
1	Pertanian	Perkebunan	477.2380	78.86
2	Tanah Kosong	Perkebunan	95.9960	15.86

IV.7. Pembahasan Hasil Analisa

1. KECAMATAN BINANGUN

Dari table perubahan tutupan lahan di Kecamatan Binangun dapat dilihat bahwa perubahan terbesar adalah perubahan tanah kosong menjadi perkebunan yaitu sebesar 2351.4460 Ha.

2. KECAMATAN DOKO

Dari table perubahan tutupan lahan di Kecamatan Doko dapat dilihat bahwa perubahan terbesar adalah perubahan tanah kosong menjadi pertanian yaitu sebesar 3883.1010 Ha.

3. KECAMATAN GANDUSARI

Dari table perubahan tutupan lahan di Kecamatan Gandusari dapat dilihat bahwa perubahan terbesar adalah perubahan tanah kosong menjadi perkebunan yaitu sebesar 5559.0320 Ha.

4. KECAMATAN GARUM

Dari table perubahan tutupan lahan di Kecamatan Garum dapat dilihat bahwa perubahan terbesar adalah perubahan tanah kosong menjadi pertanian yaitu sebesar 420.8020 Ha.

5. KECAMATAN KADEMANGAN

Dari table perubahan tutupan lahan di Kecamatan Kademangan dapat dilihat bahwa perubahan terbesar adalah perubahan pertanian menjadi perkebunan yaitu sebesar 4452.7040 Ha.

6. KECAMATAN KANIGORO

Dari table perubahan tutupan lahan di Kecamatan Kanigoro dapat dilihat bahwa perubahan terbesar adalah perubahan pertanian menjadi tanah kosong yaitu sebesar 2078.7780 Ha.

7. KECAMATAN KESAMBEN

Dari table perubahan tutupan lahan di Kecamatan Kesamben dapat dilihat bahwa perubahan terbesar adalah perubahan tanah kosong menjadi perkebunan yaitu sebesar 2426.1120 Ha.

8. KECAMATAN NGLEGOK

Dari table perubahan tutupan lahan di Kecamatan Nglegok dapat dilihat bahwa perubahan terbesar adalah perubahan pertanian menjadi pemukiman yaitu sebesar 2900.1310 Ha.

9. KECAMATAN PANGGUNGREJO

Dari table perubahan tutupan lahan di Kecamatan Panggungrejo dapat dilihat bahwa perubahan terbesar adalah perubahan pertanian menjadi perkebunan yaitu sebesar 1296.2740 Ha.

10. KECAMATAN PONGGOK

Dari table perubahan tutupan lahan di Kecamatan Ponggok dapat dilihat bahwa perubahan terbesar adalah perubahan tanah kosong menjadi perkebunan yaitu sebesar 1695.3750 Ha.

11. KECAMATAN SANAN KULON

Dari table perubahan tutupan lahan di Kecamatan Sanan Kulon dapat dilihat bahwa perubahan terbesar adalah perubahan tanah kosong menjadi pemukiman yaitu sebesar 465.0940 Ha.

12. KECAMATAN SELOPURO

Dari table perubahan tutupan lahan di Kecamatan Selopuro dapat dilihat bahwa perubahan terbesar adalah perubahan tanah kosong menjadi perkebunan yaitu sebesar 626.5130 Ha.

13. KECAMATAN SELOREJO

Dari table perubahan tutupan lahan di Kecamatan Selorejo dapat dilihat bahwa perubahan terbesar adalah perubahan tanah kosong menjadi perkebunan yaitu sebesar 2527.4150 Ha..

14. KECAMATAN SRENGAT

Dari table perubahan tutupan lahan di Kecamatan Srengat dapat dilihat bahwa perubahan terbesar adalah perubahan tanah kosong menjadi perkebunan yaitu sebesar 1200.5620 ha.

15. KECAMATAN SUTOJAYAN

Dari table perubahan tutupan lahan di Kecamatan Sutojayan dapat dilihat bahwa perubahan terbesar adalah perubahan tanah kosong menjadi pertanian yaitu sebesar 2979.7270 Ha.

16. KECAMATAN TALUN

Dari table perubahan tutupan lahan di Kecamatan Talun dapat dilihat bahwa perubahan terbesar adalah perubahan pertanian menjadi pemukiman yaitu sebesar 2798.6770 Ha.

17. KECAMATAN UDANAWU

Dari table perubahan tutupan lahan di Kecamatan Udanawu dapat dilihat bahwa perubahan terbesar adalah perubahan pemukiman menjadi pertanian yaitu sebesar 1350.9280 Ha.

18. KECAMATAN WATES

Dari table perubahan tutupan lahan di Kecamatan Wates dapat dilihat bahwa perubahan terbesar adalah perubahan pertanian menjadi perkebunan yaitu sebesar 648.4070 Ha.

19. KECAMATAN WLINGI

Dari table perubahan tutupan lahan di Kecamatan Wlingi dapat dilihat bahwa perubahan terbesar adalah perubahan tanah kosong menjadi perkebunan yaitu sebesar 2972.9130 Ha.

20. KECAMATAN WONODADI

Dari table perubahan tutupan lahan di Kecamatan Wonodadi dapat dilihat bahwa perubahan terbesar adalah perubahan pemukiman menjadi pertanian yaitu sebesar 1362.2600 Ha.

21. KECAMATAN WONOTIRTO

Dari table perubahan tutupan lahan di Kecamatan Wonotirto dapat dilihat bahwa perubahan terbesar adalah perubahan pertanian menjadi perkebunan yaitu sebesar 477.2380 Ha.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian mengenai Identifikasi perubahan lahan pada daerah aliran sungai Brantas dengan menggunakan citra Landsat ETM 7 di kabupaten Blitar, maka dapat diambil kesimpulan antara lain :

1. Pada proses koreksi geometri didapatkan RMS citra sebesar 32,4 meter yang masuk dalam batas toleransi yaitu kurang dari 2 piksel atau 60 meter.
2. Dari hasil perubahan tutupan lahan pada Daerah Aliran Sungai Kabupaten Blitar diketahui perubahan terbesar yaitu tanah kosong menjadi perkebunan sebesar 35780.388 Ha atau 96% terhadap luas tanah kosong sebelumnya.
3. Untuk perubahan terbesar disetiap kecamatan terdapat di kecamatan Gandusari sebesar 5362.248 ha dan perubahan lahan terkecil yaitu tanah kosong menjadi perairan sebesar 7.233 ha atau 0,020% terhadap luas tanah kosong sebelumnya.
4. Untuk perubahan lahan terkecil disetiap kecamatan terdapat di kecamatan Gandusari sebesar 0,639 ha.
5. Hasil perubahan lahan rata-rata yaitu perubahan dari pertanian menjadi perkebunan sebesar 1681.388 ha atau 3.202 % dari luas pertanian sebelumnya.
6. Untuk perubahan terbesar di setiap kecamatan terdapat di kecamatan Gandusari sebesar 566.927 ha

V.2. Saran

1. Sebelum melakukan penelitian, hendaknya data yang dibutuhkan sudah terkumpul terlebih dahulu sehingga mempermudah pelaksanaan penelitian dan pemrosesan data.
2. Dalam melakukan proses analisa seorang peneliti harus paham akan software yang digunakan serta memperhatikan data-data yang dibutuhkan agar hasil analisa sesuai dengan yang diinginkan

DAFTAR PUSTAKA

Brosur Penginderaan Jauh Lapan Tahun 1993

Departemen Kehutanan, 1998, "*Pedoman Penyusunan Rencana Teknik Lapangan Rehabilitasi Dan Konservasi Tanah*".

Purbowaseso Bambang, 1996, "*Penginderaan Jauh Terapan*", Universitas Indonesia (UI-Press).

Purwadhi Hardiyanti Sri, F, 2001, "*Interpretasi Citra Digital*", PT Grasindo, Anggota IKAPI.

Sutanto, 1994, "*Penginderaan Jauh*", Jilid I dan II, Yogyakarta, Gajah Mada University Press.

Warta, 1997, "*Inderaja*", Volume IX no. 1, MAPIN/ISRS



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bend. Sigura-gura No. 2
MALANG

Nama : Dina Sri Lestari.
Nim : 98.25.020.
Jurusan : Teknik Geodesi.
Dosen Pembimbing I : Ir. Agus Darpono, MT.

DAFTAR ASISTENSI LAPORAN TUGAS AKHIR
"Identifikasi Perubahan Tutupan Lahan Daerah Aliran Sungai
Brantas Dengan Menggunakan Citra Landsat ETM 7"

No	Tanggal	Catatan/Keterangan	Tanda Tangan
	16-3-05	Bab I. persiapan jastaha masalah bab II. bab III. ok. lumen bab III.	
	29-3-05	Bab IV OK bab V OK. all diujikan.	
	10-4-05	all di jilid.	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bend. Sigura-gura No.2

MALANG

Nama : Dina Sri Lestari.

Nim : 98.25.020.

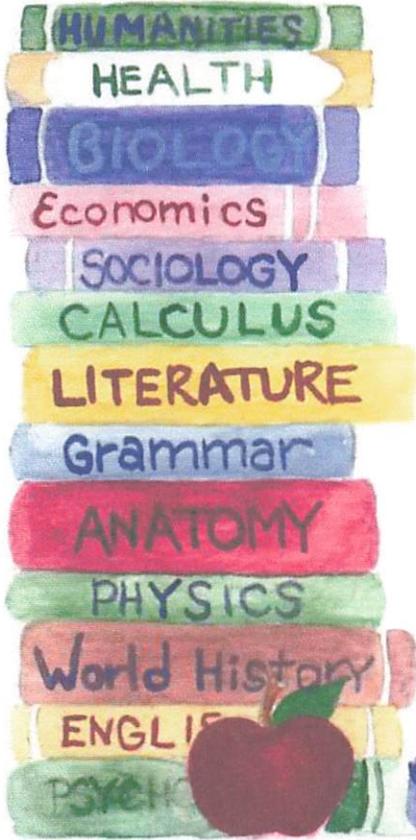
Jurusan : Teknik Geodesi.

Dosen Pembimbing II: Ir. M. Nurhadi, MT.

DAFTAR ASISTENSI LAPORAN TUGAS AKHIR

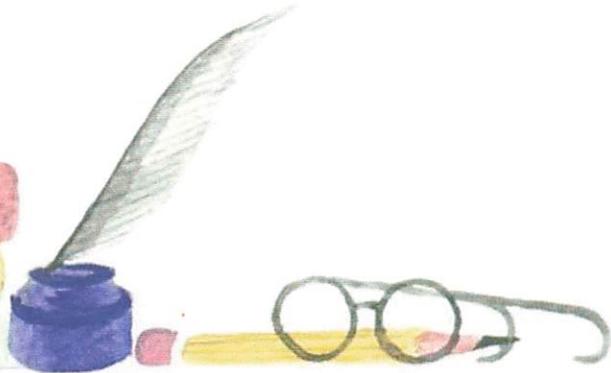
“Identifikasi Perubahan Tutupan Lahan Pada Daerah Aliran Sungai
Brantas Dengan Menggunakan Citra Landsat ETM 7”

No	Tanggal	Catatan/Keterangan	Tanda Tangan
1	$\frac{14}{3}$ 05.	RMS Error Koreksi Geometrik ?	
2.	$\frac{21}{3}$ 05	Training Sampel ?	
3	$\frac{24}{3}$ 05.	Ketelitian Klasifikasi? Vektorisasi ?	
4.	$\frac{28}{2}$ 05	Acc Seminar hasil	
5.	$\frac{05}{4}$ 05	Lengkapi Penulisan Daftar Pustaka.	
6.	$\frac{11}{4}$ 05	Sempurnakan Bab V (Kesimpulan) jangan dijadikan satu kalimat.	
7.	$\frac{19}{4}$ 05	Penulisan bahasa asing dibedakan.	
8.	$\frac{25}{4}$ 05	Acc ijilid	

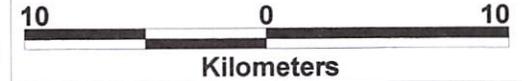
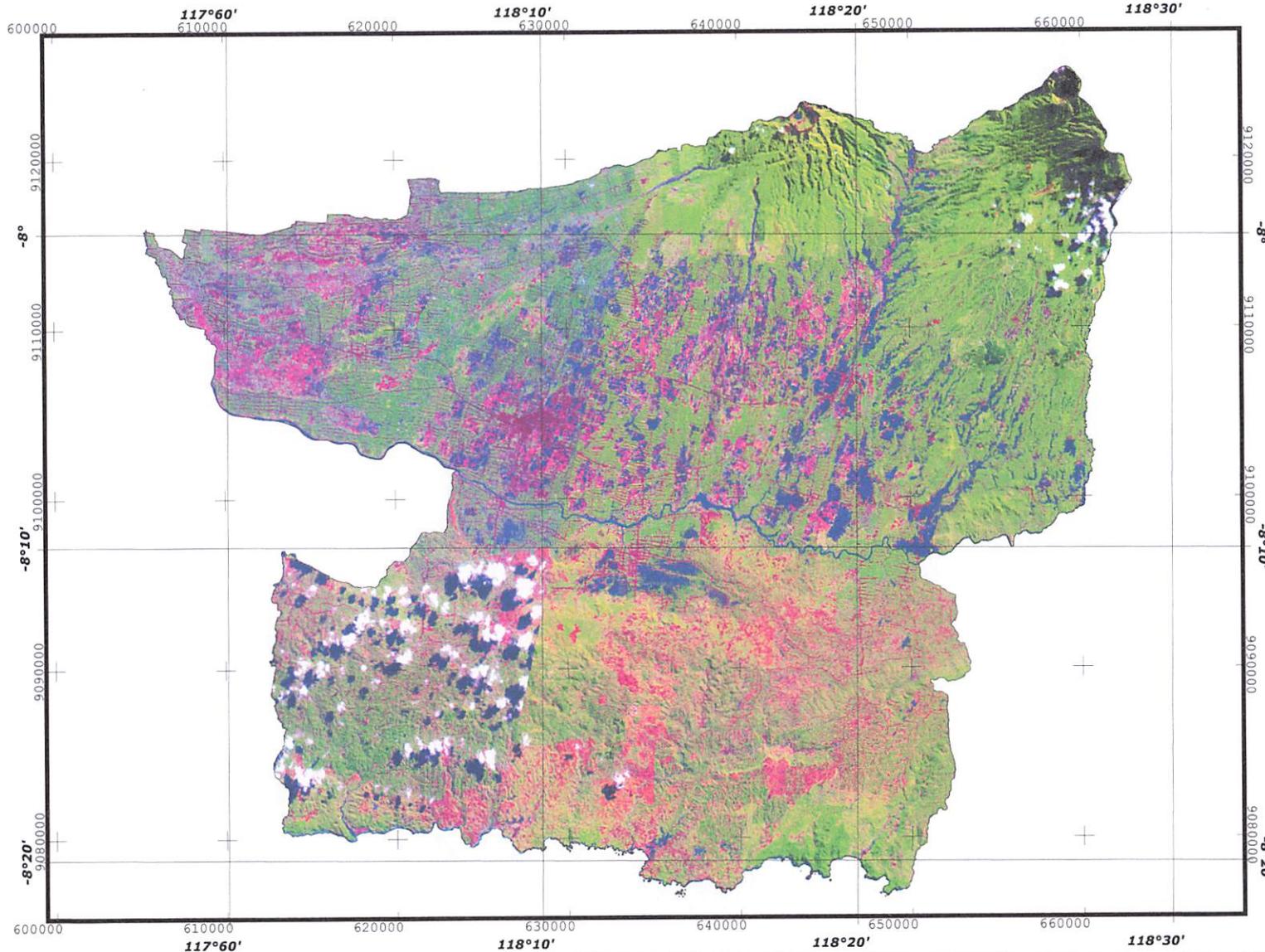


LAMPIRAN

DATA



CITRA LANDSAT ETM 7 dengan BAND 542 KAB. BLITAR



LEGENDA

BAND 542

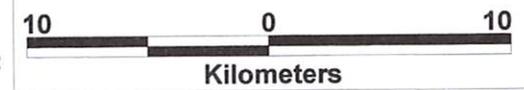
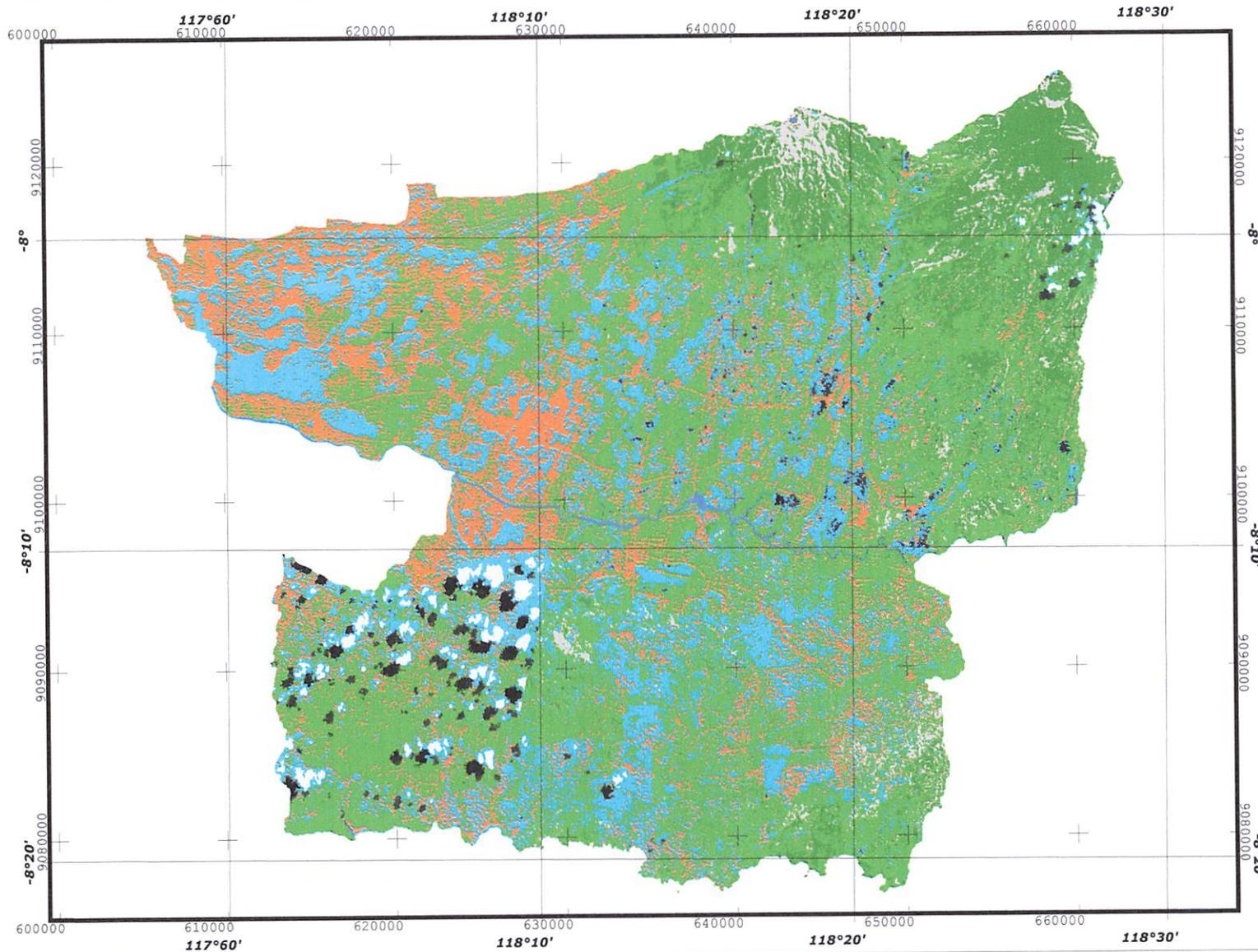
:Red

:Green

:Blue

SISTEM PROYEKSI : UTM
ELLIPSOID : WGS '84
ZONA : 49 S
SISTEM GRID : UTM dan GEODETIS

PETA HASIL KLASIFIKASI DAS BRANTAS KAB. BLITAR

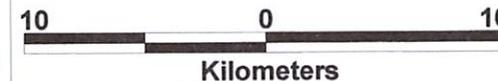
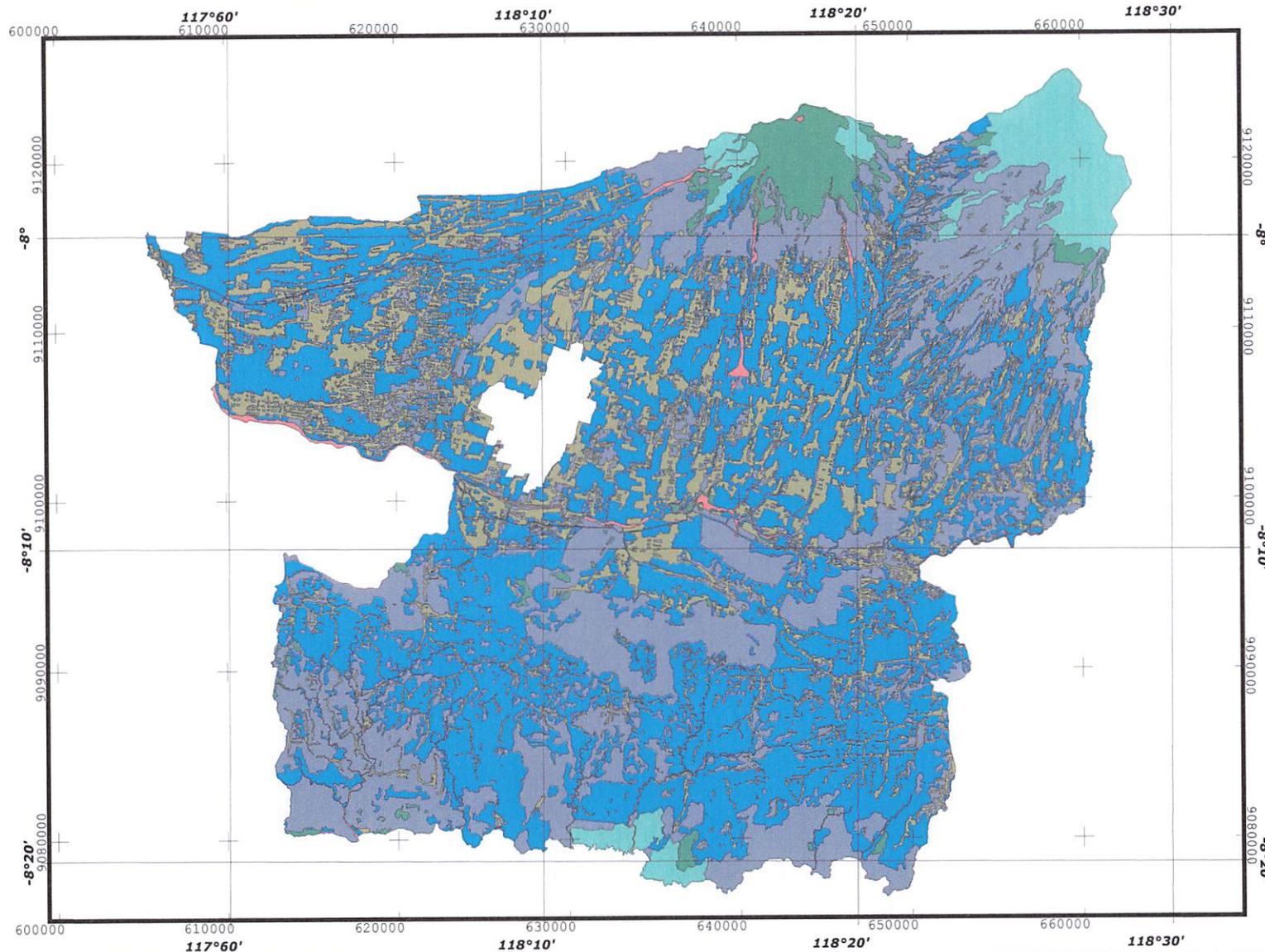


LEGENDA

- HUTAN
- PEMUKIMAN
- PERAIRAN
- PERKEBUNAN
- PERTANIAN
- TANAH KOSONG

SISTEM PROYEKSI : UTM
ELLIPSOID : WGS '84
ZONA : 49 S
SISTEM GRID : UTM dan GEODETIS

PETA LAND COVER '98 DAS BRANTAS KAB. BLITAR



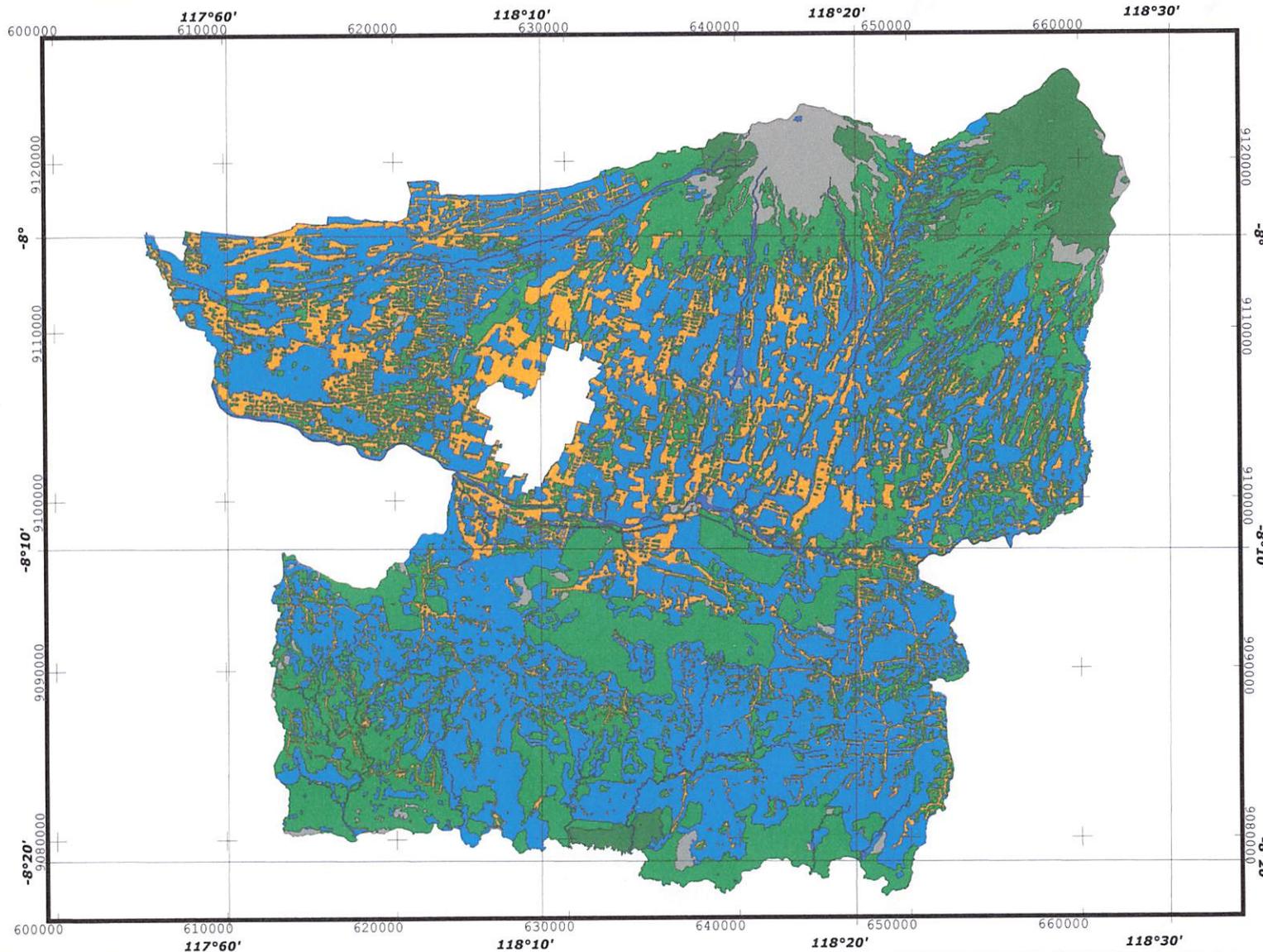
LEGENDA

LAND COVER '98

-  Air
-  HUTAN
-  PEMUKIMAN
-  PERKEBUNAN
-  PERTANIAN
-  TANAH KOSONG

SISTEM PROYEKSI : UTM
ELLIPSOID : WGS '84
ZONA : 49 S
SISTEM GRID : UTM dan GEODETIS

PETA LAND COVER '02 DAS BRANTAS KAB. BLITAR



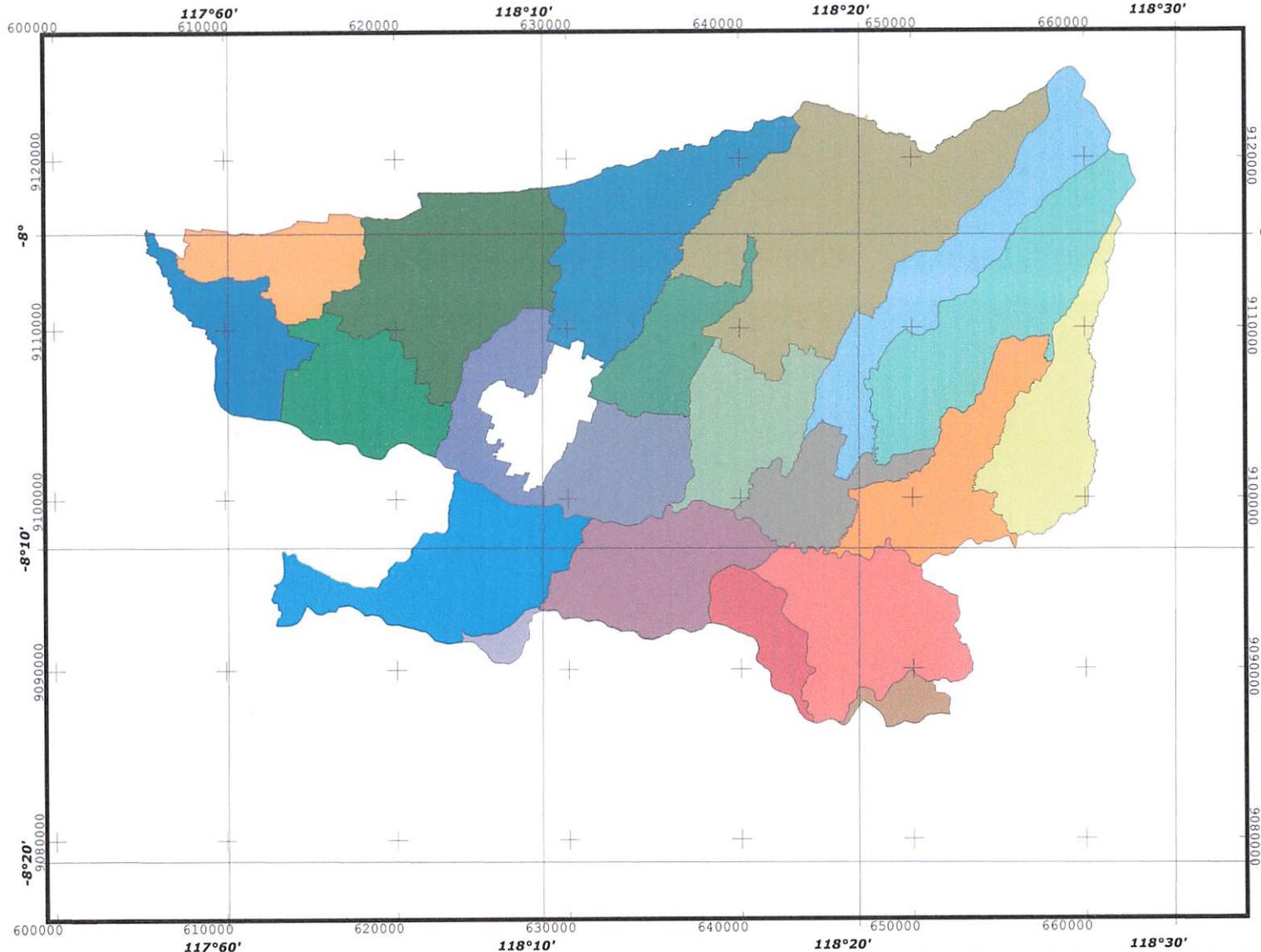
LEGENDA

LAND COVER 2002

-  HUTAN
-  PEMUKIMAN
-  PERAIRAN
-  PERKEBUNAN
-  PERTANIAN
-  TANAH KOSONG

SISTEM PROYEKSI : UTM
ELLIPSOID : WGS '84
ZONA : 49 S
SISTEM GRID : UTM dan GEODETIS

PETA ADMINISTRASI DAS BRANTAS KAB. BLITAR

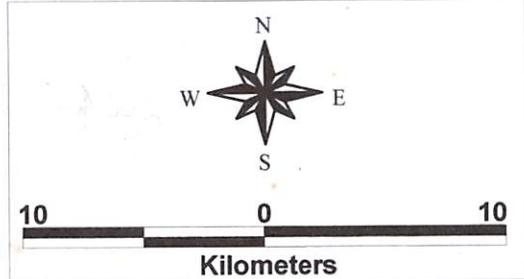
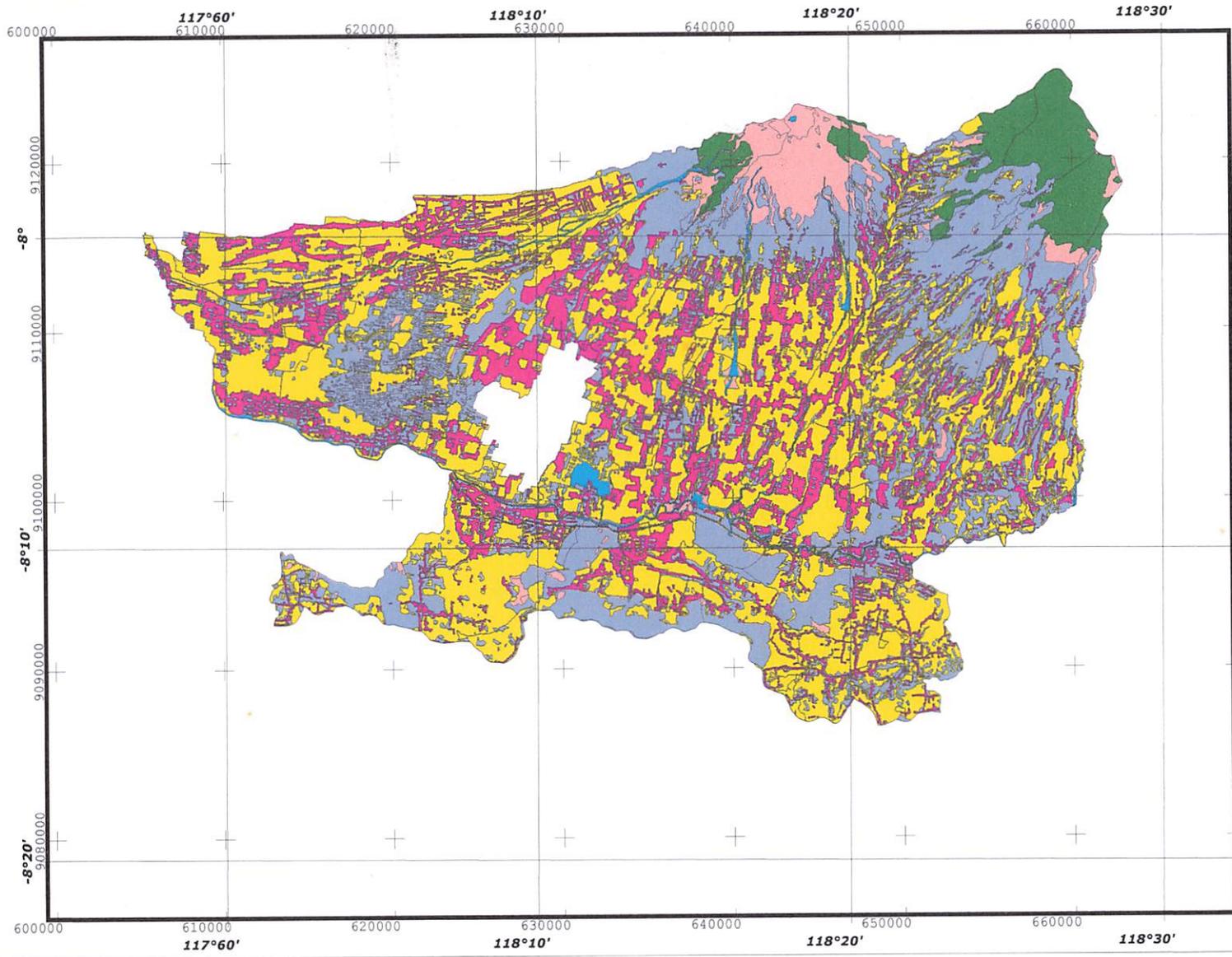


LEGENDA

- KEC. BLITAR
- BINANGUN
 - DOKO
 - GANDUSARI
 - GARUM
 - KADEMANGAN
 - KANIGORO
 - KESAMBEN
 - NGLEGOK
 - PANGGUNGREJO
 - PONGGOK
 - SANAN WETAN
 - SANAN KULON
 - SELOPURO
 - SELOREJO
 - SRENGAT
 - SUKOREJO
 - SUTOJAYAN
 - TALUN
 - UDANAWU
 - WATES
 - WLINGI
 - WONODADI
 - WONOTIRTO

SISTEM PROYEKSI : UTM
ELLIPSOID : WGS '84
ZONA : 49 S
SISTEM GRID : UTM dan GEODETIS

PETA HASIL PERUBAHAN LAHAN DAS BRANTAS KAB. BLITAR



LEGENDA

- LAND COVER**
- HUTAN
 - PEMUKIMAN
 - PERAIRAN
 - PERKEBUNAN
 - PERTANIAN
 - TANAH KOSONG

SISTEM PROYEKSI : UTM
ELLIPSOID : WGS '84
ZONA : 49 S
SISTEM GRID : UTM dan GEODETIS

```

#
# GCPs for dataset : D:\Dina\blitar.ers
#
# Total number of GCPs: 25
# Number turned on : 24
# Warp order : 1
# GCP CORRECTED map projection details:
# Map Projection : SUTM49
# Datum : WGS84
# Rotation : 0.000
#

```

#	Point	On Locked	Cell-X	Cell-Y	To-X	To-Y	To-Z
"1"	Yes	No	1786.000	2969.000	604177.2182000	9120721.0393000	0.00000
"2"	Yes	Yes	2239.038	4196.516	617804.4742000	9083804.8211000	0.00000
"3"	Yes	No	3576.025	3716.472	657986.9963000	9098161.0280000	0.00000
"4"	Yes	Yes	3352.586	2710.008	651286.0754000	9128369.5594000	0.00000
"5"	Yes	No	2721.056	3699.357	632285.7711000	9098694.7112000	0.00000
"6"	Yes	No	2965.000	3678.000	639648.7351000	9099322.9113000	0.00000
"7"	Yes	No	2781.000	3279.000	634104.3712000	9111343.9974000	0.00000
"8"	Yes	No	2085.000	3006.000	613163.5079000	9119546.9674000	0.00000
"9"	Yes	Yes	3216.000	4046.000	647190.2416000	9088278.1338000	0.00000
"10"	Yes	Yes	2046.000	3639.000	611997.6824000	9100568.6723000	0.00000
"11"	Yes	Yes	2166.998	3353.997	615650.4701000	9109116.5299000	0.00000
"12"	Yes	No	2465.000	3769.000	624612.9652000	9096640.1657000	0.00000
"13"	Yes	Yes	2478.007	3483.998	624999.5255000	9105196.3903000	0.00000
"14"	Yes	No	2930.765	3009.733	638617.4432000	9119390.3741000	0.00000
"15"	Yes	No	2563.850	3083.380	627549.4521000	9117192.4610000	0.00000
"16"	Yes	No	3084.763	3312.180	643233.1094000	9110340.4147000	0.00000
"17"	Yes	Yes	2829.933	3420.111	635580.7748000	9107086.1413000	0.00000
"18"	Yes	Yes	2989.705	4084.333	640391.8422000	9087130.1554000	0.00000
"19"	Yes	Yes	3263.890	3733.784	648623.4036000	9097644.2054000	0.00000
"20"	Yes	No	3412.011	3561.017	653065.4299000	9102836.7408000	0.00000
"21"	Yes	No	2063.471	3891.924	612498.4856000	9092982.4469000	0.00000
"22"	Yes	No	2651.045	4332.030	630197.2180000	9079697.7197000	0.00000
"23"	Yes	No	2720.010	4032.006	632289.5867000	9088730.9383000	0.00000
"24"	Yes	No	3114.580	4382.556	644123.3755000	9078157.4842000	0.00000
"25"	No	No	-1.000	-1.000	-1000000.0000000	-1000000.0000000	0.00000

```

# RMS error report:

```

```

# Warp Type - Polynomial

```

#	Point	Cell-X	Cell-Y	Cell-X	Cell-Y	RMS
#	"1"	1786.000	2969.000	1785.944	2968.233	0.7693
#	"2"	2239.038	4196.516	2238.970	4196.695	0.1913
#	"3"	3576.025	3716.472	3575.305	3715.928	0.9026
#	"4"	3352.586	2710.008	3352.587	2710.381	0.3730
#	"5"	2721.056	3699.357	2720.608	3699.871	0.6812

#	"6"	2965.000	3678.000	2965.468	3678.459	0.6553
#	"7"	2781.000	3279.000	2781.138	3278.507	0.5120
#	"8"	2085.000	3006.000	2084.779	3006.732	0.7642
#	"9"	3216.000	4046.000	3216.217	4045.765	0.3193
#	"10"	2046.000	3639.000	2045.933	3638.818	0.1939
#	"11"	2166.998	3353.997	2167.441	3353.917	0.4506
#	"12"	2465.000	3769.000	2465.440	3768.802	0.4822
#	"13"	2478.007	3483.998	2478.330	3483.840	0.3593
#	"14"	2930.765	3009.733	2931.253	3010.248	0.7098
#	"15"	2563.850	3083.380	2563.177	3084.181	1.0462
#	"16"	3084.763	3312.180	3084.711	3311.319	0.8628
#	"17"	2829.933	3420.111	2830.218	3420.202	0.2997
#	"18"	2989.705	4084.333	2990.130	4084.449	0.4405
#	"19"	3263.890	3733.784	3263.915	3733.764	0.0318
#	"20"	3412.011	3561.017	3411.656	3560.548	0.5885
#	"21"	2063.471	3891.924	2062.556	3891.419	1.0453
#	"22"	2651.045	4332.030	2651.076	4332.641	0.6121
#	"23"	2720.010	4032.006	2720.695	4031.680	0.7583
#	"24"	3114.580	4382.556	3114.186	4383.004	0.5967
#	"25"	-1.000	-1.000	0.000	0.000	0.0000 OFF
#						
#	Average RMS error : 0.569					
#	Total RMS error : 13.646					
#	Note: Total and average RMS errors do not include OFF points					
#	End of GCP details					

STATISTICS FOR DATASET: BLITAR.ERS

REGION: tanah kosong

	Band5 -----	Band4 -----	Band2 -----
Non-Null Cells	2226	2226	2226
Area In Hectares	200.340	200.340	200.340
Area In Acres	495.051	495.051	495.051
Minimum	14.000	17.000	31.000
Maximum	114.000	123.000	63.000
Mean	64.132	66.888	44.465
Median	66.000	67.000	44.000
Std. Dev.	19.878	22.948	5.387
Std. Dev. (n-1)	19.883	22.953	5.388
Corr. Eigenval.	2.602	0.322	0.076
Cov. Eigenval.	855.761	90.483	4.979

Correlation Matrix -----	Band5 -----	Band4 -----	Band2 -----
Band5	1.000	0.809	0.900
Band4	0.809	1.000	0.688
Band2	0.900	0.688	1.000
Determinant	0.064		

Corr. Eigenvectors -----	PC1 -----	PC2 -----	PC3 -----
Band5	0.603	0.161	-0.782
Band4	0.552	-0.791	0.263
Band2	0.576	0.590	0.566

Inv. of Corr. Ev. -----	PC1 -----	PC2 -----	PC3 -----
Band5	0.603	0.552	0.576
Band4	0.161	-0.791	0.590
Band2	-0.782	0.263	0.566

Covariance Matrix -----	Band5 -----	Band4 -----	Band2 -----
Band5	395.328	369.278	96.464
Band4	369.278	526.859	85.114
Band2	96.464	85.114	29.035
Determinant	385502.819		

Cov. Eigenvectors -----	PC1 -----	PC2 -----	PC3 -----
Band5	0.638	0.721	0.270
Band4	0.755	-0.655	-0.034
Band2	0.152	0.226	-0.962

Inv. of Cov. Ev. -----	PC1 -----	PC2 -----	PC3 -----
Band5	0.638	0.755	0.152
Band4	0.721	-0.655	0.226
Band2	0.270	-0.034	-0.962

REGION: hutan

	Band5	Band4	Band2
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	2896	2896	2896
Area In Hectares	260.640	260.640	260.640
Area In Acres	644.056	644.056	644.056
Minimum	12.000	18.000	30.000
Maximum	129.000	126.000	125.000
Mean	52.301	65.409	41.256
Median	48.000	60.000	39.000
Std. Dev.	17.203	20.559	7.398
Std. Dev. (n-1)	17.206	20.562	7.400
Corr. Eigenval.	2.710	0.263	0.027
Cov. Eigenval.	743.811	21.675	8.132

Correlation Matrix	Band5	Band4	Band2
-----	-----	-----	-----
Band5	1.000	0.969	0.822
Band4	0.969	1.000	0.770
Band2	0.822	0.770	1.000
Determinant	0.019		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band5	0.596	-0.293	-0.748
Band4	0.585	-0.479	0.654
Band2	0.550	0.827	0.114

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band5	0.596	0.585	0.550
Band4	-0.293	-0.479	0.827
Band2	-0.748	0.654	0.114

Covariance Matrix	Band5	Band4	Band2
-----	-----	-----	-----
Band5	296.050	342.794	104.679
Band4	342.794	422.815	117.139
Band2	104.679	117.139	54.753
Determinant	131108.108		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band5	0.625	0.215	-0.750
Band4	0.748	-0.439	0.497
Band2	0.222	0.873	0.435

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band5	0.625	0.748	0.222
Band4	0.215	-0.439	0.873
Band2	-0.750	0.497	0.435

REGION: bayangan awan

	Band5	Band4	Band2
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	358	358	358
Area In Hectares	32.220	32.220	32.220
Area In Acres	79.617	79.617	79.617
Minimum	17.000	22.000	39.000
Maximum	51.000	37.000	56.000
Mean	23.313	27.838	44.807
Median	23.000	28.000	44.000
Std. Dev.	4.222	2.921	3.432
Std. Dev. (n-1)	4.228	2.925	3.436
Corr. Eigenval.	2.188	0.531	0.281
Cov. Eigenval.	28.248	7.011	2.980

Correlation Matrix	Band5	Band4	Band2
-----	-----	-----	-----
Band5	1.000	0.711	0.497
Band4	0.711	1.000	0.566
Band2	0.497	0.566	1.000
Determinant	0.327		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band5	0.587	-0.493	-0.642
Band4	0.607	-0.256	0.752
Band2	0.535	0.831	-0.149

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band5	0.587	0.607	0.535
Band4	-0.493	-0.256	0.831
Band2	-0.642	0.752	-0.149

Covariance Matrix	Band5	Band4	Band2
-----	-----	-----	-----
Band5	17.874	8.796	7.223
Band4	8.796	8.556	5.691
Band2	7.223	5.691	11.809
Determinant	590.152		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band5	0.737	-0.540	-0.407
Band4	0.470	-0.024	0.883
Band2	0.486	0.841	-0.236

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band5	0.737	0.470	0.486
Band4	-0.540	-0.024	0.841
Band2	-0.407	0.883	-0.236

REGION: awan

	Band5	Band4	Band2
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	253	253	253
Area In Hectares	22.770	22.770	22.770
Area In Acres	56.266	56.266	56.266
Minimum	117.000	97.000	158.000
Maximum	255.000	240.000	255.000
Mean	219.166	161.735	246.731
Median	231.000	160.000	255.000
Std. Dev.	36.524	27.677	17.387
Std. Dev. (n-1)	36.596	27.732	17.422
Corr. Eigenval.	2.547	0.361	0.091
Cov. Eigenval.	2184.019	144.502	83.352

Correlation Matrix	Band5	Band4	Band2
-----	-----	-----	-----
Band5	1.000	0.894	0.761
Band4	0.894	1.000	0.660
Band2	0.761	0.660	1.000
Determinant	0.084		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band5	0.604	-0.217	-0.767
Band4	0.582	-0.538	0.610
Band2	0.545	0.815	0.198

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band5	0.604	0.582	0.545
Band4	-0.217	-0.538	0.815
Band2	-0.767	0.610	0.198

Covariance Matrix	Band5	Band4	Band2
-----	-----	-----	-----
Band5	1339.298	907.445	484.882
Band4	907.445	769.061	318.857
Band2	484.882	318.857	303.515
Determinant	26305529.281		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band5	0.773	0.137	-0.619
Band4	0.562	-0.602	0.568
Band2	0.295	0.787	0.542

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band5	0.773	0.562	0.295
Band4	0.137	-0.602	0.787
Band2	-0.619	0.568	0.542

REGION: perkebunan

	Band5	Band4	Band2
Non-Null Cells	6897	6897	6897
Area In Hectares	620.730	620.730	620.730
Area In Acres	1533.857	1533.857	1533.857
Minimum	32.000	44.000	40.000
Maximum	135.000	114.000	70.000
Mean	66.348	74.377	51.934
Median	67.000	72.000	52.000
Std. Dev.	11.184	12.169	3.693
Std. Dev. (n-1)	11.184	12.170	3.693
Corr. Eigenval.	1.748	0.991	0.261
Cov. Eigenval.	211.455	67.363	8.020

Correlation Matrix	Band5	Band4	Band2
Band5	1.000	0.536	0.515
Band4	0.536	1.000	0.009
Band2	0.515	0.009	1.000
Determinant	0.452		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band5	0.705	-0.000	-0.709
Band4	0.511	-0.693	0.508
Band2	0.492	0.721	0.488

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band5	0.705	0.511	0.492
Band4	-0.000	-0.693	0.721
Band2	-0.709	0.508	0.488

Covariance Matrix	Band5	Band4	Band2
Band5	125.092	72.935	21.279
Band4	72.935	148.109	0.389
Band2	21.279	0.389	13.637
Determinant	114241.709		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band5	0.654	-0.712	-0.255
Band4	0.753	0.645	0.130
Band2	0.072	-0.277	0.958

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band5	0.654	0.753	0.072
Band4	-0.712	0.645	-0.277
Band2	-0.255	0.130	0.958

REGION: pertanian

	Band5	Band4	Band2
Non-Null Cells	44061	44061	44061
Area In Hectares	3965.490	3965.490	3965.490
Area In Acres	9798.940	9798.940	9798.940
Minimum	15.000	22.000	44.000
Maximum	158.000	103.000	130.000
Mean	77.325	61.060	60.432
Median	78.000	62.000	59.000
Std. Dev.	16.423	9.227	7.369
Std. Dev. (n-1)	16.423	9.227	7.369
Corr. Eigenval.	1.549	1.155	0.295
Cov. Eigenval.	302.995	78.410	27.753

Correlation Matrix	Band5	Band4	Band2
Band5	1.000	0.509	0.353
Band4	0.509	1.000	-0.168
Band2	0.353	-0.168	1.000
Determinant	0.529		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band5	-0.744	-0.108	0.659
Band4	-0.599	0.544	-0.587
Band2	-0.295	-0.832	-0.470

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band5	-0.744	-0.599	-0.295
Band4	-0.108	0.544	-0.832
Band2	0.659	-0.587	-0.470

Covariance Matrix	Band5	Band4	Band2
Band5	269.715	77.071	42.667
Band4	77.071	85.137	-11.406
Band2	42.667	-11.406	54.306
Determinant	659355.653		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band5	0.935	-0.160	-0.316
Band4	0.323	0.752	0.575
Band2	0.146	-0.640	0.755

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band5	0.935	0.323	0.146
Band4	-0.160	0.752	-0.640
Band2	-0.316	0.575	0.755

REGION: pemukiman

	Band5	Band4	Band2
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	8489	8489	8489
Area In Hectares	764.010	764.010	764.010
Area In Acres	1887.910	1887.910	1887.910
Minimum	37.000	35.000	46.000
Maximum	240.000	95.000	132.000
Mean	71.367	56.295	58.493
Median	70.000	56.000	58.000
Std. Dev.	9.412	10.840	5.695
Std. Dev. (n-1)	9.413	10.841	5.696
Corr. Eigenval.	1.782	0.834	0.383
Cov. Eigenval.	141.038	80.585	16.940

Correlation Matrix	Band5	Band4	Band2
-----	-----	-----	-----
Band5	1.000	-0.173	0.417
Band4	-0.173	1.000	-0.553
Band2	0.417	-0.553	1.000
Determinant	0.570		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band5	0.480	0.807	-0.343
Band4	-0.575	0.585	0.572
Band2	0.662	-0.078	0.745

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band5	0.480	-0.575	0.662
Band4	0.807	0.585	-0.078
Band2	-0.343	0.572	0.745

Covariance Matrix	Band5	Band4	Band2
-----	-----	-----	-----
Band5	88.601	-17.682	22.343
Band4	-17.682	117.522	-34.169
Band2	22.343	-34.169	32.440
Determinant	192527.644		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band5	-0.430	0.875	-0.223
Band4	0.832	0.480	0.278
Band2	-0.350	0.066	0.934

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band5	-0.430	0.832	-0.350
Band4	0.875	0.480	0.066
Band2	-0.223	0.278	0.934

REGION: perairan

	Band5	Band4	Band2
Non-Null Cells	133	133	133
Area In Hectares	11.970	11.970	11.970
Area In Acres	29.579	29.579	29.579
Minimum	11.000	15.000	50.000
Maximum	56.000	46.000	81.000
Mean	18.662	21.459	67.083
Median	14.000	18.000	66.000
Std. Dev.	10.462	7.453	7.689
Std. Dev. (n-1)	10.502	7.481	7.718
Corr. Eigenval.	1.984	0.971	0.045
Cov. Eigenval.	164.852	57.585	3.373

Correlation Matrix	Band5	Band4	Band2
Band5	1.000	0.921	-0.298
Band4	0.921	1.000	-0.049
Band2	-0.298	-0.049	1.000
Determinant	0.087		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band5	-0.701	-0.041	-0.712
Band4	-0.669	-0.307	0.677
Band2	0.246	-0.951	-0.187

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band5	-0.701	-0.669	0.246
Band4	-0.041	-0.307	-0.951
Band2	-0.712	0.677	-0.187

Covariance Matrix	Band5	Band4	Band2
Band5	110.286	72.368	-24.192
Band4	72.368	55.962	-2.856
Band2	-24.192	-2.856	59.561
Determinant	32021.014		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band5	-0.813	-0.044	-0.580
Band4	-0.546	-0.288	0.787
Band2	0.202	-0.957	-0.210

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band5	-0.813	-0.546	0.202
Band4	-0.044	-0.288	-0.957
Band2	-0.580	0.787	-0.210

REGION: All

	Band5	Band4	Band2
	-----	-----	-----
Null Cells	1408307	1408307	1408307
Non-Null Cells	1985253	1985253	1985253
Area In Hectares	178672.770	178672.770	178672.770
Area In Acres	441510.063	441510.063	441510.063

Minimum	8.000	12.000	25.000
Maximum	255.000	240.000	255.000
Mean	68.648	66.975	56.040
Median	68.000	66.000	54.000
Std. Dev.	20.312	14.490	16.297
Std. Dev. (n-1)	20.312	14.490	16.297
Corr. Eigenval.	2.164	0.632	0.204
Cov. Eigenval.	676.641	146.925	64.551

Correlation Matrix	Band5	Band4	Band2
-----	-----	-----	-----
Band5	1.000	0.648	0.711
Band4	0.648	1.000	0.370
Band2	0.711	0.370	1.000
Determinant	0.279		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band5	0.637	0.050	-0.769
Band4	0.532	-0.751	0.391
Band2	0.558	0.658	0.505

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band5	0.637	0.532	0.558
Band4	0.050	-0.751	0.658
Band2	-0.769	0.391	0.505

Covariance Matrix	Band5	Band4	Band2
-----	-----	-----	-----
Band5	412.578	190.682	235.301
Band4	190.682	209.956	87.485
Band2	235.301	87.485	265.583
Determinant	6417358.038		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band5	0.754	-0.063	-0.654
Band4	0.405	-0.739	0.538
Band2	0.518	0.670	0.532

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band5	0.754	0.405	0.518
Band4	-0.063	-0.739	0.670
Band2	-0.654	0.538	0.532

