

**ESTIMASI TINGKAT KERAPATAN VEGETASI  
DENGAN CITRA LANDSAT 7 ETM**  
*(Lokasi : Kabupaten Ngawi)*



**TUGAS AKHIR**

**Bidang Keahlian :  
FOTOGRAMETRI DAN REMOTE SENSING**

**Disusun Oleh :  
WAHYU JATI TRIWIJANARKO  
01.25.011**

**JURUSAN TEKNIK GEODESI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
2006**

INSTITUT TEKNIK NEGERI SURABAYA  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
SURABAYA

REVISI

Disusun oleh:  
NAMA DAN NIMAT

Disusun oleh:  
WALUYA LIAWATI  
1902010100000000

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNIK NEGERI SURABAYA  
SURABAYA  
2000

**ESTIMASI TINGKAT KERAPATAN VEGETASI  
DENGAN CITRA LANDSAT 7 ETM**

*(Lokasi : Kabupaten Ngawi)*

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
dalam mencapai gelar sarjana S1 Teknik Geodesi**

**Oleh :**

**WAHYU JATI TRIWIJANARKO**

**01.25.011**

**Mengetahui**

**Dosen Pembimbing I**



**Ir. Pradono Johanes D. Deo, MSi**

**Dosen Pembimbing II**



**Ir. Leo Pantimena, MSc**



**Mengetahui**

**Ketua Jurusan Teknik Geodesi S1**



**M. Hery Purwanto, ST, MSc**


25/9/08

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 S1 Teknik Geodesi.

Pada hari/tanggal : Jumat, 18 Agustus 2006

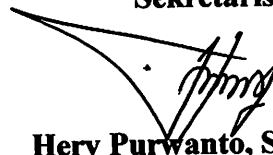
**Panitia Ujian Tugas Akhir**

**Ketua**



**Ir. Agustina Nurul Hidayati, MTP**  
**Dekan F.T.S.P**

**Sekretaris**



**Hery Purwanto, ST, MSc**  
**Ketua Jurusan Teknik Geodesi S1**

25/9 '06

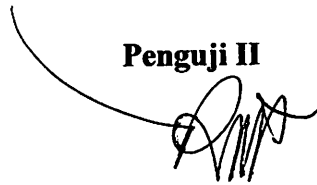
**Anggota Penguji**

**Penguji I**



**Ir. Leo Pantimena, MSc**

**Penguji II**



**Ir. Rinto Sasongko, MT**

**Penguji III**



**Ir. Jasmani, MKom**



## LEMBAR PERSEMBAHAN

*Senang bisa bersama kalian selama 5½ tahun, banyak hal yang kita lakukan. Senang, sedih, tertawa, bercanda, bingung, pusing dan banyak hal yang membuat hari-hari kita menjadi indah. Masih dapat ku ingat saat-saat itu,*



2001



2002

*ketika kita harus mandi lumpur bersama, lembur menggambar bermeter-meter panjangnya untuk IUT 2, harus berpanas-panas dikampus 2 sambil narik meteran, jadi kakak tingkat yang sok galak demi sebuah pengakuan atau*

*mungkin sebagai pembalasan (hehehe), empat hari yang tak terlupakan di Sendangbiru, hingga yang terakhir sebulan di Kepanjen yang menjadi rumah kedua dimalang. Kedung Kepanjen Penarukan/Extrim dan Cokofilo.*



2003



2004

*Kita tsam work yang solid walaupun terkadang ada perpecahan, ketidaksenangan, salah paham, benci tapi kita mampu melawati itu semua. Teman terimakasih atas segala bantuan yang telah kalian berikan.*

*Dhaduk-ex, Moko-ex, Mada, Taufan, Sukron/Nuno, Yasin/Obek, Asni, Desi,*

*Wawan/AwenK, Deni/BoHo, Dani, Winda-ex, Novi, Tyas, Danang, Santi, Dodik/Dodot, Andi, Ilyas, Daniel, Theo/Uto, Jhosua, Maman, Imam, Rolina, Amin/Emo, Tini, Ivan-ex, Seno-ex, Amin/Tuban-ex, Diana/Wewek-ex, Rizky/Romo, Azis, Farhan, Rosihan, Irwanto/Wero, Christin, Ifa, Yani,*



2005



2006

*Arip/Reptil-ex, Ugik, Nita, Reza-ex, Mahyudin, Arip/Sinyo, Yere, Amir, Samsul/Timboel-ex, Lanang, Ronald-alm. Terimakasih buat kalian semua, kalian adalah teman terbaik yang tak terlupakan.*

*Berjuang terus teman, Geo... geo... uh..!*



## KATA PENGANTAR

Sujud dan puji syukur kehadirat Allah S.W.T., yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya terhadap diri penulis berupa semangat dan kemampuan serta kemudahan selama perjuangan menempuh penelitian hingga sampai pada menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.

Penulisan hasil penelitian ini disajikan untuk melakukan “*Estimasi Kerpatan Vegetasi dengan Citra Landsat 7 ETM*” untuk wilayah kabupaten Ngawi.

Dalam penelitian sampai pada penulisan Tugas Akhir ini, penulis banyak sekali mendapat bantuan moral dan moril dari berbagai pihak serta do’a yang dengan tulus dan ikhlas diberikan oleh saudara-saudaraku semua demi terselesainya Tugas Akhir ini, untuk itu penulis ingin sekali mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Bapak Hery Purwanto, ST, MSc, selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi.
2. Bapak Ir. Pradono Johannes D. Deo, Msi, selaku dosen pembimbing I sekaligus bantuan-batuannya mulai penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian sampai penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. Leo Pantimena, MSc, selaku dosen pembimbing II atas bimbingan dan bantuannya selama penelitian dan pengolahan data.
4. Bapak Ir. Sarpan Trijoko (pemberi saran-saran), Pak Sigit, Pak Suryono, Pak Senen, Pak Idi, Mbak Kumala atas data dan informasinya dari Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BP DAS) Surakarta.
5. Mas Roni, Mas Dedi, Tante Susan, Pak Wiweka yang telah memberikan bantuan selama mengerjakan tugas akhir ini, mulai dari pengumpulan data, pengolahan sampai penulisan.

6. Ibu dan Bapak tercinta dirumah yang selalu memberikan bantuan dorongan semangat dan doa serta bantuan moril (dana) yang tiada ternilai harganya. Tatatu yang selalu memberi semangat dan doa sampai bisa terselesaikannya tugas kuliah saya selama di Kampus ITN Malang.
7. Keluarga di Ngawi dan Ngerambe yang selalu memberikan nasehat, motivasi dan doa selama saya kuliah di ITN Malang.
8. Bapak Ir. Christian T. Siahaan selaku dosen wali atas segala bimbingan, saran dan nasehatnya selama saya menempuh pendidikan di ITN Malang.
9. Dan teman-teman Geodesi dari kakak tingkat, teman satu angkatan dan adik tingkat yang telah membantu baik dengan tenaga maupun doa sehingga dapat terselesaikannya Tugas Akhir ini.
10. Teman-teman di Sigubaone Awenk, Boho, Anis, Gandes, Daman, Bosky, Tole, Ipo, Beckham, Awan, Helmi, Rendi dan teman-teaman lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terimakasih atas bantuannya dalam bentuk apapun.

Penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini, masih banyak kekurangan. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk mahasiswa Geodesi pada khususnya dan seluruh mahasiswa ITN Malang dan masyarakat pada umumnya.

Malang, September 2006

Penulis

## DAFTAR ISI

Lembar Judul .....	i
Lembar Pengesahan I .....	ii
Lembar Pengesahan II .....	iii
Lembar Persembahan .....	iv
Kata Pengantar .....	vi
Daftar Isi .....	viii
Daftar Gambar .....	x
Daftar Tabel .....	xii

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Sasaran Penelitian .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
1.6. Tinjauan Pustaka .....	3
1.7. Metode Penulisan .....	5
1.7.1. Studi Literatur .....	5
1.7.2. Proses Laboratorium .....	5
1.7.3. Cek Lapangan .....	5

### **BAB II DASAR TEORI**

2.1. Pengertian Penginderaan Jauh .....	6
2.1.1. Komponen Penginderaan Jauh .....	8
2.2. Estimasi Tingkat Kerapatan Vegetasi .....	11
2.3. Klasifikasi Vegetasi Berdasarkan NDVI .....	13
2.4. Sistem Citra Landsat Enhanced Thematic Mapper .....	14
2.5. Sistem Pengolahan dan Analisa Data Citra Digital .....	15
2.5.1. Konsep Resolusi .....	16
2.5.2. Konsep Pengolahan dari Domain Spektral ke Domain Spasial .....	18
2.5.3. Konsep Restorasi Citra .....	19

2.5.4. Uji Ketelitian .....	33
2.6. Aplikasi Pengolahan Data Citra .....	34

### **BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN**

3.1. Materi dan Alat Penelitian .....	38
3.2. Diagram Alir Penelitian .....	39
3.3. Daerah Studi Kasus .....	42
3.4. Pengolahan Data Citra Tingkat Kerapatan Vegetasi .....	43
3.4.1. Menampilkan Citra .....	44
3.4.2. Import Data Vektor .....	45
3.4.3. Menampilkan Data Vektor .....	46
3.4.4. Pembuatan Citra Komposit .....	47
3.4.5. Koreksi Geometri .....	48
3.4.6. Cropping Citra Landsat ETM .....	49
3.4.7. Proses Klasifikasi Citra .....	51
3.4.8. Menghitung Luasan dari Setiap Kelas .....	60
3.4.9. Anotasi/Komposisi Peta .....	61

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

4.1. Analisa Pengolahan Citra Komposit .....	65
4.2. Analisa Koreksi Geometrik .....	66
4.3. Overlay Citra dengan Peta .....	70
4.4. Analisa Cropping Citra Landsat ETM .....	71
4.5. Analisa Transformasi NDVI .....	72
4.6. Analisa Klasifikasi Tingkat Kerapatan Vegetasi .....	73

### **BAB V PENUTUP**

5.1. Kesimpulan .....	91
5.2. Saran .....	92

Daftar Pustaka .....	xiii
----------------------	------

Lampiran

## DAFTAR GAMBAR

### BAB II

Gambar 2.1. Diagram Blok Sistem Penginderaan Jauh Satelit .....	7
Gambar 2.2 Interaksi Komponen Penginderaan Jauh .....	10
Gambar 2.3 Garis Vegetasi dan Garis Tanah .....	13
Gambar 2.4 Ukuran Minimum Obyek Minimum (3x3 piksel) untuk .....	17
Dapat Dipersentasikan Oleh Suatu Piksel Murni (Pure Pixel)	
Gambar 2.5 Georeferensi adalah Transformasi Antara Ruang .....	20
Citra Keruangan Koordinat Geogreferensi	
Gambar 2.6 Terminologi Koreksi Geometri .....	24
Gambar 2.7 Diagram Alur Koreksi Sistematis .....	26
Gambar 2.8 Diagram Alur Koreksi Non-Sistematis.....	26
Gambar 2.9 Diagram Alur Metode Kombinasi .....	27
Gambar 2.10 Transformasi Antara Ruang Citra ke .....	29
Ruang Koordinat Geografi	
Gambar 2.11 Distribusi GCPs pada u,v .....	30
Gambar 2.12 Koreksi Radiometri dengan PenyusunanHistogram .....	33
Gambar 2.13 Proses Pengolahan Data Citra Secara Tradisional .....	36
Gambar 2.14 Proses Pengolahan Data Citra Menggunakan ER Mapper .....	37

### BAB III

Gambar 3.1. Tampilan Menu Er Mapper .....	43
Gambar 3.2. Tampilan Menu Algorithm .....	44
Gambar 3.3. Tampilan Citra .....	44
Gambar 3.4. Kotak Dialog Import Vector and GIS Format .....	45
Gambar 3.5. Kotak Dialog Import Autocad_DXF .....	46
Gambar 3.6. Tampilan Data Vektor Sungai dan Jalan Hasil Import .....	46
Gambar 3.7. Citra Hasil Kombinasi .....	47
Gambar 3.8. GCP Setup .....	48
Gambar 3.9. Proses Koreksi Geometri .....	49
Gambar 3.10. Tampilan Menu Formula .....	51
Gambar 3.11. Citra Hasil Cropping .....	52

Gambar 3.12. Tampilan Logika Proses Transformasi NDVI .....	52
Gambar 3.13. Tampilan Edit Transform Limit Hasil Transformasi NDVI .....	53
Gambar 3.14. Citra Hasil Transformasi NDVI .....	53
Gambar 3.15. Tampilan Proses Klasifikasi dengan .....	54
Metode Unsupervised Classification	
Gambar 3.16. Tampilan kotak Algorithm dengan Class Display Layer .....	54
Gambar 3.17. Tampilan Kotak Edit Class/Region Color and Name .....	55
Gambar 3.18. Citra Hasil Klasifikasi Tak Terbimbing .....	55
Gambar 3.19. Tampilan New Map Composition .....	57
Gambar 3.20. Tampilan Kotak Map Composition Attribute .....	57
Gambar 3.21. Tampilan Calculate Statistic .....	58
Gambar 3.22. Tampilan Box Supervised .....	58
Gambar 3.23. Tampilan Class Display Layer pada Box Algorithm .....	59
Gambar 3.24. Tampilan Kotak Edit Class/Region Details .....	59
Gambar 3.25. Citra Hasil Klasifikasi Terbimbing .....	60
Gambar 3.26. Tampilan Proses Menghitung Luasan .....	60
Gambar 3.27. Tampilan Box Page Setup .....	61
Gambar 3.28. Tampilan Add Vector Layer .....	62
Gambar 3.29. Tampilan : (a) Tools, (b) Map Object Select .....	63
Gambar 3.30. Tampilan Box Map Object Attributes .....	63
Gambar 3.31. Tampilan Citra Klasifikasi Tingkat Kerapatan Vegetasi .....	64
<b>BAB IV</b>	
Gambar 4.1. Citra Landsat 7 ETM Dengan Kombinasi 542 .....	65
Gambar 4.2. Tampilan Hasil Koreksi Geometrik .....	66
Gambar 4.3. Tampilan Hasil Overlay Citra-Peta .....	70
Gambar 4.4. Tampilan Cropping Citra dengan Peta .....	71
Gambar 4.5. Tampilan Citra Hasil Transformasi NDVI .....	72
Gambar 4.6. Tampilan Hasil Klasifikasi Tingkat Kerapatan Vegetasi .....	73
Gambar 4.7. Titik-Titik Cek Lapangan .....	76
Gambar 4.8. Citra Hasil Klasifikasi Terbimbing .....	87
Gambar 4.9. Tampilan Hasil Anotasi Peta Citra Klasifikasi .....	90
Tingkat Kerapatan vegetasi	



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Saluran Spektral yang Terdapat pada Landsat7-ETM .....	15
Tabel 2.2. Rumus Transformasi .....	30
Tabel 2.3. Matrik Uji Ketelitian hasil Interpretasi dan Pemetaan .....	34
Tabel 4.1. Kedudukan Titik Sekutu .....	66
Tabel 4.2. Data Hasil Koreksi Geometrik .....	67
Tabel 4.3. Data Nilai Luasan Tiap Kelas .....	74
Tabel 4.4. Perbedaan antara Hasil Klasifikasi dengan Lapangan .....	86
Tabel 4.5. Matriks Uji Ketelitian .....	86
Tabel 4.6. Luasan, Kisaran Pixel dan Prosentase Tiap Kelas Vegetasi .....	88

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pemanfaatan data satelit indraja untuk identifikasi, deteksi, inventarisasi dan pemantauan sumber daya alam dan lingkungan berkembang sejalan dengan perkembangan teknologi analisis citra digital. Inventarisasi sumber daya alam seperti vegetasi diperoleh berdasarkan nilai spektral atau pantulan dari warna obyek-obyek vegetasi.

Perolehan informasi kondisi vegetasi dengan menggunakan citra Landsat 7 ETM (*Enhanced Thematic Mapper*) yang ada sekarang memiliki keuntungan (1) daerah cakupannya luas; (2) resolusi temporalnya tinggi karena datanya dapat diperoleh setiap 16 hari, sehingga dapat digunakan untuk monitoring; (3) perolehan datanya cepat, karena berupa data digital, pengolahan informasi secara cepat dengan komputer digital adalah memungkinkan; (4) dengan adanya fasilitas remote sensing atau penginderaan jauh misalnya berupa citra Landsat 7 ETM yang sudah ada di Indonesia, dipandang relatif ekonomis.

Salah satu aplikasi dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh yaitu dengan mengestimasi kerapatan vegetasi, dimana dari citra satelit yang ada dapat dilihat secara cepat dan cukup tepat keadaan kerapatan vegetasinya. Untuk mengetahui kerapatan vegetasi dengan estimasi menggunakan citra Landsat7-ETM berdasarkan NDVI (*Normalized Different Vegetation Index*).

Estimasi tingkat kerapatan vegetasi dapat dilakukan melalui hasil transformasi NDVI berupa nilai index vegetasi yang informasinya dapat diekstarksi

dari data citra Landsat7-ETM. Untuk skala lokal dapat dilakukan dengan data citra Landsat-ETM7, sedangkan untuk skala regional biasa dipergunakan citra NOAA AVHARR.

Penginderaan jauh adalah pengambilan informasi atau pengamatan suatu obyek dengan menggunakan suatu kamera pengindra (*sensor device*) yang dipasang di pesawat terbang atau satelit pemantau. Sebagai teknik mengidentifikasi suatu obyek dari jarak jauh tanpa melakukan kontak secara langsung dengan obyek tersebut. Sistem penginderaan jauh satelit secara umum terdiri dari obyek permukaan bumi yang diindera atau diamati dengan sensor pengamat yang deletakkan pada wahana satelit yang bergerak pada orbitnya dengan pengamatan yang berulang dan liputan yang luas. Hasil pengukuran oleh sensor, dari satelit dipancarkan ke stasiun bumi penerima untuk direkam dan dilakukan pengolahan awal pada fasilitas pengolahan data. Koreksi-koreksi terhadap distorsi besaran radiometrik dan geometrik secara sistematis dilakukan pada fasilitas pengolahan data menghasilkan data bentuk-bentuk standar, sehingga dapat dilakukan pengolahan-pengolahan lanjutan seperti koreksi radiometrik dan koreksi geometrik.

## **1.2. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Melakukan klasifikasi Tingkat Kerapatan Vegetasi dengan citra Landsat7-ETM berdasarkan hasil transformasi NDVI berupa nilai "*index vegetasi*".
2. Menghitung prosentase kerapatan vegetasi masing-masing index vegetasi.

### **1.3. Batasan Masalah**

Pada penelitian ini dibatasi pada penentuan luasan tingkat kerapatan vegetasi pada masing-masing kelas dengan menggunakan citra Landsat 7 ETM berdasarkan nilai NDVI (*Normalized Different Vegetation Index*).

### **1.4. Sasaran Penelitian**

Sasaran dari penelitian ini adalah untuk menyediakan informasi tentang tingkat kerapatan vegetasi di Kecamatan Ngawi, Kecamatan Paron, Kecamatan Pitu, Kecamatan Kedunggalar dan Kecamatan Widodaren, Kabupaten Ngawi berdasarkan NDVI dengan menggunakan citra Landsat 7 ETM.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Menampilkan informasi tentang kerapatan vegetasi, sehingga dapat dilakukan perencanaan pengaturan dan pengendalian lingkungan vegetasi.
2. Mampu melakukan eksplorasi sumber daya alam berupa reboisasi dan penghijauan.

### **1.6. Tinjauan Pustaka**

Penginderaan jauh adalah teknologi untuk mengetahui atau observasi mengenai informasi suatu obyek tanpa kontak langsung dengan obyek tersebut. (Widagdo,1999).

Konsep teknologi indraja merupakan perpaduan atas empat hal yang terdiri atas gelombang elektromagnetik, interaksi gelombang dengan sensor, teknologi pengolahan data dan penggunaan data. (Widagdo,1999).

Pemantauan tingkat kerapatan vegetasi dapat dilakukan melalui transformasi nilai index vegetasi yang informasinya dapat diekstraksi dari data remote sensing. **(Dony Kushardono,1989).**

Inventarisasi sumber daya alam dan lingkungan merupakan perolehan informasi spasial sumber daya alam berdasarkan hasil identifikasi obyek-obyek permukaan bumi. **(Gokmaria Sitanggang,2000).**

Penginderaan jauh merupakan ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu obyek, daerah atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah atau fenomena yang dikaji. **(Lillesand dan Kiefer,1979).**

Pemantauan tingkat kerapatan vegetasi dapat dilakukan dan dikorelasikan dengan data NDVI (*Normalized Different Vegetation Index*). **(Matson dan Stephen,1989).**

Jenis dan pola vegetasi merupakan sumber daya rekreasi, visual dan ekologi yang penting. Jenis vegetasi setempat berkaitan erat dengan tanah, demikian pula terhadap mikro iklim, hidrologi dan topografi. Komponen ini berpengaruh terhadap penentuan lokasi dari sebagian besar fungsi yang bersifat alami. **(Joseph De Chaira Lee E. Kopplemen,1994).**

Fungsi vegetasi sebagai pengendali erosi, dimana akar tanaman akan mengikat tanah sehingga tanah menjadi kokoh dan tahan terhadap pukulan air, hujan dan tiupan angin. Juga akan menahan air hujan yang jatuh secara tidak langsung ke arah tanah. **(Agus Wicaksono,1995).**

## **1.7. Metodologi Penelitian**

Pada penelitian ini menggunakan tiga metodologi penelitian, yaitu :

### **1.7.1. Studi Literatur**

Pada metode studi literatur ini dipelajari teori-teori mengenai pengolahan citra digital, perhitungan NDVI vegetasi, serta index vegetasi, fungsi vegetasi, kelas vegetasi, dan cara menjalankan software ER Mapper 6.4 dengan maksud untuk diterapkan dalam perencanaan tahap-tahap pekerjaan penelitian dan pemilihan metode pengolahan yang tepat dan praktis.

### **1.7.2. Proses Laboratorium**

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

### **1.7.3. Cek Lapangan**

Cek lapangan atau survey lapangan dilakukan untuk membandingkan hasil pengolahan data citra dengan data *Ground Truth* (penelusuran lapangan) apakah kedua data tersebut mempunyai kesesuaian. Dalam hal ini peneliti mengecek langsung kelapangan apakah kondisi dalam suatu wilayah benar-benar mempunyai vegetasi rendah, vegetasi sedang atau vegetasi lebat sebagaimana sesuai dengan data yang ada pada peta citra klasifikasi tingkat kerapatan vegetasi.

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1. Pengertian Penginderaan Jauh**

Penginderaan Jauh (Inderaja) secara umum didefinisikan sebagai salah satu teknik mengidentifikasi suatu obyek dari jarak jauh tanpa melakukan kontak secara langsung dengan obyek tersebut. Caranya adalah dengan mendeteksi gelombang elektromagnetik yang datang dari obyek tersebut, baik yang dipantulkan, diemisikan maupun dihamburkan balik.

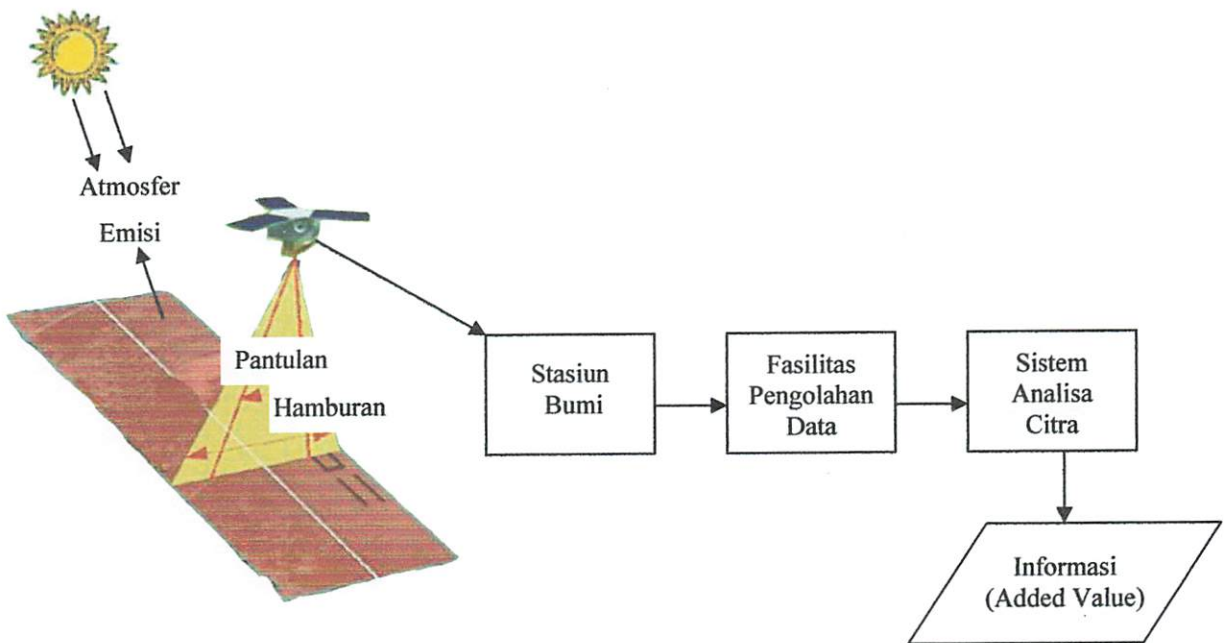
Cahaya seperti misalnya cahaya matahari adalah sumber energi elektromagnetik. Cahaya tampak adalah komponen-komponen kanal spektral gelombang elektromagnetik, terdiri dari biru, hijau dan merah. Kanal spektral gelombang elektromagnetik yang lainnya adalah infra merah pantulan (infra merah dekat, infra merah menengah dan infra merah jauh), infra merah termal, ultraviolet, maupun kanal spektral microwave.

Maka kita dapat mengidentifikasi suatu obyek karena adanya cahaya matahari yang dipantulkan oleh obyek tersebut yang terkumpul pada lensa mata kita, pada daerah spektral cahaya tampak adalah contoh teknik penginderaan jauh yang alami.

Teknologi penginderaan jauh satelit yaitu teknologi untuk memperoleh informasi permukaan bumi menggunakan sensor pengamat pada wahana satelit menjadi pertimbangan-pertimbangan yang sangat penting untuk dapat mengaplikasikan teknologi tersebut dengan hasil yang akurat dan efektif.

Sistem penginderaan jauh satelit secara umum terdiri dari obyek pada permukaan bumi yang diindera atau diamati menggunakan sensor pengamat yang

diletakkan pada wahana satelit yang bergerak pada orbitnya dengan pengamatan yang berulang dan liputan yang luas. Hasil pengukuran oleh sensor dari satelit dipancarkan dari stasiun bumi penerima untuk direkam dan dilakukan pengolahan awal pada fasilitas pengolahan data. Koreksi-koreksi terhadap distorsi besaran radiometrik dan geometrik secara sistematis dilakukan pada Fasilitas Pengolahan Data menghasilkan data bentuk-bentuk standard, sehingga dapat dilakukan pengolahan-pengolahan lanjut seperti koreksi radiometrik dan geometrik yang bersifat khusus, penajaman citra, registrasi citra, rektifikasi citra. Penampilan citra



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

untuk dapat diidentifikasi, dipelajari atau dianalisa secara digital, misalnya : proses klasifikasi secara visual, interpretasi visual maupun berdasarkan persamaan rumus pada sistem analisis citra untuk memperoleh informasi permukaan bumi.

Informasi permukaan bumi yang dapat langsung diidentifikasi atau diamati dari data citra hasil pengukuran sensor, adalah berupa parameter-parameter fisik,



yaitu seperti identifikasi (kenampakan) jenis penutupan lahan obyek perkotaan, pemukiman, jalan raya, sungai, laut, tepi pantai dan sebagainya dimana secara umum dapat diartikan data indraja dapat diaplikasikan untuk identifikasi atau deteksi, inventarisasi dan pemantauan sumber daya alam dan lingkungan.

### **2.1.1. Komponen Penginderaan Jauh**

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

#### **1. Sumber Tenaga**

Seluruh sistem penginderaan jauh menerima tenaga yang dipantulkan dan atau yang dipancarkan dari obyek dipermukaan bumi. Seperti yang telah dibicarakan bahwa distribusi spektral tenaga pantulan sinar matahari dan tenaga pancaran dari benda misalnya, sifat jauh dan seragam. Tingkat tenaga matahari bervariasi menurut waktu, tempat dan material yang berada dipermukaan bumi memancarkan tenaga yang berbeda efesiennya. Sementara kita dapat mengatur sumber tenaga untuk sistem aktif, sumber tenaga yang digunakan pada sistem nyata pada umumnya tidak seragam dalam kaitannya dengan panjang gelombang dan karakteristiknya bervariasi menurut waktu dan tempat. Sebagai akibatnya, biasanya harus melakukan kalibrasi bagi sumber tenaga pada setiap penginderaan jauh atau menyesuaikan dengan satuan tenaga relatif yang diindera pada setiap waktu.

#### **2. Atmosfer**

Atmosfer membatasi bagian spektrum elektromagnetik yang dapat digunakan dalam penginderaan jauh. Pengaruh atmosfer merupakan fungsi panjang gelombang, pengaruhnya bersifat selektif. Karena pengaruh yang selektif inilah

maka timbul istilah jendela atmosfer yaitu bagian dari spektrum elektromagnetik yang mencapai bumi. Dalam jendela atmosfer ada hambatan atmosfer yaitu kendala yang disebabkan oleh hamburan pada spektrum tampak dan serapan yang terjadi pada spektrum infra merah termal.

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

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

### **4. Sensor**

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

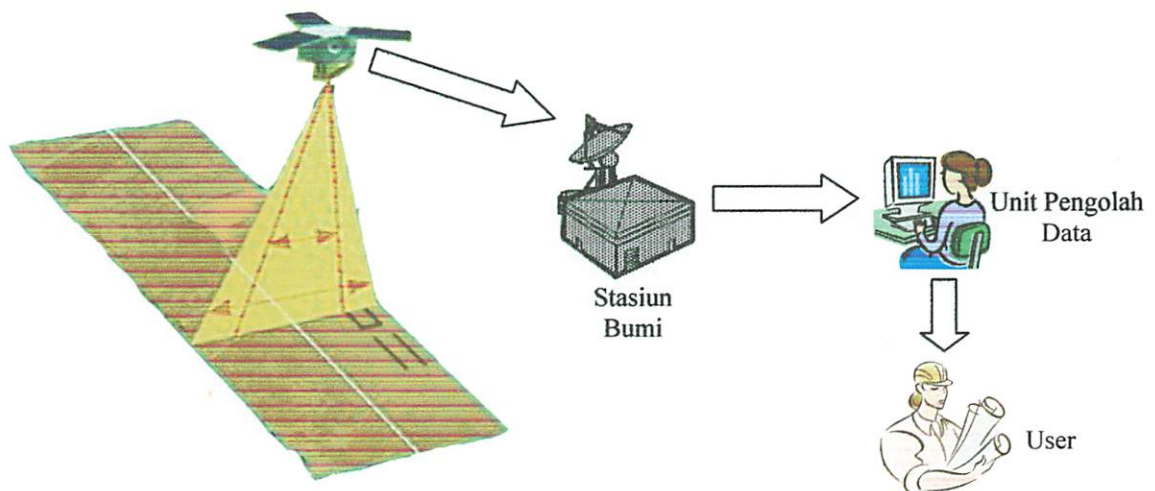
yang memerlukan banyak pemikiran, instrumentasi, waktu, pengalaman dan data rujukan. Sedangkan banyak penanganan data dapat dilakukan dengan mesin (komputer dan alat mekanik atau elektronik yang lain), peranan manusia dalam pengolahan data akan terus berlanjut sebagai hal yang penting pada terapan yang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

## 5. Perolehan Data

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

## 6. Berbagai Penggunaan Data

Kunci keberhasilan terapan suatu sistem penginderaan jauh terletak pada manusia (kelompok manusia) yang menggunakan data penginderaan jauh sistem tersebut. "Data" yang dihasilkan penginderaan jauh hanya akan menghasilkan "informasi" bila seseorang memahami asal-usulnya, mengerti bagaimana cara



**Gambar 2.2** Interaksi Komponen Penginderaan Jauh

menggunakan yang paling tepat. Pemahaman menyeluruh terhadap masalah yang dihadapi penting sekali untuk terapan yang produktif metodologi penginderaan jauh. Juga tidak ada satu kombinasi pengumpulan data dan analisis data penginderaan jauh saja yang akan dapat memuaskan kebutuhan pengguna data.

## **2.2. Estimasi Tingkat Kerapatan Vegetasi**

Estimasi tingkat kerapatan vegetasi adalah perkiraan atau penilaian tingkat kerapatan vegetasi berdasarkan hasil transformasi rumus NDVI berupa index vegetasi. Pada hakekatnya NDVI didasarkan pada prinsip pemantulan oleh daun atau efek pigmentasi dan kandungan air (*moisture*) pada permukaan daun serta efek kandungan air tanah.

Energi radiasi surya yang mengenai permukaan daun tanaman, sebagian diserap, sebagian dipantulkan dan sebagian diteruskan lagi menembus bagian jaringan tanaman. Proses penyerapan energi radiasi surya oleh daun tanaman terjadi karena adanya beberapa jenis pigmen antara lain chlorophyl berwarna hijau muda yang aktif menyerap spektrum cahaya merah (0,6  $\mu\text{m}$  s/d 0,7  $\mu\text{m}$ ). Sedangkan chlorophyl berwarna hijau muda aktif menyerap spektrum cahaya biru (0,4 $\mu\text{m}$  s/d 0,5 $\mu\text{m}$ ). Landsat 7 ETM mempunyai kemampuan untuk mengukur respon tanaman terhadap energi radiasi surya yang sampai kepermukaan daun tanaman, yaitu melalui kanal 4 dan kanal 3. Kanal 3 bekerja pada panjang gelombang antara 0,63 – 0,69  $\mu\text{m}$  dan kanal 4 bekerja pada panjang gelombang 0,76 - 0,90  $\mu\text{m}$ . Pada mulanya, index vegetasi dikembangkan terutama berdasarkan pada *feature space* tiga saluran : hijau, merah, dan infra merah dekat. Ketiga saluran ini cukup representatif dalam menyajikan fenomena vegetasi, sebelum saluran infra merah tengah digunakan

secara luas. *Feature Space* yang dibentuk oleh saluran infra merah dengan saluran merah menghasilkan sebaran yang lebih lebar.

Vegetasi sangat rapat dengan struktur daun atau percabangan yang berbeda, bila diplot ternyata menempati garis imajiner antara tanah gelap – vegetas, garis inilah yang disebut dengan garis vegetasi. Disisi lain, garis imajiner antara tanah gelap – tanah cerah ternyata ditempati oleh piksel-piksel tanah dengan rona dan kelembapan yang berbeda, garis inilah yang disebut dengan garis tanah. Vegetasi dengan kerapatan bervariasi ternyata terletak diantara kedua garis ini. Piksel-piksel air jernih dan dangkal terletak disebelah kanan garis tanah.

NDVI (*Normakized Different Vegetation Index*) adalah sebuah manipulasi matematik sederhana dengan menggunakan parameter pancaran gelombang merah (sinar tampak) kanal 3 dan kanal 4 pada citra Landsat-TM, kanal 1 dan gelombang infra merah dekat kanal 2 pada sensor AVHRR satelit NOAA. Kanal 2 dan 3 pada satelit SPOT dan merupakan salah satu transformasi index vegetasi dengan kombinasi antara teknik penisbian dengan teknik pengurangan citra. Berbagai penelitian mengenai perubahan liputan vegetasi di benua Afrika menggunakan transformasi ini, dengan model matematika sebagai berikut :

$$NDVI = \frac{Kanal4 - Kanal3}{Kanal4 + Kanal3} \text{ untuk Landsat-TM ..... (1)}$$

$$= \frac{Kanal2 - Kanal1}{Kanal2 + Kanal1} \text{ untuk NOAA AVHRR .....(2)}$$

$$= \frac{Kanal3 - Kanal2}{Kanal3 + Kanal2} \text{ untuk SPOT .....(3)}$$

Hasil transformasi NDVI pada citra Landsat TM dapat ditransformasikan kedalam Nilai Digital (*integer*) dengan formula sebagai berikut :

$$ND = \frac{B4 - B3}{B4 + B3} * 100 + 100 \dots\dots\dots (4)$$

dimana : B4 = Band 4, infra merah dekat dengan panjang gelombang 0.755 μm – 0.9005 μm

B3 = Band 3, merah dengan panjang gelombang 0.630 μm – 0.6905 μm

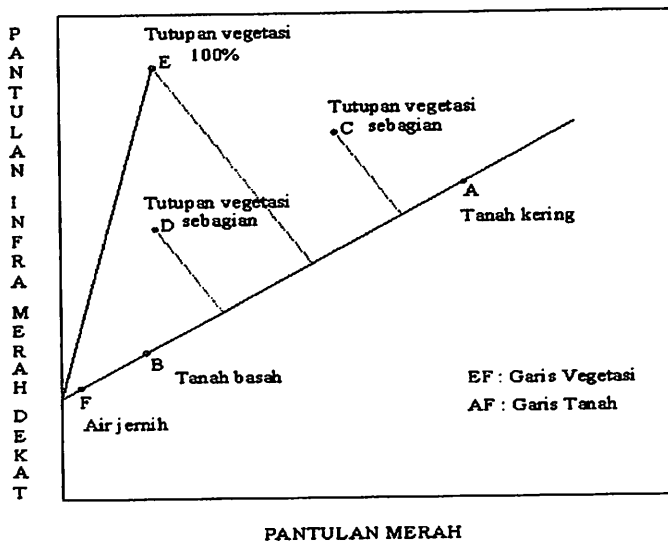
### 2.3. Klasifikasi Vegetasi berdasarkan NDVI

Pemantauan tingkat kualitas kehijauan vegetasi dapat diperoleh berdasarkan koreksi data NDVI yang informasinya dapat diekstraksi dari data remote sensing. Data remote sensing yang bisa dipergunakan adalah dengan Landsat-TM untuk skala lokal sedangkan skala regional dapat dilakukan dengan NOAA AVHRR.

Adapun klasifikasi vegetasi tingkat kehijauan berdasarkan NDVI, adalah :

1. Kelas vegetasi tingkat kehijauan tinggi (NDVI > 0.2).
2. Kelas vegetasi tingkat kehijauan sedang (0.15 < NDVI ≤ 0.2).
3. Kelas vegetasi tingkat kehijauan rendah (0.1 < NDVI ≤ 0.15).
4. Kelas non vegetasi / kering / bera (NDVI ≤ 0.1).

Sumber : *Beny Prayitno, 2001*



**Gambar 2.3** *Garis Vegetasi dan Garis Tanah*

## 2.4. Sistem Citra Landsat Enhanced Thematic Mapper

Untuk pertama kalinya NASA Amerika Serikat mempelopori teknologi penginderaan jauh satelit dengan diluncurkannya satelit sumber daya alam, yaitu disebut ERTS-1 (*Earth Resources Technologi Satelit*) pada 23 Juli 1972 menyusul ERTS-2 pada tahun 1975. satelit ini membawa sensor RBV (*Return Beam Vidicon*) dan MSS (*Multi Spectral Scanner*) yang mempunyai resolusi 80m x 80m. Satelit ERTS-1, ERTS-2 yang kemudian setelah diluncurkan berganti nama menjadi Landsat 1, Landsat 2, diteruskan seri berikutnya yaitu Landsat 3, 4, 5 dan yang terakhir Landsat 7 yang mengorbit pada tahun 1999.

Satelit Landsat dapat merekam daerah selebar 185 km atau 1 scene, dapat merekam daerah seluas 185 x 185 kilometer dan dapat merekam daerah yang sama setiap 16 hari atau resolusi temporalnya 16 hari dengan resolusi spasialnya 30m x 30 m dan memiliki 7 kanal dan 60 meter khusus untuk kanal 6, plus kanal 8 yang memiliki resolusi 15m x 15m.

Pada Landsat akan membawa penyiam multi spektral yang digital sehingga dapat dibuat menjadi model peta tematik. Namun tersebut berkaitan dengan tujuan terapan sistem data yang diarahkan pada teknik pengenalan pola spektral yang akan menghasilkan citra terkelas (peta tematik). Peta tematik direncanakan memiliki tujuh buah saluran spektral dirancang untuk memaksimalkan kemampuan analisis vegetasi untuk terapan dibidang Pertanian dan Kehutanan. Berikut ini disajikan saluran spektral yang terdapat pada Landsat 7 ETM :

**Tabel 2.1 Saluran Spektral yang Terdapat pada Landsat7-ETM**

BAND	PANAJANG GELOMBANG	RESOLUSI	SPEKTRAL	KEGUNAAN UTAMA
1	0.450 $\mu$ m – 0.515 $\mu$ m	30m x 30m	Biru	Membuahkan peningkatan penetrasi kedalaman tubuh air dan juga untuk mendukung analisis sifat khas penggunaan lahan, tanah dan vegetasi.
2	0.525 $\mu$ m – 0.605 $\mu$ m	30m x 30m	Hijau	Dirancang untuk mengindera puncak pantulan vegetasi pada spektrum hijau.
3	0.630 $\mu$ m – 0.6905 $\mu$ m	30m x 30m	Merah	Saluran terpenting untuk memisahkan vegetasi. Saluran ini berada pada salah satu bagian serapan klorofil dan memperkuat kontras antar kenampakan vegetasi dan menajamkan kontras antara kelas vegetasi.
4	0.775 $\mu$ m – 0.9005	30m x 30m	Infra merah dekat	Dipilih agar tanggapan terhadap sejumlah biomassa vegetasi yang terdapat pada daerah kajian.
5	1.550 $\mu$ m – 1.750 $\mu$ m	30m x 30m	Infra merah tengah	Menunjukkan kelembapan tumbuhan dan kelembapan tanah, juga untuk membedakan salju dan awan.
6	10.400 $\mu$ m – 12.500 $\mu$ m	60m x 60m	Infra merah termal	Untuk menganalisa tegakan tumbuhan, pemisahan kelembapan tanah dan pemetaan panas.
7	2.090 $\mu$ m – 2.350 $\mu$ m	30m x 30m	Infra merah tengah	Berguna untuk pengenalan terhadap mineral dan jenis batuan dan juga sensitif terhadap kelembapan tumbuhan.
8	0.520 $\mu$ m – 0.900 $\mu$ m	15m x 15m	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)

## 2.5. Sistem Pengolahan dan Analisis Data Citra Digital

Pengolahan data citra digital adalah bagian penting dalam menganalisa informasi kebumiharian melalui data satelit penginderaan jauh. Berkaitan dengan hal itu, secara singkat akan diuraikan beberapa aspek satelit dibidang pengolahan citra penginderaan jauh.



### **2.5.1. Konsep Resolusi**

Resolusi disebut juga *resolving power* atau daya pisah adalah kemampuan suatu sistem optik elektronik untuk membedakan informasi yang secara spasial berdekatan atau secara spektral mempunyai kemiripan. Dalam bidang penginderaan jauh terdapat empat konsep resolusi yang sangat penting, yaitu resolusi spasial, resolusi spektral, resolusi radiometrik dan resolusi temporal.

#### **2.5.1.1. Resolusi Spasial**

Pengertian praktis resolusi spasial adalah ukuran terkecil obyek yang masih dapat dideteksi oleh suatu sistem pencitraan. Semakin kecil ukuran obyek (terkecil) yang dapat dideteksi, semakin halus atau tinggi resolusinya. Begitu pula sebaliknya semakin besar ukuran obyek terkecil yang dapat dideteksi, semakin kasar atau rendah resolusinya. Citra SPOT yang beresolusi 10 dan 20 meter dapat disebut beresolusi tinggi, atau pun Landsat MSS yang beresolusi 79 meter.

Ukuran dalam meter ini juga menunjukkan bahwa obyek yang lebih kecil dari pada resolusi itu (misalnya 79 meter) tidak akan dapat dikenali, direpresentasikan sebagai obyek itu sendiri secara individual. Obyek tersebut akan tercatat sebagai satu sel penyusun citra (*pixel* = picture element, element gambar) yang sebenarnya memuat informasi beberapa obyek. Piksel semacam ini disebut mixed-pixel (*mixel*). *Mixel* diperlawankan dengan piksel murni (*pure pixel*) yang memuat informasi satu jenis obyek saja.

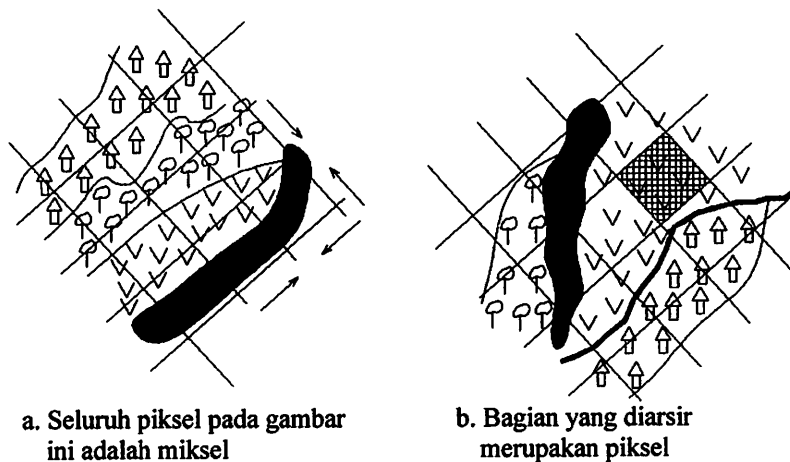
#### **2.5.1.2. Resolusi Spektral**

Sesuai dengan namanya, resolusi spektral adalah kemampuan suatu sistem optik elektronik untuk membedakan informasi (obyek) berdasarkan pantulan atau pancaran spektralnya. Semakin banyak jumlah salurannya, semakin tinggi

kemungkinannya dalam mengenali obyek berdasarkan respon spektralnya atau semakin tinggi resolusi spektralnya.

### 2.5.1.3. Resolusi Radiometrik

Kemampuan sensor dalam mencatat respon spektralnya (spektral obyek) dinyatakan sebagai resolusi radiometrik. Respon spektral yang dinyatakan dalam satuan  $m \text{ Watt cm}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$  datang mencapai sensor dengan intensitas yang bervariasi. Sensor yang peka dapat membedakan selisih respon yang paling lemah sekalipun. Kemampuan sensor ini secara langsung dikaitkan dengan kemampuan koding (*digital coding*), yaitu mengubah intensitas pantulan atau pancaran spektral menjadi angka digital. Kemampuan ini dinyatakan dalam bit. Dalam hal ini ditunjukkan dalam gambar 2.4.



**Gambar 2.4** Ukuran Minimum Obyek Minimum (3x3 piksel) untuk Dapat Dipersentasikan Oleh Suatu Piksel Murni (Pure Pixel)

### 2.5.1.4. Resolusi Temporal

Resolusi temporal adalah kemampuan suatu sistem pencitraan untuk merekam ulang daerah yang sama. Satuan resolusi temporal adalah jam atau hari. Sateli GMS dapat merekam daerah yang sama setiap 2x sehari. Satelit Landsat MSS

dan TM setiap 18 hari sekali untuk generasi 1, dan 16 hari sekali untuk generasi 2. Satelit SPOT mampu merekam ulang setiap 26 hari sekali pada sistem operasi normal, tapi dapat pula beberapa hari berturut-turut dengan mekanisme perekaman menyamping.

#### **2.5.1.5. Resolusi Layar**

Resolusi layar adalah kemampuan layar monitor dalam menyajikan kenampakan obyek pada citra secara lebih halus. Semakin tinggi resolusi layarnya, semakin tinggi kemampuannya untuk menyajikan gambar dengan butir-butir piksel yang lebih halus. Atau semakin banyak pula jumlah sel citra (piksel) yang dapat ditampilkan pada layar. Biasanya, ukuran piksel layar (sering disebut *dot pitch*) sebesar 0.28 milimeter sudah dapat dikatakan memadai untuk studi penginderaan jauh. Kualitas monitor paling tidak ditentukan oleh dua parameter : tingkat bitnya dan resolusi layarnya. Tingkat bit secara langsung berkaitan dengan kemampuan menyajikan warna atau tingkat kecerahan (*gray scale*). Monitor 8 bit mampu menampilkan 256 warna atau tingkat kecerahan.

#### **2.5.2. Konsep Pengolahan dari Domain Spektral ke Domain Spasial**

Piksel merupakan unsur penyusun gambar yang mempunyai aspek spasial dan aspek spektral. Bentuk tolak dari pengertian ini, bahwa citra digital sebenarnya beroperasi pada dua macam ruang : ruang spasial (*spatial space, ruang absolut*) dan ruang spektral (*spectral space*).

##### **2.5.2.1. Ruang Spasial (*Spatial Space*)**

Ruang spasial adalah ruang yang kita kenal sehari-hari, yang dapat dibuat model dalam sistem koordinat kartesius (x,y,z). Pada umumnya, data satelit penginderaan jauh tidak mengandung informasi z secara langsung, meskipun aspek

ini dapat diturunkan dengan bantuan data ketinggian menggunakan DEM (*Digital Elevation Model*). Model spasial paling umum dari data digital satelit adalah ‘ruang’ dua dimensi berupa koordinat x dan y tiap piksel.

#### **2.5.2.2. Ruang Spektral (*Spectral Space*)**

Ruang spektral merupakan salah satu titik tolak dalam pendalaman teknik pengolahan citra. Ruang spektral, dalam arti khusus adalah ruang dua dimensi atau lebih yang dihasilkan melalui penggambaran distribusi nilai spektral piksel tiap saluran dalam sumbu koordinat saluran spektral yang berbeda-beda. Ruang spektral ini sering pula disebut *measurment space* atau *feature space*.

Mealui ruang spektral ini karakteristik obyek pada citra digital dapat dikenali dan dibedakan secara lebih baik dari obyek yang lain. Pengembangan transformasi index vegetasi, klasifikasi multispektral dan bahkan tampilan citra dalam bentuk komposit warna pun tidak lepas dari pemahaman akan ruang spektral ini.

#### **2.5.3. Konsep Restorasi Citra**

Konsep citra diperlukan, apabila kualitas citra yang digunakan tidak mencakupi dalam mendukung studi tertentu. Namun sebenarnya semua citra yang diperoleh melalui perekaman sensor tidak lepas kesalahan, yang diakibatkan oleh mekanisme perekaman sensornya, gerakan dan ujud geometri bumi, serta kondisi atmosfer pada saat perekaman. Restorasi citra adalah proses perbaikan kualitas citra supaya “siap pakai”.

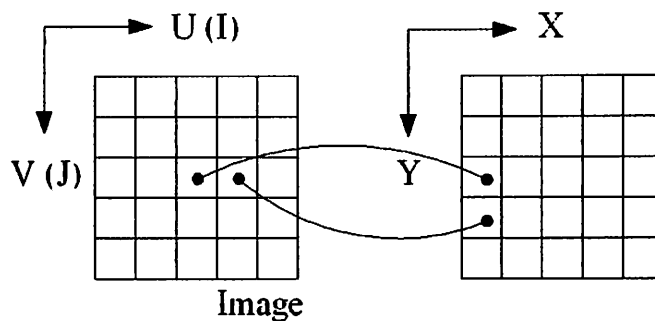
Koreksi (*restorasi*) citra merupakan suatu operasi pengkondisian supaya citra yang digunakan benar-benar memberikan informasi yang akurat secara geometris dan radiometris. Khusus untuk koreksi radiometrik, operasi ini disebut juga operasi kosmetik citra, karena didalamnya tercakup proses pemolesan wajah citra supaya

“layak pakai”. Karena proses ini juga dipandang sebagai upaya membangun kembali kenampakan spektral dan geometrik citra seperti yang seharusnya, maka koreksi citra kadang-kadang disebut pula sebagai proses restorasi citra. Dalam hal ini ada koreksi, yaitu :

### 2.5.3.1. Koreksi Geometrik Citra

Transformasi geometrik yang paling mendasar adalah penempatan kembali posisi piksel sedemikian rupa, sehingga pada citra digital yang ditransformasi dapat dilihat gambaran obyek dipermukaan bumi yang terekam sensor.

Koreksi geometri atau georeferensi adalah menghilangkan distorsi geometrik dari suatu geometrik citra. Distorsi ini dilakukan dengan melakukan analisis titik kontrol tanah (*Ground Control Point*). *Ground Control Point* dapat diperoleh dari peta topografi, dengan memilih obyek-obyek yang koordinat posisi lokasinya tidak berubah karena perbedaan waktu. Hal ini dapat ditetapkan melalui hubungan antara sistem koordinat citra ( $u,v$ ) dan sistem koordinat yang bergeoreferensi ( $x,y$ ), lihat gambar berikut :



**Gambar 2.5** Georeferensi adalah Transformasi Antara Ruang Citra Keruangan Koordinat Georeferensi

Koreksi geometri dilakukan karena selama proses perekaman data citra terdistorsi atau memiliki cacat yang diakibatkan gerak sapuan penjelajah dari satelit,

gerak putaran bumi, dan bentuk permukaan bumi yang bulat. Distorsi geometris tersebut dapat terjadi dalam bentuk pergeseran pusat citra, perubahan ukuran citra, perubahan orientasi koordinat citra (*Skewed*) dan juga dapat berbentuk distorsi lain yang sifatnya tidak linier. Koreksi geometri sederhana yang sering digunakan untuk mengatasi masalah-masalah tersebut diatas adalah proses rotasi citra, skala citra dan translasi citra, yang semuanya termasuk dua dimensi dengan asumsi bahwa gangguan yang terjadi bersifat linier.

### A. Restorasi Citra

Bila gangguan terhadap citra mengakibatkan citra tampak *skewed*, maka koreksi citra dapat dilakukan dengan rotasi. Rotasi akan mengubah orientasi koordinat dari citra. Rotasi citra tidak selalu digunakan untuk mengatasi suatu gangguan, kadang-kadang juga diperlukan perubahan orientasi koordinat citra seperti misalnya pada pengaturan tata letak gambar pada suatu dokumen.

Rotasi citra dapat dilakukan dengan cara transformasi koordinat sebagai berikut :

$$X_{baru} = X \cos(\alpha) + Y \sin(\alpha) \dots\dots\dots (5)$$

$$Y_{baru} = -X \sin(\alpha) + Y \cos(\alpha) \dots\dots\dots (6)$$

dimana :  $\alpha$  = sudut rotasi arah lawan jarum jam

X = koordinat piksel citra asli

Y = koordinat baris citra asli

$X_{baru}$  = koordinat piksel citra baru

$Y_{baru}$  = koordinat baris citra baru

Untuk transformasi ortogonal, yaitu transformasi koordinat pada rotasi citra dengan sudut-sudut rotasi khusus 90 derajat, 180 derajat atau 270 derajat dapat

dilakukan dengan cara yang lebih sederhana dan lebih cepat. Proses transformasinya dapat dilakukan dengan memindahkan setiap piksel citra ke koordinat baru piksel tersebut pada elemen suatu matriks di memori komputer. Pada akhir proses transformasi, seluruh elemen matriks tersebut dapat dipindahkan secara langsung pada memori penyimpanan citra. Sedangkan rumus transformasi koordinat yang digunakan secara sederhana dapat digambarkan sebagai berikut :

Rotasi 90 derajat :

$$X_{\text{baru}} = Y \dots\dots\dots (7)$$

$$Y_{\text{baru}} = -X \dots\dots\dots (8)$$

Rotasi 180 derajat :

$$X_{\text{baru}} = -X \dots\dots\dots (9)$$

$$Y_{\text{baru}} = -Y \dots\dots\dots (10)$$

Rotasi 270 derajat :

$$X_{\text{baru}} = -Y \dots\dots\dots (11)$$

$$Y_{\text{baru}} = X$$

Yang termasuk juga pada transformasi ortogonal adalah memutar atau membalik citra sepanjang sumbu X dengan :

$$X_{\text{baru}} = X$$

$$Y_{\text{baru}} = (H + 1) - Y \dots\dots\dots (12)$$

Dan membalik sepanjang sumbu Y dengan :

$$X_{\text{baru}} = (W + 1) - X \dots\dots\dots (13)$$

$$Y_{\text{baru}} = Y$$

Juga transpose citra sepanjang diagonal utama dengan :

$$X_{\text{baru}} = (H + 1) - Y \dots\dots\dots (14)$$

$$Y_{\text{baru}} = (W + 1) - X \dots\dots\dots (15)$$

Dan transpose sepanjang diagonal kedua dengan :

$$X_{\text{baru}} = Y \dots\dots\dots (16)$$

$$Y_{\text{baru}} = X \dots\dots\dots (17)$$

dimana : W = banyaknya piksel pada satu baris

H = banyaknya baris pada citra

**B. Skala Citra**

Bila gangguan citra menyebabkan perubahan ukuran dari citra, maka gangguan tersebut dapat diatasi dengan melakukan skala citra. Proses perubahan ukuran suatu citra, yaitu diperbesar atau diperkecil, sering dibutuhkan untuk keperluan detail, untuk peragaan pada layar peraga, maupun untuk keperluan penyusunan tat letak suatu dokumen. Transformasi koordinat citra asal ke citra lebih besar ataupun lebih kecil dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$X_{\text{baru}} = S_X * X \dots\dots\dots (18)$$

$$Y_{\text{baru}} = S_Y * Y \dots\dots\dots (19)$$

dimana  $S_X$  dan  $S_Y$  adalah faktor skala. Pada kondisi dimana faktor skala  $S_X$  untuk transformasi koordinat X dan  $S_Y$  untuk transformasi koordinat Y, besarnya tidak sama, maka gambar yang misalnya semula berbentuk bujur sangkar akan berubah menjadi empat persegi panjang.

**C. Translasi Citra**

Translasi citra dilakukan terhadap citra yang mengalami gangguan dalam bentuk pergeseran pusat citra. Bentuk transformasi koordinat untuk proses skala adalah sebagai berikut :

$$X_{\text{baru}} = X + T_X \dots\dots\dots (20)$$



$$Y_{\text{baru}} = X + T_Y \dots\dots\dots(21)$$

dimana :  $T_X$  = besarnya translasi pada arah sumbu X, dan

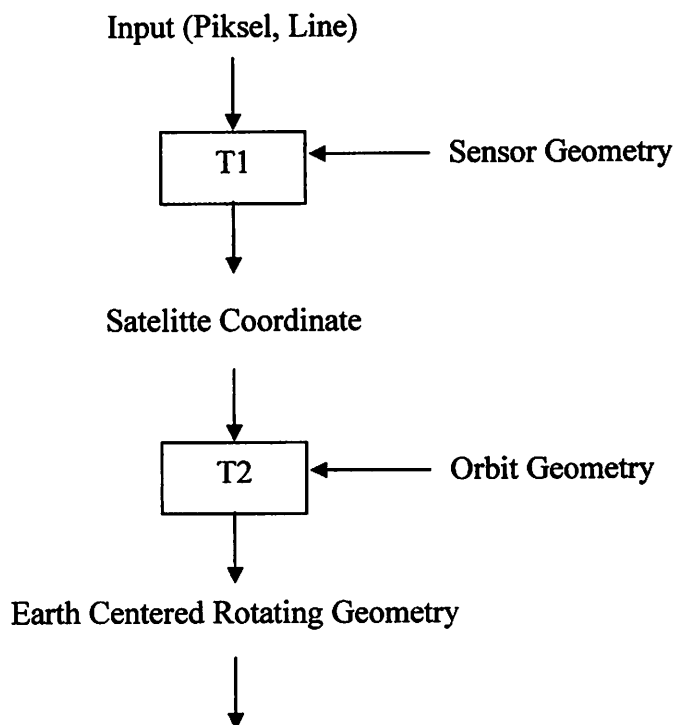
$T_Y$  = besarnya translasi pada arah sumbu Y.

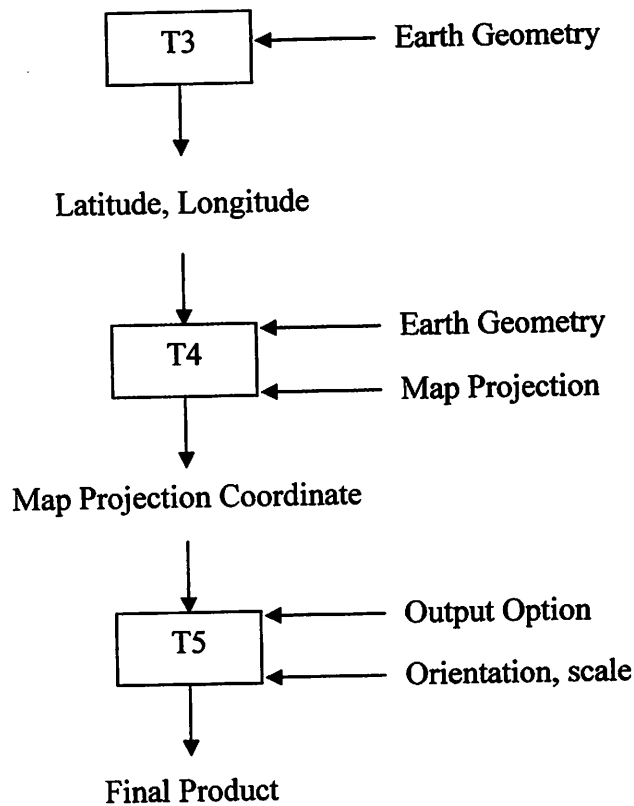
Pada proses translasi tidak terjadi perubahan ukuran maupun orientasi citra , yang terjadi hanyalah posisi dari citra.

Terminologi koreksi geometrik berupa rektifikasi geometrik atau rektifikasi citra, rektifikasi citra ke citra lain, registrasi citra ke peta, artinya sebagai berikut :

1. Rektifikasi geometrik atau rektifikasi citra meliputi geometri pencitraan.
2. Registrasi citra ke citra lain adalah mentransformasikan sistem koordinat citra masuk ke sistem koordinat lain.
3. Registrasi citra ke peta adalah transformasi dari sistem koordinat ke koordinat peta, hasilnya berupa citra dengan sistem proyeksi tertentu.

Proses transformasi 1 dan 3 dan komponen yang mempengaruhi dapat dilihat pada bagian alur dibawah ini : ( $T_1, \dots, n = \text{Data Citra Digital}$ ).





**Gambar 2.6 Terminologi Koreksi Geometri**

Tahapan untuk melakukan Koreksi Geometri Citra sebagai berikut :

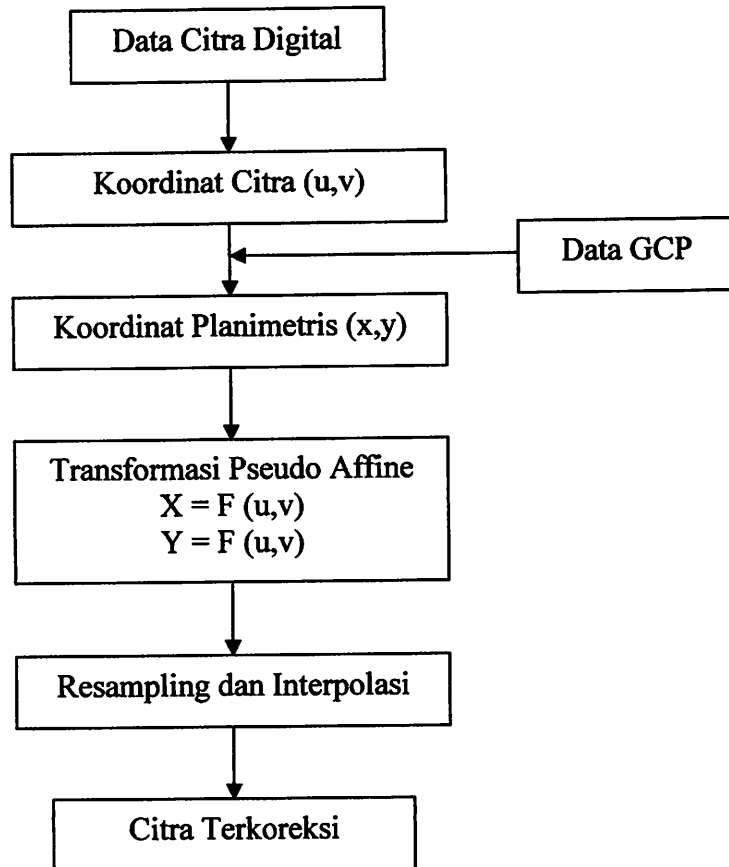
1. Memilih Metode

Setelah mengetahui karakteristik distorsi geometri seperti tersedianya data referensi, seharusnya dipilih suatu metode. Dalam hal ini koreksi geometrik dapat dibagi menjadi 2 yaitu kesalahan sistematis dan kesalahan non-sistematis.

**a) Koreksi Sistematis**

Ketika data referensi geometrik atau geometrik sensor diberikan atau diukur distorsi geometrik dapat dikoreksi secara sistematis. Sebagai contoh, geometri lensa kamera diberikan dengan mengkalibrasi panjang fokus, parameter distorsi lensa. Koordinat fiducial mark dapat dilakukan persamaan kolinieritas. Koreksi tangen untuk scanner mekanis optis adalah jenis sistem

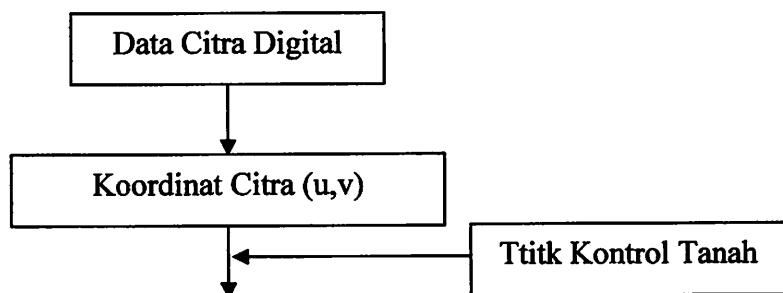
koreksi. Secara umum koreksi sistematis cukup untuk memindahkan semua kesalahan.

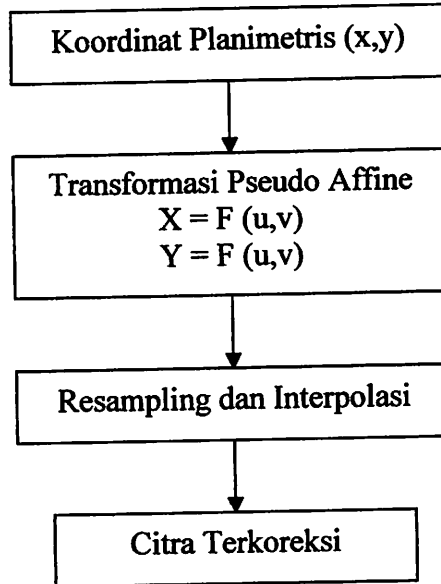


Gambar 2.7 Diagram Alur Koreksi Sistematis

### b) Koreksi Non-Sistematis

Polinomial untuk mentransformasikan sistem koordiant geografi ke sistem koordinat citra, akan ditentukan dengan diberikan koordinat titik kontrol tanah menggunakan metode kuadrat terkecil. Akurasi tergantung pada orde polinomial, jumlah dan distribusi titik kontrol tanah.

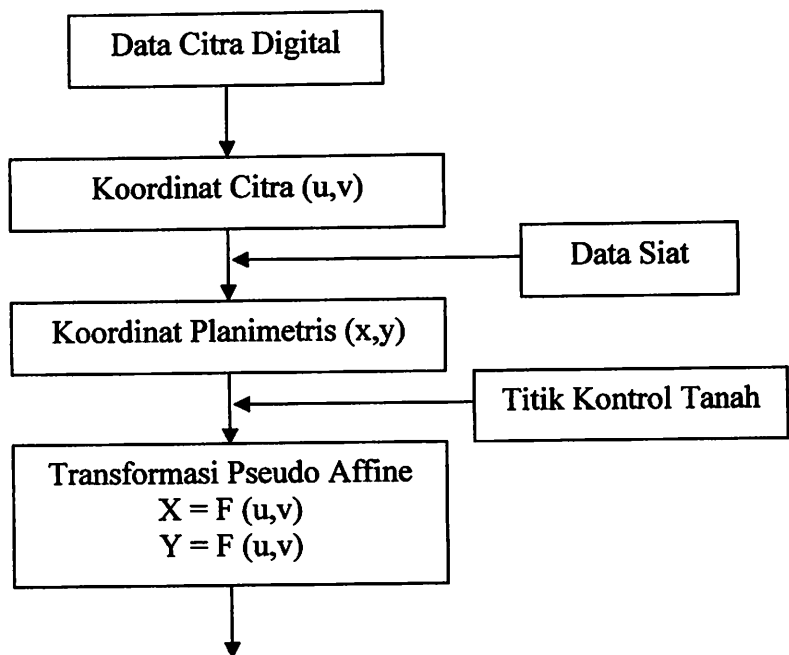


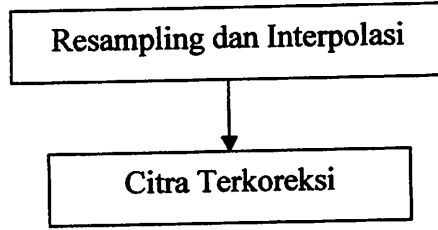


**Gambar 2.8** Diagram Alur Koreksi Non-Sistematik

**c) Metode Kombinasi**

Pertama koreksi sistematis diaplikasikan, kemudian kesalahan residu akan direduksi menggunakan orde polinomial lebih rendah. Dalam hal ini dapat ditunjukkan dalam gambar diagram berikut (Gb. 2.9).





**Gambar 2.9** *Diagram Alur Metode Kombinasi*

Setiap tahap yang dilibatkan pada prose pencitraan harus diketahui, i.e. Kita perlu mengetahui proses inversi dan transformasi geometrik. Ini adalah proses kompleks dan mengkonsumsi waktu. Bagaimanapun ada alternatif tersederhana yang digunakan pendekatan polinomial. Sebagai contoh :

$$u = apq xp * yq \dots\dots\dots (22)$$

$$v = bpq xp * yq \dots\dots\dots (23)$$

koefesien a dan b ditentukan menggunakan titik kontrol tanah (GCP).

Dapat juga digunakan polinomial orde sangat rendah seperti transformasi affine.

$$u = ax + by + c \dots\dots\dots (24)$$

$$v = dx + ey + f \dots\dots\dots (25)$$

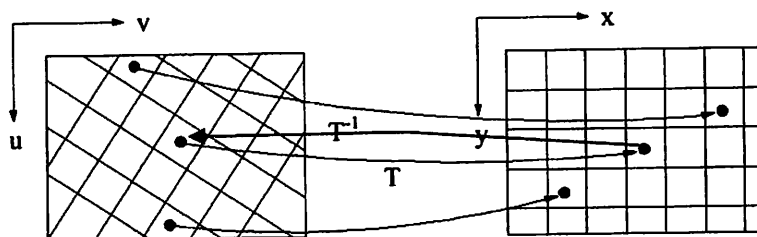
minimum titik kontrol tanah dapat menentukan koefesien pada persamaan diatas. Bagaimanapun untuk membuat koefesien lebih representatif untuk keseluruhan citra yang ditransformasikan kita harus dibuat yakin bahwa titik kontrol tanah terdistribusi dengan baik keseluruh citra.

Metode untuk menentukan koefesien transformasi geometrik polinomial dapat digunakan penyelesaian kuadrat terkecil untuk polinomial bilinier. Ini dikerjakan dengan lebih dari 4, katakanlah n GCPs.

$$(u_1, v_1) \rightarrow (x_1, y_1)$$

$$(u_2, v_2) \rightarrow (x_2, y_2)$$

$$(u_n, v_n) \rightarrow (x_n, y_n)$$



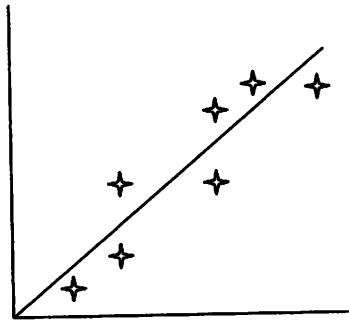
**Gambar 2.10** Transformasi Antara Ruang Citra ke Ruang Koordinat Geografi

Dengan mensubstitusikan n koordinat GCP masuk persamaan (1) dan (2) kita akan dapatkan dua grup melebihi penentuan persamaan dan solusi kuadrat terkecil pada matrik ;

$$A = [MT * M]^{-1} * MT * X \dots\dots\dots (26)$$

A adalah solusi, hal itu dapat kita pecahkan untuk b0, b1, b2, b3 ini dapat dimanfaatkan transformasi affine dan transformasi polinomial dengan orde lebih tinggi.

Pelaksanaan koreksi geometrik dapat dilakukan dengan bantuan **Ground Control Point** (GCPs) yang dapat ditentukan pada citra yang akan dikoreksi dengan acuan citra yang telah dikoreksi. Akan tetapi dalam menentukan GCPs tersebut sering ditemukan kesalahan-kesalahan, ini dapat diperkecil dengan mengambil GCPs sebanyak mungkin dan usahakan untuk menyebar (*scattering*) pada seluruh citra. Pada gambar berikut ditunjukkan sejumlah GCPs yang baik dalam grafik u,v :



**Gambar 2.11** Distribusi GCPs pada  $u, v$

## 2. Penentuan Parameter

Parameter yang tidak diketahui didefinisikan dari persamaan matematika antara sistem koordinat citra dan sistem koordinat geografi, seharusnya ditentukan dengan kalibrasi dan atau titik kontrol tanah.

Penentuan parameter didasarkan pada transformasi koordinat yang berguna untuk koreksi geometrik menggunakan titik kontrol tanah (GCP). Dalam hal ini tergantung pada pemilihan rumus transformasi sebagai berikut :

**Tabel 2.2 Rumus Transformasi**

Nama	Rumus Transformasi	Jumlah Parameter yang Tidak Diketahui
1. Transformasi Helmert	$x = au + bv + c$ $y = -bu + av + d$	3
2. Transformasi Affine	$x = au + bv + c$ $y = -du + ev + f$	6
3. Pseudo Affine	$x = a_1uv + a_2u + a_3v + a_4$ $y = a_5uv + a_6u + a_7v + a_8$	8
4. Transformasi Projeksi	$x = (a_1u + a_2v + a_3)/(a_7u + a_8 + 1)$ $y = (a_4u + a_5v + a_6)/(a_7u + a_8 + 1)$	8
5. Conform Orde Kedua	$x = a_1u + a_2v + a_3(a_7u + a_8 + 1)$ $y = (a_4u + a_5v + a_6)/(a_7u + a_8 + 1)$	6
6. Polinomial	$x = \sum \sum a_{ij} u^{i-1} - v^{j-1}$ $y = \sum \sum b_{ij} u^{i-1} - v^{j-1}$	...

Sumber : *Wiweka, 1997*

$(x,y)$  = sistem koordinat peta  
 $(u,v)$  = sistem koordinat citra

### 3. Pemilihan Titik Kontrol Tanah

Jumlah distribusi titik kontrol tanah akan mempengaruhi akurasi koreksi geometri. Jumlah titik kontrol tanah seharusnya lebih dari jumlah parameter yang tidak diketahui. Akurasi koreksi geometrik biasanya disajikan oleh standard deviasi/RMS (*Root Mean Square*) per unit piksel. *RMS Error* adalah pengukuran kesalahan pada data GIS selama dilakukannya transformasi geometrik. Ini adalah perhitungan matematik yang setara dengan standard deviasi. *RMS Error* sering digunakan untuk mengukur tingkat ketelitian antara peta dan citra, sebagai penanda perbedaan antara penempatan titik pada bidang yang belum terkoreksi (citra) terhadap bidang pengkoreksi (peta). (*GIS Guide to Good Practice*)

Rumus standard deviasi pada citra sebagai berikut :

$\sigma_u$  = standard deviasi pada nomer piksel

$\sigma_v$  = standard deviasi pada nomer garis

dimana :  $\sigma_u^2 = \Sigma \{u_i - f(x_i, y_i)\}^2 / n$  ..... (24)

$\sigma_v^2 = \Sigma \{v_i - f(x_i, y_i)\}^2 / n$  ..... (25)

$(u_i, v_i)$  = koordinat citra dari titik kontrol tanah i

$(x_i, y_i)$  = koordinat peta dari titik kontrol tanah i

Perhitungan standar deviasi untuk data hasil koreksi geometrik adalah sebagai berikut :

$$Sd = \sqrt{\frac{\Sigma(X - X_{rata-rata})^2}{n - 1}} \dots\dots\dots (26)$$

dimana : X = nilai RMS per titik

Xrata-rata = jumlah nilai RMS Error dibagi jumlah data

n = jumlah titik sekutu



Akurasi biasanya dalam  $\pm$  satu piksel. Jika kesalahan lebih besar dari persyaratan, koordinat pada citra dan peta direcek, atau kalau tidak pemilihan rumus diulang.

#### 4. Cek Akurasi

Akurasi geometri citra seharusnya dicek dan diverifikasi. Jika akurasi tidak bertemu dengan kriteria, metode atau data yang digunakan seharusnya dicek dan dikoreksi pada tingkat yang lebih baik, sehingga menghasilkan citra keluaran yang lebih baik.

##### 2.5.3.2. Koreksi Radiometrik

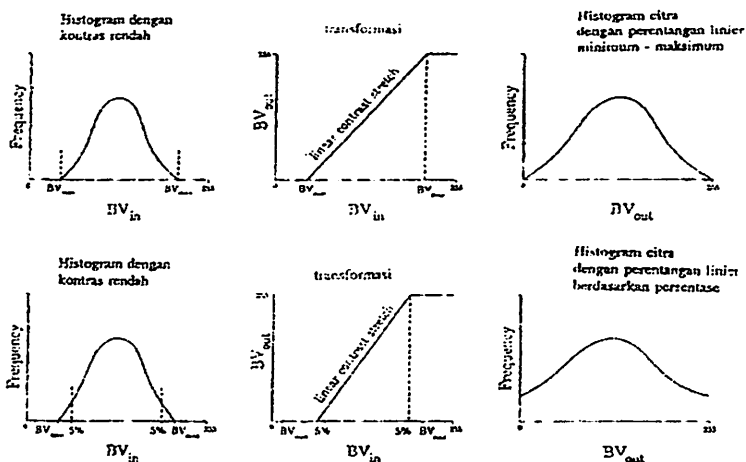
Koreksi radiometrik diperlukan atas dua dasar alasan, yaitu untuk memperbaiki kualitas visual citra dan sekaligus memperbaiki nilai-nilai piksel yang tidak sesuai dengan nilai pantulan atau pancaran spektral obyek yang sebenarnya. Koreksi radiometrik citra yang ditujukan untuk memperbaiki kualitas visual citra berupa pengisian kembali baris yang kosong karena drop-out baris masalah kesalahan awal pelarikan (*scanning start*). Baris atau bagian baris yang bernilai tidak sesuai dengan yang seharusnya, dikoreksi dengan mengambil nilai piksel atau baris di atas dan dibawahnya, kemudian dirata-ratakan.

Koreksi radiometrik yang bertujuan untuk memperbaiki nilai piksel supaya sesuai dengan yang seharusnya biasanya mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai sumber kesalahan utama. Pada koreksi ini, diasumsikan bahwa nilai piksel terendah pada kerangka liputan (*scene*) seharusnya nol, sesuai dengan bit coding sensor. Apabila nilai terendah piksel pada kerangka liputan tersebut bukan nol, maka nilai penambahan (*offset*) tersebut dipandang sebagai hasil dari hambatan atmosfer.

Koreksi radiometrik ini dilakukan dengan beberapa cara, yaitu penyesuaian histogram, penyesuaian regresi dan kalibrasi bayangan, namun dalam hal ini digunakan dengan cara penyesuaian histogram.

→ **Penyesuaian Histogram**

Metode ini merupakan pilihan yang paling sederhana, dengan hanya melihat histogram setiap kanal secara independen. Asumsi yang melandasi metode ini ialah bahwa dalam proses koding digital oleh sensor, obyek yang tidak memberikan sama sekali seharusnya bernilai nol. Apabila nilai ternyata  $> 0$ , maka nilai tersebut dihitung sebagai offset, dan koreksi dilakukan dengan mengurangi keseluruhan nilai pada kanal tersebut dengan offsetnya (lihat gb. 2.12). Besarnya offset menunjukkan besarnya pengaruh gangguan oleh atmosfer.



**Gambar 2.12** Koreksi Radiometri dengan Penyusunan Histogram

**2.5.4. Uji Ketelitian**

Uji ketelitian sangat penting untuk dilaksanakan oleh para peneliti penginderaan jauh maupun peneliti lain yang menggunakan penginderaan jauh sebagai sarannya. Ketelitian data hasil interpretasi sangat penting untuk diketahui

sebelum peneliti melangkah lebih jauh dengan analisa berdasarkan data tersebut. Bagi para pengguna data, ketelitian tersebut sangat mempengaruhi besarnya kepercayaan yang dapat diberikan terhadap data tersebut. Bagi peneliti yang melakukan penelitian serupa, hasil tersebut penting pula dalam upaya meningkatkan ketelitian selanjutnya.

**Tabel 2.3. Matrik Uji ketelitian Hasil Interpretasi dan Pemetaan**

Kategori hasil interpretasi / Katagori (lapangan)	A	B	C	Lain-lain	Jumlah	Omisi	Komisi	Ketelitian Pemetaan
A	25	5	10	3	43	$\frac{18}{43} = 42\%$	$\frac{7}{43} = 16\%$	$\frac{25}{50} = 50\%$
B	2	50	6	5	63	$\frac{13}{63} = 42\%$	$\frac{11}{63} = 17\%$	$\frac{50}{74} = 68\%$
C	3	4	60	5	72	$\frac{12}{72} = 42\%$	$\frac{18}{72} = 25\%$	$\frac{60}{90} = 67\%$
Lain-lain	2	2	2	100	106	$\frac{6}{106} = 42\%$	$\frac{13}{106} = 12\%$	$\frac{100}{119} = 84\%$
Jumlah	32	61	78	113	284			

Sumber : Short 1982

Keterangan :

a. Ketelitian seluruh hasil interpretasi =  $\frac{25 + 50 + 60 + 100}{284} = 83\%$

b. Ketelitian pemetaan (Kp) untuk suatu kelas X ialah :

$$Kp = \frac{\text{Jumlah piksel yang benar}}{\text{Jumlah piksel yang benar} + \text{Jumlah omisi piksel X} + \text{Jumlah komisi piksel X}}$$

c. Jumlah omisi piksel X = jumlah semua piksel bukan X pada baris X

d. Jumlah komisi piksel X = jumlah semua piksel bukan X pada lajur X

## 2.6. Aplikasi Pengolahan Data Citra

Aktivitas yang sedang berkembang bagi penginderaan jauh secara multispektral dengan memanfaatkan satelit dewasa ini, menyatakan bahwa

pentingnya pemantauan secara konstan lingkungan terestrial. Karena kita ketahui lingkungan terdiri dari manusia dan bentuk kehidupan lainnya, yang berupa *biosfer* atau lapisan yang mengandung kehidupan. Biosfer berinteraksi dengan *atmosfer* (lapis gas) dan *litosfer* (kerak bumi yang padat). Penginderaan jauh diaplikasikan guna mengumpulkan informasi yang diperlukan untuk mengartikan berbagai macam komponen lingkungan yang lebih baik. Walaupun aplikasi penginderaan jauh sangat beragam, namun terdapat keseragaman tujuan yang jelas yaitu penginderaan jauh terutama berperan penting sebagai alat dalam survei, inventarisasi dan pemetaan pada kenampakan lingkungan. Lebih praktis, pemanfaatan data citra penginderaan jauh untuk inventarisasi sumber daya alam dan lingkungan merupakan perolehan informasi spasial sumber daya alam berdasarkan hasil identifikasi obyek pada permukaan bumi. Informasi spasial dapat berupa peta tematik sebagai hasil dari analisis citra penginderaan jauh. Penginderaan jauh dapat dimanfaatkan berbagai aplikasi darat, laut dan lingkungan yang berbasis pada karakteristik data yang bersifat sinoptik, multispektral, multiresolusi dan multitemporal.

Pengolahan data citra adalah bagian penting dalam menganalisa informasi kebumian melalui data satelit penginderaan jauh. Aplikasi-aplikasi yang dapat diterapkan melalui pengolahan data citra antara lain :

- Pemantauan lingkungan
- Manajemen dan perencanaan kota dan daerah urban
- Manajemen sumber daya hutan
- Eksplorasi mineral
- Pertanian dan perkebunan
- Manajemen sumber daya air

- Manajemen sumber daya pesisir dan lautan
- Oseanografi fisik
- Eksplorasi dan produksi minyak dan gas bumi
- Estimasi tingkat kerapatan vegetasi

→ **Pengolahan Data Citra**

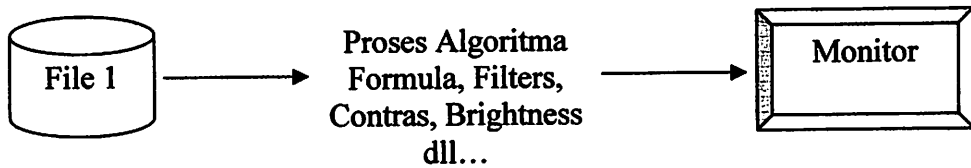
Pengolahan data citra dimulai pada tahun 1960-an untuk memproses citra dari satelit yang mengelilingi bumi. Pengolahan data citra dibuat dalam bentuk “*disk to disk*” dimana kita harus menuliskan spesifikasi file yang akan diolah, kemudian memilih tipe pemrosesan yang akan digunakan, kemudian menunggu komputer mengolah data tersebut serta menuliskan hasilnya kedalam file baru (gambar 2.3). jadi sampai *final file* terbentuk baru kita dapat melihat hasil yang diharapkan, tetapi bila hasilnya jauh dari yang kita harapkan, maka kita harus mengulanginya dari awal kembali. Sampai tahun 1980-an proses tersebut masih digunakan oleh beberapa produk pengolahan data citra.



**Gambar 2.13** Proses Pengolahan Data Citra Secara Tradisional

ER Mapper mengembangkan metode pengolahan citra terbaru dengan pendekatan yang interaktif, dimana kita dapat langsung melihat hasil dari setiap perlakuan terhadap citra pada monitor komputer. ER Mapper memberikan kemudahan dalam pengolahan data sehingga kita dapat mengkombinasikan berbagai operasi pengolahan citra dan hasilnya dapat langsung terlihat tanpa menunggu

komputer menuliskan menjadi file yang baru (gambar 2.14). cara pengolahan ini dalam ER Mapper disebut Algoritma.



**Gambar 2.14** Proses Pengolahan Data Citra Menggunakan ER Mapper

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

Beberapa kekhususan lain yang dimiliki ER Mapper adalah :

- Didukung dengan 130 format pengimport data.
- Didukung dengan 250 format pencetakan data keluaran
- Visualisasi tiga dimensi
- Didukung format digitasi untuk pendigitasian
- Formula, membuat suatu operasi matematika dan memasukkan nilai 3 digital citra pada operasi matematika tersebut, misalnya *Principal Componen Analysis* (PCA).
- Klasifikasi, menampilkan citra menjadi kelas-kelas tertentu secara statistik berdasarkan nilai digitalnya, contoh : membuat peta penutupan lahan dari citra satelit Landsat 7 ETM.

## BAB III

### PELAKSANAAN PENELITIAN

#### 3.1. Materi dan Alat Penelitian

Materi atau bahan dari penelitian, yaitu :

(1) Data citra Landsat7-ETM perekaman Tanggal 13 Mei 2003 dengan batas liputan

(scane) : UPPER LEFT (Latitude , Longitude) : -6°.2955 ,110°.8528

UPPER RIGHT (Latitude , Longitude) : -6°.5435 ,112°.5629

LOWER LEFT (Latitude , Longitude) : -7°.9167 ,110°.5017

LOWER RIGHT (Latitude , Longitude) : -8°.1657 ,112°.2187

(2) Peta Topografi digital wilayah Kabupaten Ngawi skala 1 : 25.000 dengan nomor index 1508-134 1508-143 1508-412 1508-414 1508-421 1508-422 1508-423 1508-424.

Peralatan yang digunakan, yaitu :

(1) 1 set perangkat komputer dengan spesifikasi :

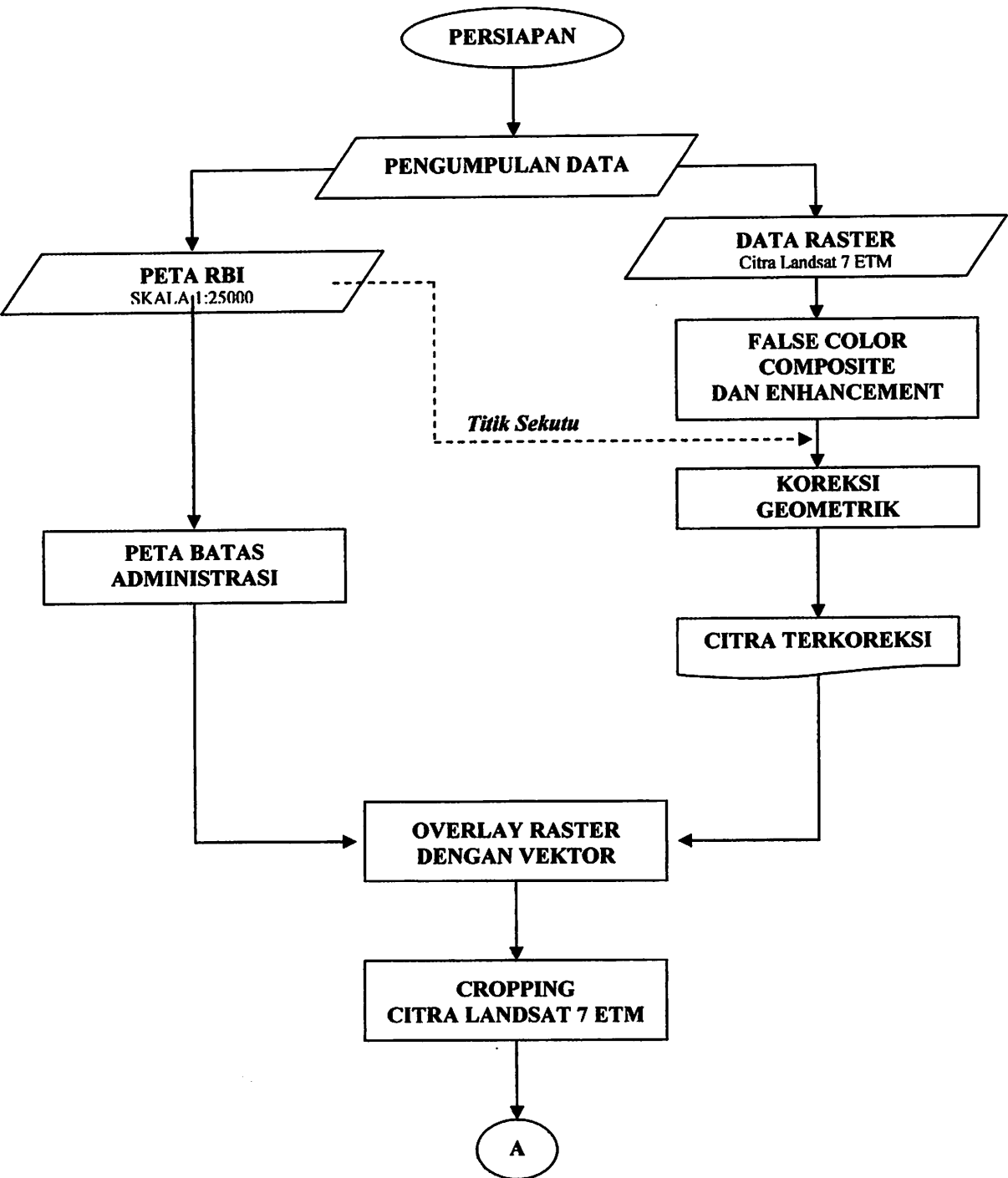
- Prosesor Intel Celeron 2.26 GHz
- Monitor Philips 15"
- Hardisk 80 Gb
- RAM 512 Mb
- Kartu grafik (VGA Card) 128 Mb
- Printer/Plotter
- GPS Map 76

(2) Perangkat lunak (Software) yang digunakan, yaitu :

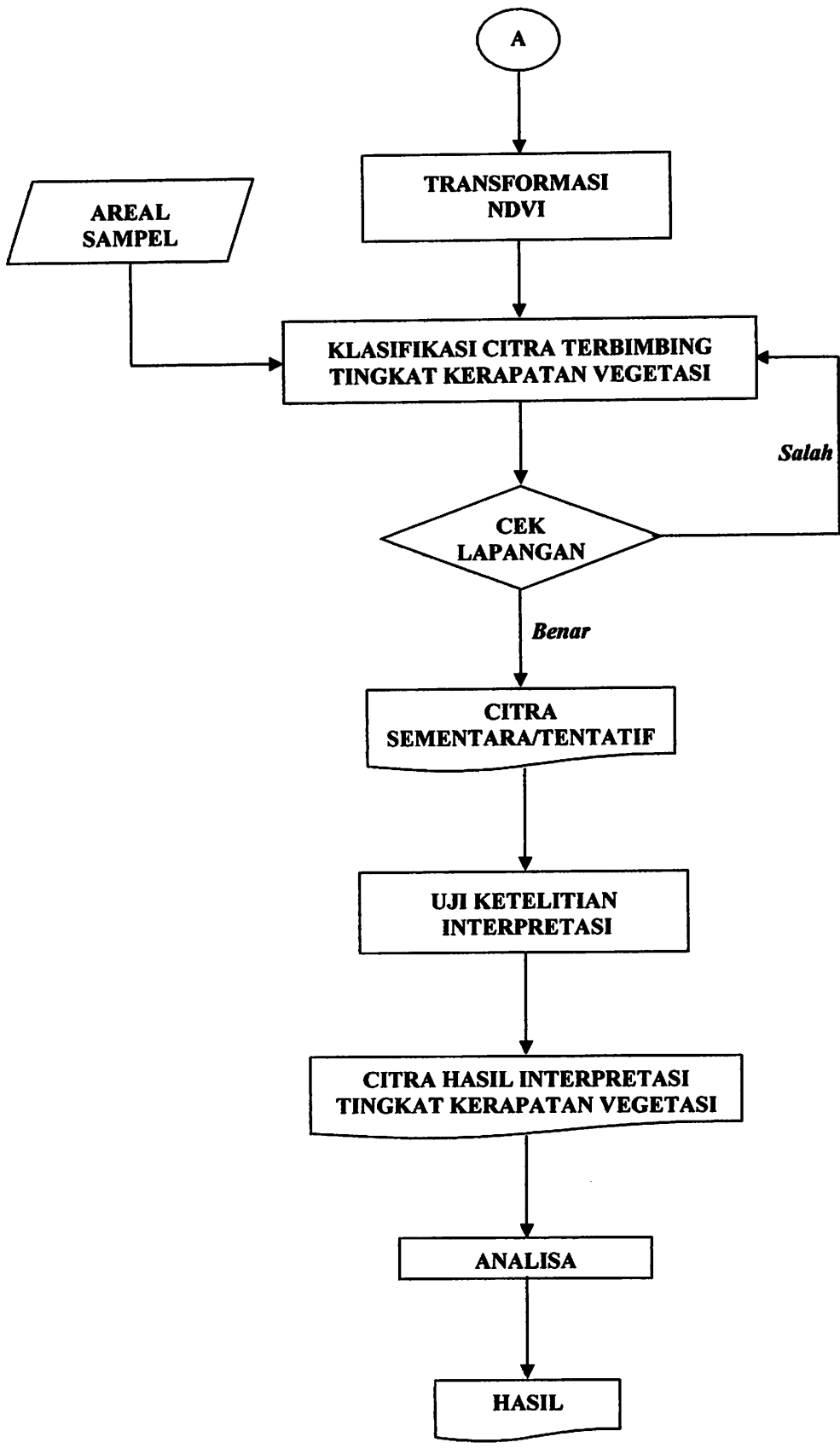
- ER Mapper 6.4

- AutoCAD 2004
- Microsoft Excel
- Ozy Explore

### 3.2. Diagram Alir Penelitian







### **Keterangan Diagram Alir Penelitian :**

1. Persiapan, meliputi kegiatan pengumpulan data raster (Data citra Landsat 7 ETM), data vektor (Peta Rupa Bumi Indonesia Digital), persiapan perangkat keras dan perangkat lunak.
2. Penajaman citra, yaitu proses peningkatan kualitas visual citra.
3. Melakukan koreksi geometrik dengan menggunakan data peta referensi pada citra Landsat 7 ETM.
4. Melakukan overlay citra terkoreksi dengan data vektor.
5. Cropping, yaitu pemotongan citra hasil overlay kemudian disimpan dalam suatu file.
6. Melakukan transformasi nilai digital kedalam rumus NDVI (*Normalized Different Vegetation Index*) untuk menentukan tingkat kerapatan vegetasi.
7. Klasifikasi terbimbing tingkat kerapatan vegetasi dengan menggunakan metode *Supervised Classification*.
8. Uji ketelitian interpretasi, yaitu untuk menentukan seberapa besar citra hasil interpretasi tersebut dapat dipercaya.
9. Diperoleh Citra Hasil Klasifikasi Tingkat Kerapatan Vegetasi untuk pemantauan tingkat kualitas kehijauan vegetasi.
10. Analisa, menentukan prosentase tingkat kerapatan tiap vegetasi dengan informasi luasan setiap vegetasi.

### **3.3. Daerah Studi Kasus**

Kabupaten Ngawi dengan luas 1.295,98 km<sup>2</sup> atau 129.598 ha, memiliki kawasan hutan seluas 49.141,5 ha (38% dari luas total wilayah). Kawasan hutan tersebut terdiri dari hutan negara 45.428,6 ha dan hutan rakyat 3.712,9 ha. Hutan negara yang ada di Kabupaten Ngawi selama ini dikelola oleh pemerintah melalui BUMN Perum Perhutani.

#### **3.3.1. Keadaan Fisik Wilayah**

Secara geografis Kabupaten Ngawi terletak pada posisi 7°21' - 7°31' Lintang Selatan dan 111°10' - 111°40' Bujur Timur.

Batas-batas wilayah Kabupaten Ngawi adalah sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Kabupaten Grobogan, Kabupaten Blora (Propinsi Jawa Tengah) dan Kabupaten Bojonegoro.
- Sebelah Timur : Kabupaten Madiun.
- Sebelah Selatan : Kabupaten Madiun dan Kabupaten Magetan.
- Sebelah Barat : Kabupaten Karanganyar dan Kabupaten Seragen (Propinsi Jawa Tengah).

Secara administratif pemerintahan, wilayah Kabupaten Ngawi terdiri dari 17 kecamatan, 213 desa dan 4 kelurahan.

Penelitian ini dilakukan pada 5 kecamatan dari 17 kecamatan yang ada di Kabupaten Ngawi, yaitu Kecamatan Ngawi, Kecamatan Paron, Kecamatan Pitu, Kecamatan Kedunggalar dan Kecamatan Widodaren. Kecamatan-kecamatan yang menjadi lokasi penelitian adalah termasuk kawasan hutan.

### 3.3.2. Kabupaten Ngawi Ditinjau dari Tingkat kerapatan Vegetasi

Kondisi wilayah Ngawi ditinjau dari kerapatan vegetasi dapat dilihat dari beberapa kelas vegetasi, antara lain :

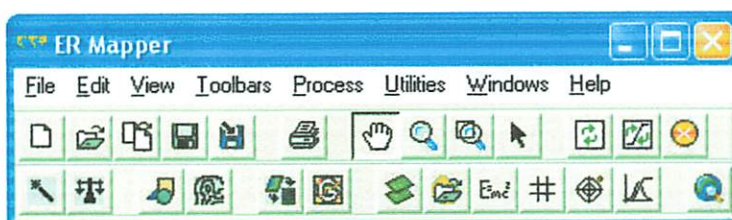
1. Tingkat kerapatan vegetasi lebat
2. Tingkat kerapatan vegetasi sedang
3. Tingkat kerapatan vegetasi rendah
4. Non vegetasi

Dalam hal ini penentuan tingkat kerapatan vegetasi didasarkan pada hasil transformasi NDVI (*Normalized Different Vegetation Index*) berupa nilai index vegetasi, dimana band yang digunakan pada NDVI berupa band 4 dan band 3.

Dan pada penelitian ini yang dimaksud dengan vegetasi adalah tanaman yang mengandung nilai pantulan hijau pada pucuk tanaman. Sedangkan pada wilayah Kabupaten Ngawi vegetasi dapat berupa sawah, ladang, perkebunan dan hutan yang pada prinsipnya mengandung nilai kehijauan.

### 3.4. Pengolahan Data Citra Tingkat Kerapatan Vegetasi

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



**Gambar 3.1.** Tampilan Menu Er Mapper

Tahap ini dimulai dari menampilkan data raster dan vektor, memperbaiki tampilan citra yang berupa kombinasi band yang ada pada citra, koreksi geometri

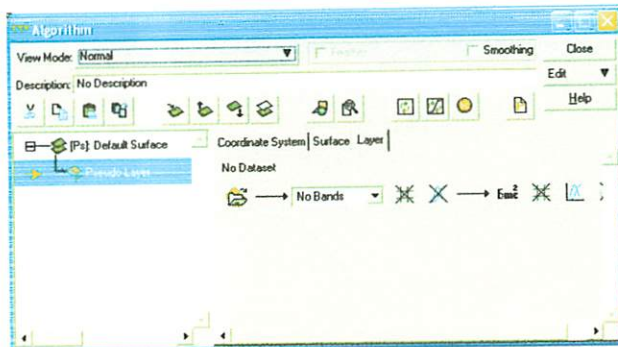
dilakukan untuk menyamakan sistem proyeksi citra pada bidang datar dengan proyeksi peta dan dalam tahapan ini juga dilakukan interpretasi digital. Adapun tahapan pekerjaan pada pengolahan data citra Landsat7-ETM Kabupaten Ngawi adalah sebagai berikut :

### 3.4.1. Menampilkan Citra

Menampilkan data Citra Landsat7-ETM Kabupaten Ngawi ke layar monitor dengan perangkat lunak Er Mapper 6.4

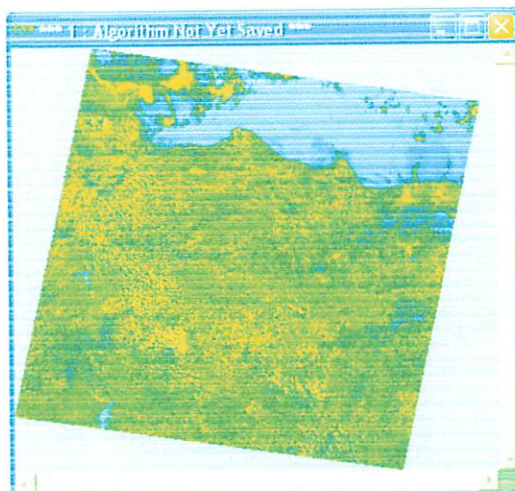
Adapun tahapan pekerjaannya adalah sebagai berikut :

1. Aktifkan program Er Mapper 6.4;
2. Dari Toolbars klik *New* dan klik *Edit Algorithm*;



Gambar 3.2. Tampilan Menu Algorithm

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



Gambar 3.3. Tampilan Citra

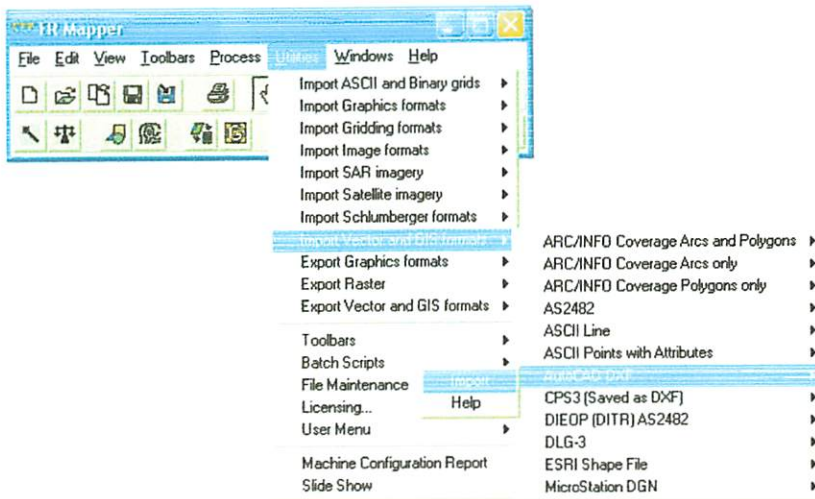
4. Pilih file *Ngawi.ers*, klik *OK*. Pada toolbar klik *Refresh* untuk menampilkan gambar citra dengan jelas pada layar monitor.

### 3.4.2. Import Data Vektor

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

Adapun langkah – langkahnya adalah sebagai berikut :

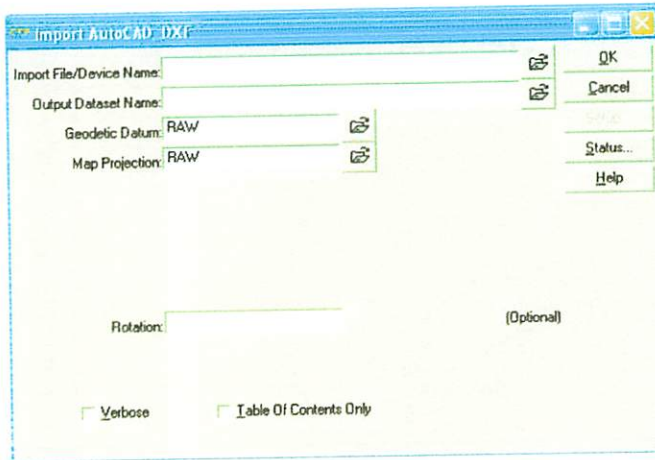
1. Pilih menu *Utilities*, pilih sub menu *Import Data Vektor and GIS Format*, pilih *Import*;



Gambar 3.4. Kotak Dialog *Import Vector and GIS Format*

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





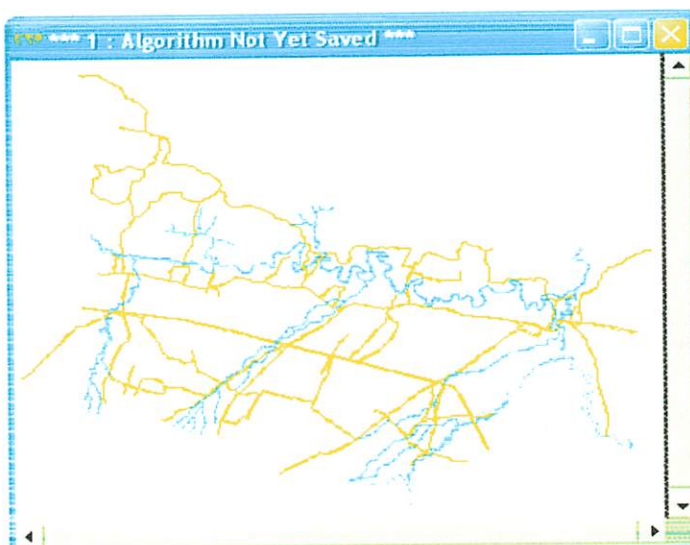


**Gambar 3.5.** Kotak Dialog Import Autocad\_DXF

### 3.4.3. Menampilkan Data Vektor

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

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





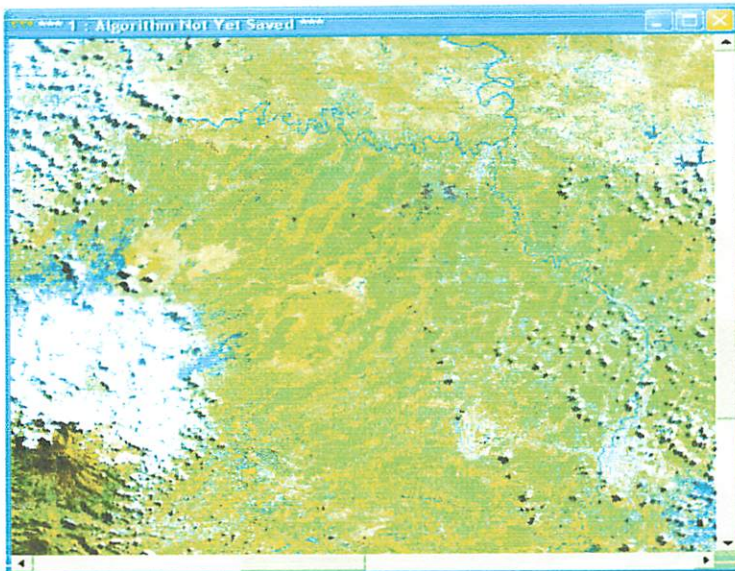
**Gambar 3.6.** Tampilan Data Vektor Sungai dan Jalan Hasil Import

#### 3.4.4. Pembuatan Citra Komposit

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

Adapun langkah – langkahnya sebagai berikut :

1. Buka Citra Landsat7-ETM dengan icon  akan nampak tampilan citra dalam window algorithm yang masih berwarna Greyscale, dalam kotak dialog algorithm akan tampak bahwa jenis surficenya Pseudocolor dan lyernya juga Pseudocolor;
2. Untuk membuat kombinasi warna kita harus membuat kombinasi dalam layer Red, Layer Green dan Layer Blue yaitu dengan mengaktifkan kelompok toolbar foresty dalam menu toolbar, lalu pilih  maka secara otomatis akan tampil citra sudah terkombinasi warna, dalam kotak dialog algorithm terlihat jenis surfacenya Red, Green dan Blue dengan setiap layer diisi band sesuai dengan kebutuhan interpretasinya dalam hal ini menggunakan kombinasi band 5 4 2.




**Gambar 3.7.** Citra Hasil Kombinasi

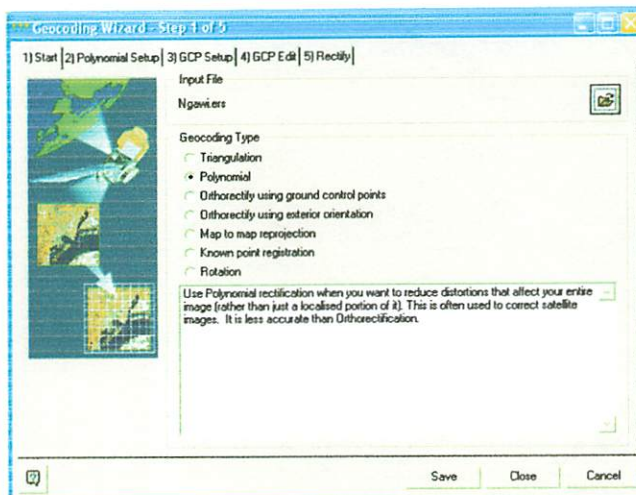


### 3.4.5. Koreksi Geometri

Koreksi Geometri Citra dengan data spasial sungai dan jalan dari peta topografi digital. Adapun langkah – langkah dalam proses koreksi geometri tersebut adalah sebagai berikut :




Pilih menu *Process* → *Geocoding Wizard* dan akan muncul kotak dialog *Geocoding Wizard*. Pada kotak dialog *Geocoding Wizard* terdapat lima tahapan sebagai berikut :

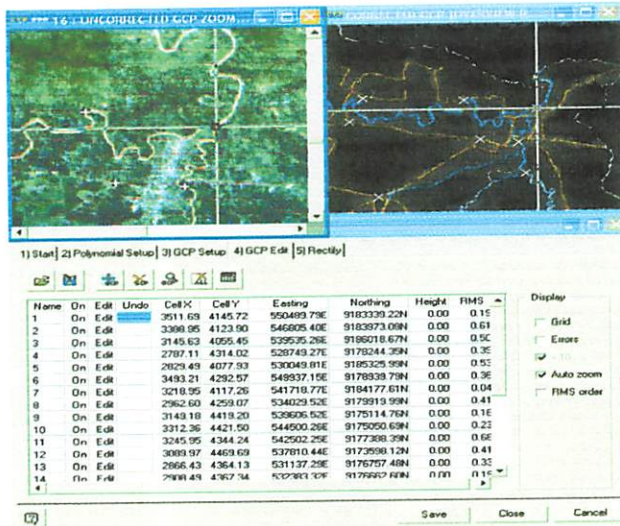
1. Pilih file *Ngawi.ers* yang akan dikoreksi geometri dari icon  serta tentukan *Geocoding Type*-nya adalah *Polynomial*.
2. Tentukan type *Polynomial Order* adalah *Linier*.
3. Tentukan *GCP Picking Method* dengan memilih *Geocoded Image, vector or algorithm* dan tentukan nama file acuan yaitu *Vector.alg*. Pada *Output Coordinate Space* akan nampak datum dan sistem proyeksi dari hasil citra akhir.



**Gambar 3.8.** *GCP Setup*

4. 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 vektor. Untuk menghapus titik kontrol yang salah pilih icon .



**Gambar 3.9. Proses Koreksi Geometri**

- Demikian selanjutnya sampai diperoleh penyebaran titik kontrol yang banyak dan merata.
5. Proses rektifikasi dilakukan pada saat pelaksanaan koreksi geometri dengan menampilkan titik-titik kontrol yang banyak dan merata pada obyek dipermukaan bumi.

### 3.4.6. Cropping Citra Landsat ETM

Untuk dapat melakukan pekerjaan cropping Citra Landsat ETM sesuai dengan daerah penelitian, maka terlebih dahulu antra Citra Landsat ETM yang terkoreksi dengan peta digital harus dioverlaykan. Langkah pekerjaannya adalah sebagai berikut :

1. Tampilkan citra melalui "*View Algorithm*" lalu pilih file yang berekstension "*\*.ers*" misal "*Ngawi.ers*" (file ini masih terdiri dari 6 band) lalu klik "*Edit*" → "*Info*" ganti sistem koordinat lokal dengan sistem koordinat UTM dan zone 49 serta datum menggunakan WGS 84 lalu klik "*Ok*".
2. Open "*Edit*" pada box menu "*View Algorithm*" → "*Add Vector Layer*" → "*Annotation*" → "*Load Dataset*" pilih file yang berekstensi "*\*.erv*" misal "*Kab\_Ngawi.erv*" kemudian klik "*Edit*" → "*Info*" ganti sistem koordinat seperti diatas dan klik "*Ok*" untuk menyimpan hasil perubahan.
3. Setelah Ctra terkoreksi yang terdiri dari 6 band overlay dengan peta dgita, kemudian klik "*Edit*" pada menu box "*View Algorithm*" maka akan muncul "*Defaulr surface*" yang didalamnya terdapat "*Pseudo Layer*", kemudian copy layer tersebut menjadi 6 layer dan ganti nama "*Pseudo Layer*" dengan nama band mulai band 1 s/d band 5 dan band 7.
4. Sesuaikan band dari citra 6 band dengan band-band yang baru dibuat dari "*Pseudo Layer*".
5. Setiap penyamaan band masukkan persamaan rumus dengan menekan tombol "*Emc<sup>2</sup>*" lalu klik toolbar "*Standard*" → "*Inside region polygon test*" lalu klik "*Region*" pilih input sesuai dengan peta digital yang menjadi batas penelitian. Klik icon "*Ps*" untuk memotong citra pada band selanjutnya sampai seluruh band terpotong.
6. Untuk menyimpan hasil cropping klik toolbar "*File*" → "*Save as dataset*" masukkan nama file baru, misalnya "*Ngawi\_crop.ers*" lalu klik "*Ok*" dan tunggu prosesnya.



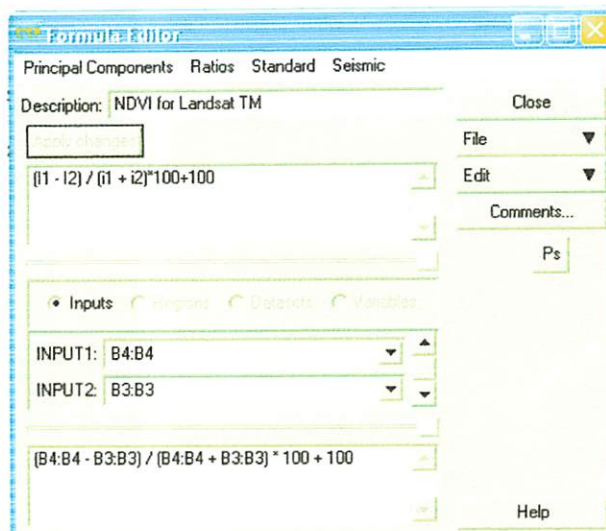


akan menghitung secara statistik untuk membagi dataset menjadi kelas-kelas sesuai dengan jumlah kelas yang kita inginkan. Perlu juga untuk memberikan warna dan nama untuk masing-masing kelas. Pada penelitian ini klasifikasi berdasarkan rumus NDVI yang ditransformasikan pada citra Landsat ETM melalui menu persamaan formula pada Software ER Mapper dan hasilnya dapat dilihat pada diagram histogram kemudian dari diagram histogram tersebut dapat ditentukan klasifikasi tingkat kerapatan vegetasi.

### 3.4.7.1. Transformasi NDVI

Langkah-langkah pekerjaannya adalah :

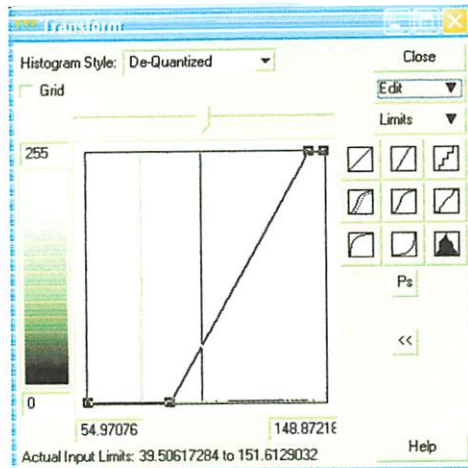
1. Tampilkan citra hasil dari cropping berupa citra Kabupaten Ngawi. Open “*View Algorithm*” → “*Load Dataset*” pilih file citra Kabupaten Ngawi misal “*Ngawi\_crop.ers*” → “*Ok*”.
2. Open “*Edit Formula*” maka akan muncul kotak “*Formula Editor*”.



**Gambar 3.12.** Tampilan Logika Proses Transformasi NDVI

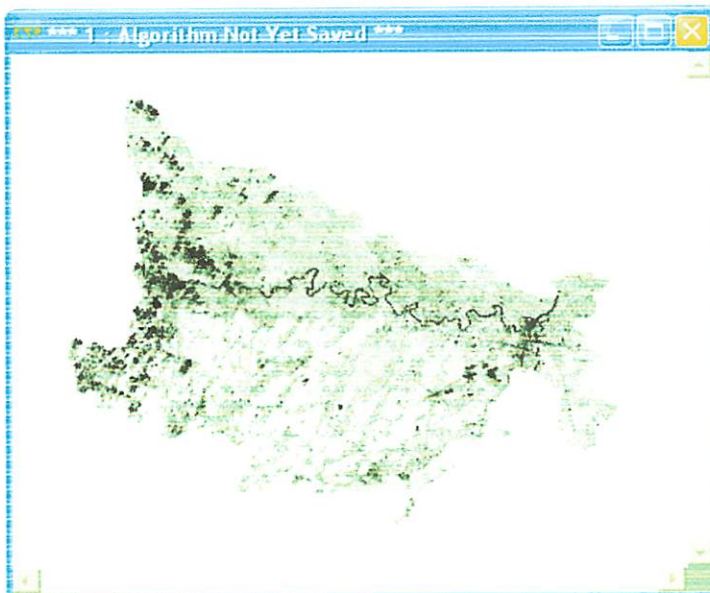
3. Kemudian kita harus memasukkan rumus NDVI seperti terlihat digambar 3.12 yang merupakan logika proses untuk menentukan “*Index Vegetasi*”.
4. Setelah itu klik “*Apply changes*”, kemudian klik “*Close*”.

5. Warna image akan berubah greyscale atau keabuan yang merupakan hasil dari transformasi NDVI.
6. Tampilkan “*Edit Transform Limits*” maka pada kotak akan terlihat nilai 0 dan 255 tetapi pada kalimat “*Actual Input Limits*” tertulis 39.5 to 151.6 yang adalah merupakan nilai asli dari data. Seperti gambar berikut :



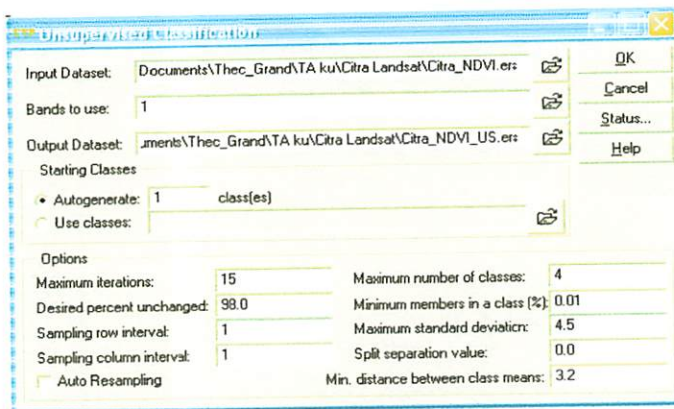
**Gambar 3.13.** *Tampilan Edit Transform Limit Hasil Transformasi NDVI*

7. Kemudian pada menu bars pilih “*File*” → “*Save as dataset*” untuk menyimpan tampilan baru menjadi nama baru untuk klasifikasi NDVI.



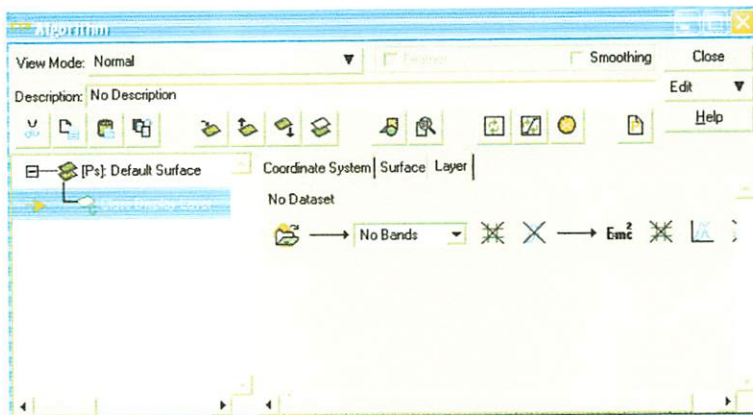
**Gambar 3.14.** *Citra Hasil Transformasi NDVI*

8. Pada menu pilih “*Proses*” → “*Classification*” → “*ISOCCLASS Unsupervised Classification*”. Klik “*Load Dataset*” pada “*Input Dataset*”, pilih file yang akan diklasifikasi, misal “*G:\My Phone\My Documents\Thec\_Grand\TA ku\Citra Landsat\Citra\_NDVI.ers*” dan pada “*input band*” pilih “*Pseudo Layer*”.



**Gambar 3.15.** Tampilan Proses Klasifikasi dengan Metode Unsupervised Classification

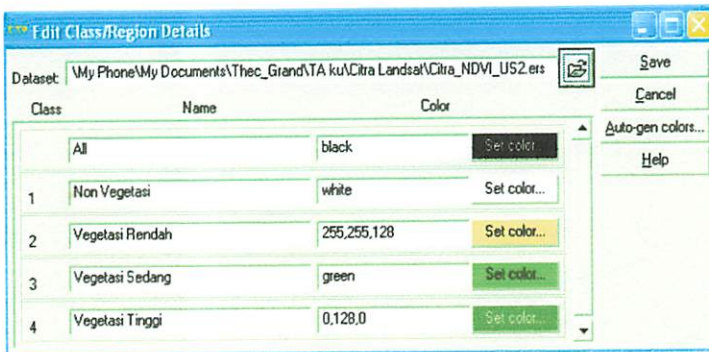
9. Pada “*Output Dataset*”, masukkan nama file hasil klasifikasi unsupervised, begitu juga masukkan nilai “*Maximum Iteration*”, “*Maximum Number of Class*” dan “*Maximum Standart Deviation*” seperti tampak pada gambar berikut:
10. Lalu klik “*Ok*” kemudian akan muncul kotak status dan tunggu prosesnya.
11. Hasil klasifikasi ditampilkan dengan mengklik “*Load Dataset*”, lalu ubah “*Pseudo Layer*” dengan mengklik kanan “*Class Display Layer*”.



**Gambar 3.16.** Tampilan kotak Algorithm dengan Class Display Layer

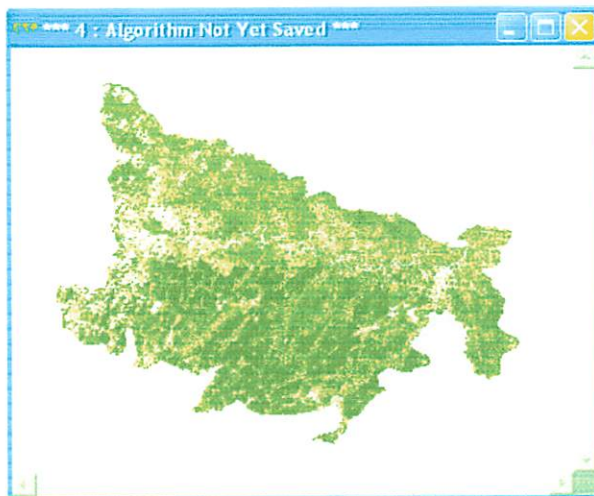


12. Image akan mengalami perubahan warna dengan warna greyscale (keabuan) sesuai warna ke-4 kelas dari kelas 1 sampai kelas 4. Apabila kelas 1 s/d 4 warnanya biru, maka image akan berwarna biru semua. Untuk itu kita harus merubah kembali warnanya pada menubars pilih “*Edit*” → “*Edit Class/Region Color and Name*”.
13. Ubah warna sesuai dengan nama kelas yang dimaksud (contoh : 1. Non Vegetasi /Coklat, 2. Vegetasi Rendah/Kuning, 3. Vegetasi Sedang/Hijau, 4. Vegetasi Tinggi/Hijau Tua).



**Gambar 3.17.** *Tampilan Kotak Edit Class/Region Color and Name*

14. Klik “*load Dataset*” pilih file yang sama pada kotak “*Edit Class/Region Details*”.



**Gambar 3.18.** *Citra Hasil Klasifikasi Tak Terbimbing*



### 3.4.7.2. Supervised Classification (Klasifikasi Terbimbing)

Disamping proses klasifikasi dilakukan dengan menggunakan metode unsupervised (Tidak terbimbing), dapat pula digunakan klasifikasi supervised (terbimbing). Metode ini digunakan ketika mempunyai pengetahuan yang cukup dari dataset dan pada posisi atau area mana suatu wilayah atau kelas-kelas tersebut berada di lapangan. Klasifikasi supervised memerlukan kelas-kelas yang menspesifikasikan wilayah-wilayah yang diinginkan (*Training Sampel*) dengan menggunakan sistem notasi dan menyimpannya dalam dataset raster.

Untuk penelitian ini kita mendefinisikan wilayah-wilayah untuk kelas-kelas vegetasi rendah, vegetasi sedang, vegetasi tinggi dan non vegetasi dengan menggambar wilayah latihannya, dengan menggambarkan poligon-poligon pada area dengan karakteristik-karakteristik spektral hasil transformasi NDVI.

Klasifikasi supervised kemudian akan mencari semua pixel dengan karakteristik-karakteristik spektral yang sama, sesuai dengan yang telah didefinisikan.

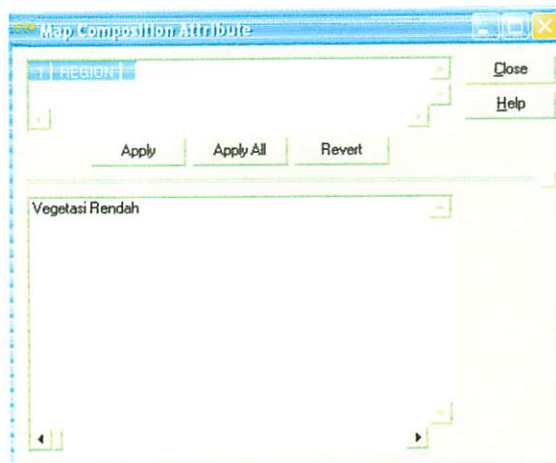
Langkah-langkah pekerjaannya adalah :

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



**Gambar 3.19.** *Tampilan New Map Composition*

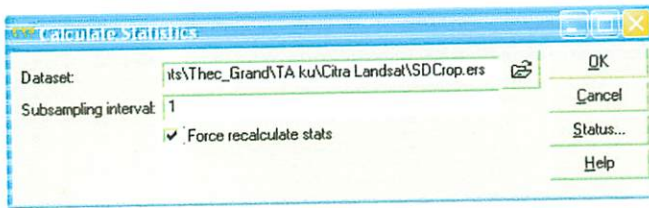
4. Dari kotak tools ini buat poligon training area yang mewakili obyek-obyek yang akan kita kelaskan. Klik icon “**Region Layer**” untuk memulai pengambilan poligon training area.
5. Buat poligon dengan mengklik kiri untuk memulai poligon dan seterusnya lalu diakhiri dengan mengklik kiri dua kali, maka poligon akan menutup. Misalnya kelas pertama adalah vegetasi rendah, maka buat poligon pada daerah vegetasi rendah. Kemudian klik icon “**ABC**” akan muncul kotak “**Map Composition Attribute**”.



**Gambar 3.20.** *Tampilan Kotak Map Composition Attribute*

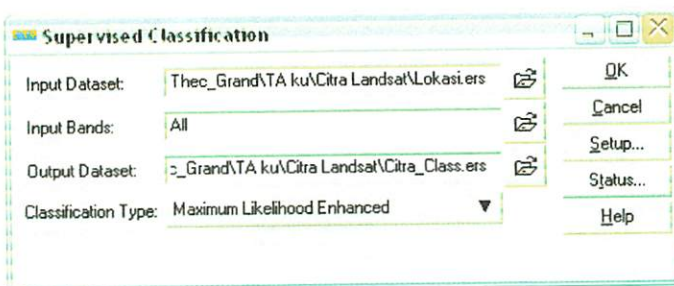
6. Ketikkan nama kelasnya, misal : vegetasi rendah, kemudian klik “**Apply**”.

7. Setelah itu save region ke dalam file. Akan muncul message yang menandakan poligon tersebut telah tersimpan dalam file.
8. Lakukan proses yang sama untuk obyek-obyek yang lain. Setelah semua obyek terwakili melalui poligon training area, kemudian klik “*Close*” pada kotak “*Tools*”. Kemudian pada menubars pilih “*Process*” → “*Calculate Statistic...*” dan akan muncul kotak dialog baru.



**Gambar 3.21.** *Tampilan Calculate Statistic*

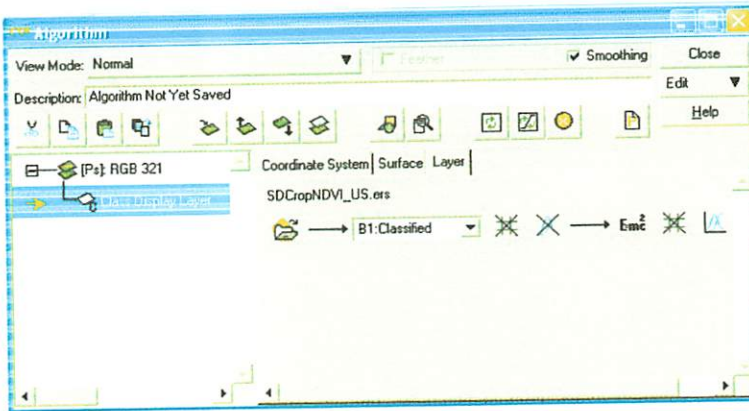
9. Klik “*Load Dataset*” pada “*Dataset*”, kemudian pilih file tadi yang telah kita training area.
10. Isikan nilai 1 pada “*Subsampling Interval*”, kemudian pada kotak “*Force Recalculate Stats*” klik sehingga seperti pada gambar 3.19. kemudian klik “*Ok*”.
11. Pada menu bars pilih “*Process*” → “*Classification*” → “*Supervised Classification*”.



**Gambar 3.22.** *Tampilan Box Supervised*

12. Klik “*Load Dataset*” pada “*Input Dataset*”. Pilih file yang telah di Calculate Statistic.
13. “*Input band*” pilih “*all*” karena hanya terdapat satu band saja (*Pseudo Layer*).

14. “*Output Dataset*” biasanya sudah memberi nama secara otomatis dengan menambahkan akhiran “\_class” pada nama file input. Kemudian klik “*Ok*”.
15. Untuk menampilkan hasil klasifikasi, klik “*load dataset*” atau dari menu bars klik “*View*” → “*Algorithm...*”.
16. Kemudian ubah “*Pseudo Layer*” dengan mengklik kanan menjadi “*Class Display Layer*”.



**Gambar 3.23.** Tampilan *Class Display Layer* pada *Box Algorithm*

17. Akan muncul kotak image berwarna putih, karena kelas-kelas tersebut belum diberi warna.
18. Untuk memberi warna, pada menu bars pilih “*Edit*” → “*Edit Class/Region Color and Name...*”.

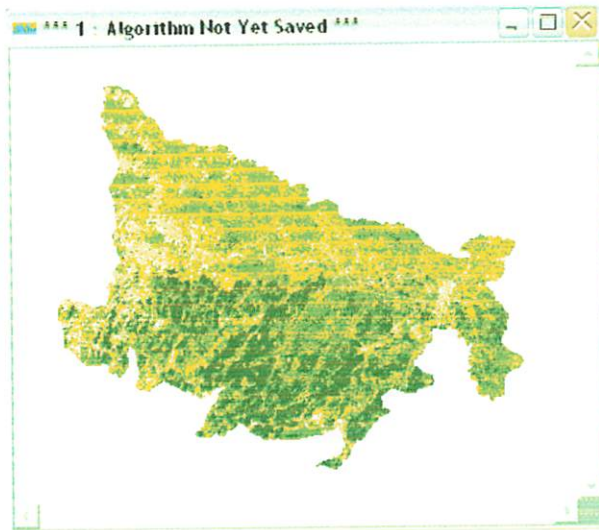


**Gambar 3.24.** Tampilan Kotak *Edit Class/Region Details*

19. Ganti warna dengan mengklik **“Set Color”** sesuai dengan warna yang diinginkan.

Kemudian **“Save”** lalu **“Cancel”** untuk menutup kotak.

20. Klik **“Load Dataset”** kembali pada file yang sama pada kotak **“Algorithm”**.



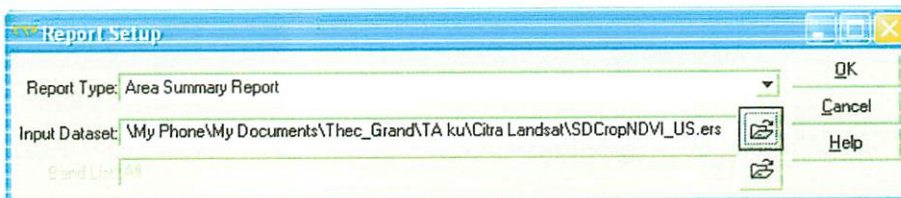
**Gambar 3.25.** Citra Hasil Klasifikasi Terbimbing

#### 3.4.8. Menghitung Luasan dari Setiap Kelas

Setelah pemrosesan klasifikasi tingkat kerapatan vegetasi menjadi 4 kelas, maka dilakukan proses perhitungan luasan dari masing-masing kelas tersebut.

Langkah-langkah pekerjaannya adalah :

1. File yang berisikan kelas-kelas vegetasi yang akan dihitung luasnya, klik **“Calculate Statistic”** terlebih dahulu. Dari menu bars pilih **“View”** → **“Statistic”** → **“Area Summary Report”**.



**Gambar 3.26.** Tampilan Proses Menghitung Luasan

2. Kemudian pilih file yang akan dihitung luasnya, lalu klik **“Ok”**.



3. Maka akan muncul luasan pada setiap kelas dalam satuan hektar, kilometer, persegi, area dan mil persegi.

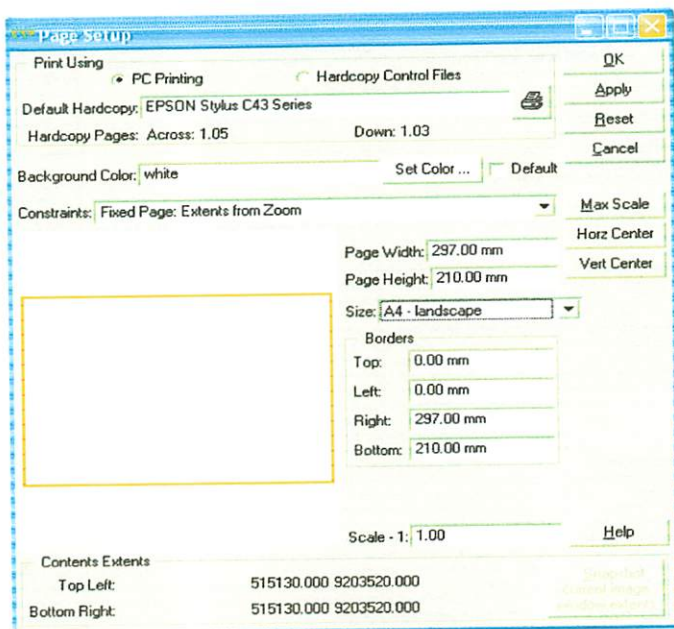
### 3.4.9. Anotasi/Komposisi Peta

Komposisi peta memungkinkan untuk mempresentasikan citra-citra secara profesional dan penuh arti. Kualitas kartografik peta pada Er Mapper dapat membuat grid, skala bar, blok title, panah arah utara, logo perusahaan, legenda, legenda klasifikasi.

Fasilitas anotasi dan komposisi peta Er Mapper dapat digunakan untuk membuat peta citra yang berkualitas yang mengandung data raster, vektor dan tabular. Anotasi memungkinkan untuk menggambar secara langsung dilayar komputer dengan menggunakan fasilitas teks, garis, poligon dan lain-lain.

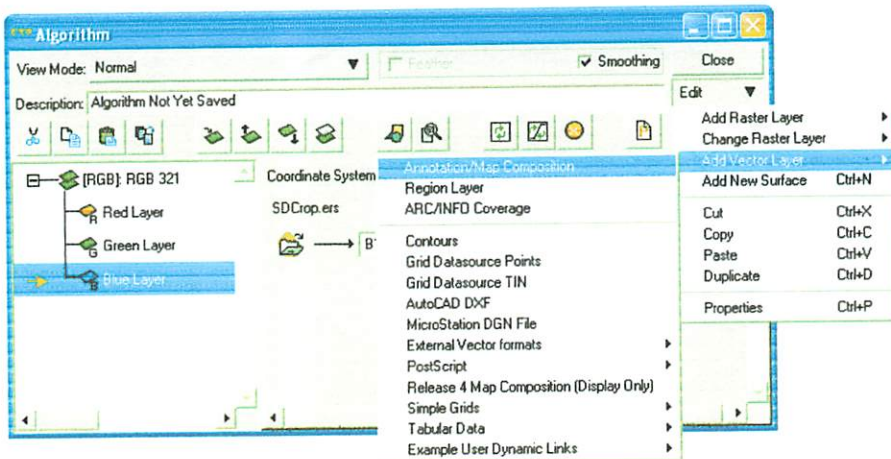
Langkah-langkah pekerjaannya adalah :

1. Dari menu bars pilih **"File"** → **"Page Setup"**. Maka akan muncul kotak sebagai berikut :



**Gambar 3.27.** Tampilan Box Page Setup

2. Set “**Background Color**” dengan warna putih. Lalu pilih “**Constrains : Auto Vary Borders**”, pilihan ini memungkinkan kita untuk membuat skala peta yang cukup dengan kertas.
3. Pilih “**Size**” → “**A4-landscape**”, pilihlah ukuran beragam kita bebas memilih kertas yang akan digunakan.
4. Set “**Scale 1:200000**”, nilai seper skala tidak bisa lebih kecil dari default/nilai aslinya, tetapi dapat lebih besar dari nilai aslinya.
5. Posisikan image (warna biru/kotak dala) sesuai dengan posisi kertas (warna merah/kotak luar), dengan mengatur “**Borders**” kita dapat menempatkan image dimana saja.
6. Klik “**Apply**” → “**Ok**” bila sudah sesuai dengan yang kita inginkan.
7. dari dialog box “**Algorithm**” pilih “**Edit** “ → “**Add Vector Layer**” → “**Annotation/Map Composition**”. Maka di algorithm akan tambah satu layer yaitu “**Annotation Layer**”.



Gambar 3.28. Tampilan Add Vector Layer

8. Klik icon “**Annotate Vector Layer**” dengan “**Annotation Layer**” disorot dan akan muncul kotak “**Annotation Tools Box**”, seperti gambar 3.26 (a).

The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. It emphasizes that every entry should be supported by a valid receipt or invoice. This ensures transparency and allows for easy verification of the data.

In the second section, the author details the various methods used to collect and analyze the data. This includes both manual and automated processes. The goal is to ensure that the information gathered is both reliable and comprehensive.

The third part of the document focuses on the results of the analysis. It shows that there is a clear trend in the data, which suggests that the current strategy is effective. However, there are some areas where improvement is needed, particularly in terms of efficiency and cost reduction.


Finally, the document concludes with a series of recommendations for future action. These include implementing new software tools, training staff on best practices, and conducting regular audits to ensure ongoing compliance and accuracy.

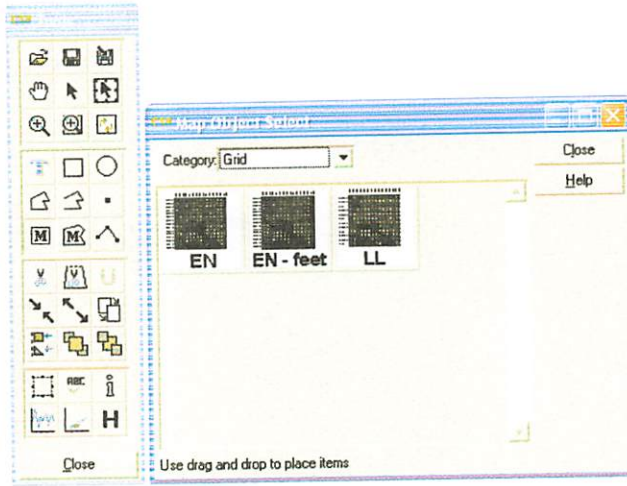
The following table provides a summary of the key findings from the analysis. It shows the percentage change in various metrics over the specified period.

Metric	Q1 2023	Q2 2023	Q3 2023	Q4 2023
Revenue	100%	105%	110%	115%
Expenses	100%	98%	95%	92%
Profit Margin	100%	108%	115%	122%
Customer Satisfaction	100%	102%	105%	108%
Operational Efficiency	100%	103%	107%	110%

Based on these findings, it is recommended that the company continue to invest in technology and staff development to further optimize performance.



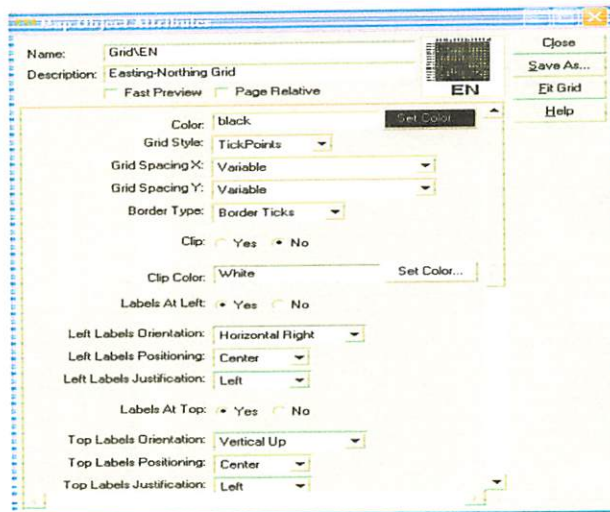
9. Klik  “*Map Rectangle*” untuk memulai komposisi peta, kemudian akan muncul kotak “*Map Object Select*” seperti gambar 3.26 (b).



(a) (b)




Gambar 3.29. Tampilan : (a) Tools, (b) Map Object Select

10. Kemudian pilih “*Category : Grid*”, pilih gambar dengan huruf “*EN*” (Easting Northing/UTM). Drag gambar “*EN*” kedalam citra yang akan diberi anotasi.

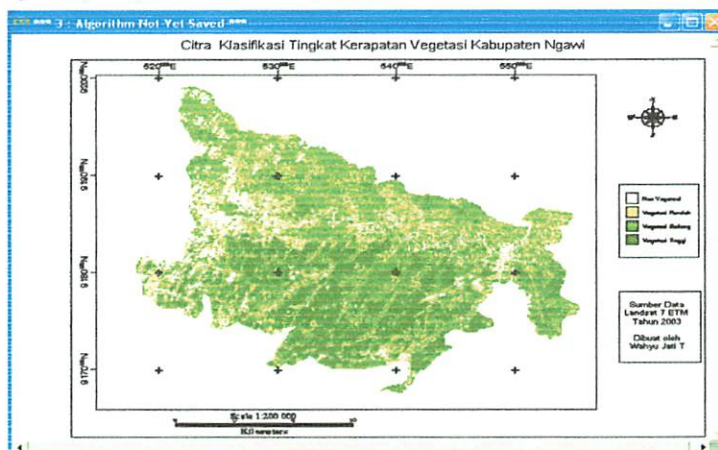


Gambar 3.30. Tampilan Box Map Object Attributes

11. Pada kotak “*Map Object Attributes*”, klik “*Fit Grid*” agar grid masuk kedalam citra. Kemudian atur “*Grid Spacing X* dan *Y*” agar posisi tulisan geografisnya terlihat.

12. Ubah “*Left Labels Orientation*” menjadi “*Vertical Up*”, sedangkan “*Top Labels Orientation*” menjadi “*Horizontal Right*”.
13. Kemudian pilih “*Category : Legenda\_Item*”, untuk memasukkan legenda pilih “*Classification Legend*”.
14. Pada kotak “*Map Object Attributes*”, load data pada “*Classified Raster File*”, kemudian klik “*Page Relative*” saja dan non aktifkan “*Fast Prview*”. Hapus tulisan pada kolom “*Label*” dan tekan “*Enter*”.
15. kemudian masukkan penunjuk arah utara dan skala bar, dengan mencari pada “*Category*”.
16. Untuk menuliskan judul serta keterangan-keterangan lain, klik  kemudian buat kotak pada peta dimana tulisan tersebut akan ditempatkan. Ukuran huruf dapat dirubah dengan merubah angkanya.
17. Untuk membawa tulisan atau gambar, klik  kemudian klik pad objek yang akan dipindahkan.
18. Simpan anotasi yang telah dibuat dengan mengklik icon  pada “*Tools*”, pilih “*Vector*” dan beri nama.

Berikut contoh peta yang telah di komposisi :



**Gambar 3.31.** Tampilan Citra Klasifikasi Tingkat Kerapatan Vegetasi

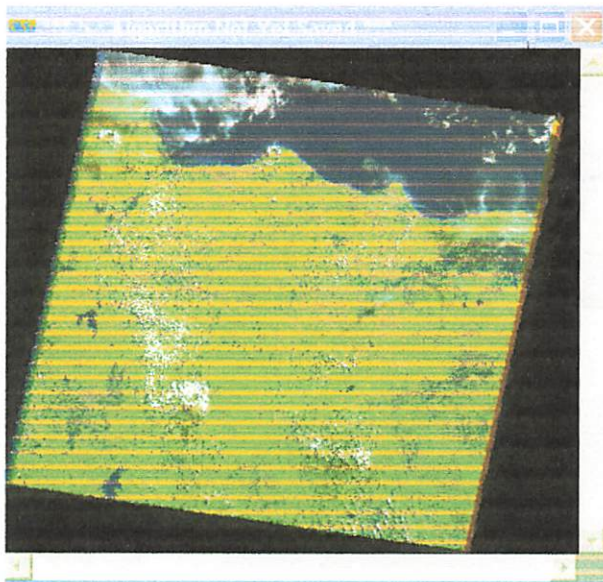
## BAB IV

### PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

Data hasil analisa visual dari data citra Landsat 7 ETM dan data spasial yang berupa Peta Topografi, Peta Administrasi diolah dengan menggunakan Software ER Mapper versi 6.4.

#### 4.1. Analisa Pengolahan Citra Komposit

Dalam penginderaan jauh dikenal citra komposit yang merupakan perpaduan dari beberapa saluran atau band yang ada pada citra. Penyusunan citra komposit dimaksudkan untuk memperoleh gambar visual yang lebih baik seperti halnya foto udara inframerah berwarna, sehingga pengamatan objek, pemilihan sampel dan aspek estetika citra dapat diperbaiki. Dalam teori warna ada tiga warna dasar, yaitu : merah; hijau, biru. Berikut ini tampilan citra tahun perekaman 2003 yang sudah di FCC (*False Color Composit*) dengan kombinasi band 5, band 4, band 2. Band-band tersebut merupakan kombinasi yang terbaik untuk tujuan mendeteksi vegetasi.



**Gambar 4.1.** Citra Landsat 7 ETM Dengan Kombinasi 542



## 4.2. Analisa Koreksi Geometrik

Untuk menghilangkan adanya kesalahan yang disebabkan oleh sensor, wahana dan obyek yang direkam, maka citra perlu untuk dilakukan koreksi geometrik. Data citra Landsat 7 ETM harus dikoreksi geometrik terhadap sistem koordinat bumi, agar semua informasi data citra telah sesuai keberadaanya dibumi. Dalam hal ini menentukan obyek pada sistem koordinat bumi pada Peta Rupa Bumi Indonesia tahun penerbitan 2001 skala 1:25.000 yang posisinya sama dengan obyek pada citra. Hal ini disebut dengan “*Rektifikasi*” yaitu proses koreksi geometrik antara citra belum terkoreksi dengan peta (*Image to Map*).



Gambar 4.2. Tampilan Hasil Koreksi Geometrik

Tabel 4.1. Kedudukan Titik Sekutu

Point	Koordinat		Keterangan	Kecamatan
	Easting	Northing		
"1"	550489.787	9183339.222	Pertigaan Sungai	Ngawi
"2"	546805.401	9183973.088	Tikungan Sungai	Ngawi
"3"	539535.264	9186018.669	Tikungan Sungai	Pitu
"4"	528749.272	9178244.355	Pertigaan Jalan	Widodaren
"5"	530049.815	9185325.986	Pertigaan Sungai	Widodaren
"6"	549937.153	9178939.791	Pertigaan Sungai	Ngawi
"7"	541718.769	9184177.606	Tikungan Sungai	Pitu
"8"	534029.521	9179919.990	Perempatan Jalan	Kedunggalar
"9"	539606.520	9175114.761	Perempatan Jalan	Paron

"10"	544500.263	9175050.693	Perempatan Jalan	Paron
"11"	542502.248	9177388.391	Perempatan Jalan	Paron
"12"	537810.444	9173598.115	Pertigaan Jalan	Paron
"13"	531137.289	9176757.480	Perempatan Jalan	Kedunggalar
"14"	532383.324	9176662.604	Pertigaan Jalan	Kedunggalar
"15"	535440.596	9176159.598	Pertigaan Jalan	Kedunggalar
"16"	547628.417	9181244.210	Pertigaan Jalan	Ngawi
"17"	549586.669	9181042.162	Jembatan	Ngawi
"18"	541042.795	9182555.280	Pertigaan Jalan	Kedunggalar
"19"	537245.574	9182425.676	Pertigaan Jalan	Kedunggalar
"20"	536253.834	9185716.797	Pertigaan Sungai	Kedunggalar
"21"	538448.902	9184083.999	Pertigaan Sungai	Kedunggalar
"22"	535859.325	9188899.859	Pertigaan Sungai	Pitu
"23"	526789.265	9193718.949	Pertigaan Jalan	Widodaren
"24"	529422.846	9183750.253	Perempatan Jalan	Widodaren
"25"	524684.820	9177419.569	Perempatan Jalan	Widodaren

Pada penelitian ini ditentukan 25 titik sekutu yang tersebar merata diseluruh daerah penelitian.

**Tabel 4.2. Data Hasil Koreksi Geometrik**

Map Projection : SUTM49  
Datum : WGS84

Point	Cell-X	Cell-Y	Easting	Northing	RMS	(X-Xrata-rata) <sup>2</sup>
"1"	3511.690	4145.716	550489.787	9183339.222	0.190	0.014
"2"	3388.946	4123.898	546805.401	9183973.088	0.606	0.088
"3"	3145.633	4055.445	539535.264	9186018.669	0.498	0.036
"4"	2787.114	4314.020	528749.272	9178244.355	0.392	0.007
"5"	2829.494	4077.929	530049.815	9185325.986	0.530	0.049
"6"	3493.212	4292.569	549937.153	9178939.791	0.356	0.002
"7"	3218.947	4117.264	541718.769	9184177.606	0.036	0.075
"8"	2962.597	4259.074	534029.521	9179919.990	0.410	0.010
"9"	3149.178	4419.204	539606.520	9175114.761	0.157	0.023
"10"	3312.358	4421.503	544500.263	9175050.693	0.226	0.007
"11"	3245.947	4344.240	542502.248	9177388.391	0.657	0.120
"12"	3089.970	4469.693	537810.444	9173598.115	0.412	0.011
"13"	2866.427	4364.135	531137.289	9176757.480	0.329	0.000
"14"	2908.493	4367.340	532383.324	9176662.604	0.186	0.015
"15"	3010.542	4384.434	535440.596	9176159.598	0.313	0.000
"16"	3416.333	4215.582	547628.417	9181244.210	0.206	0.011
"17"	3481.426	4221.834	549586.669	9181042.162	0.422	0.013
"18"	3196.614	4171.473	541042.795	9182555.280	0.150	0.026
"19"	3069.648	4175.837	537245.574	9182425.676	0.472	0.026
"20"	3036.499	4065.663	536253.834	9185716.797	0.081	0.052
"21"	3109.937	4120.308	538448.902	9184083.999	0.066	0.060
"22"	3023.037	3959.681	535859.325	9188899.859	0.130	0.032

"23"	2720.541	3798.919	526789.265	9193718.949	0.533	0.050
"24"	2809.148	4130.747	529422.846	9183750.253	0.247	0.004
"25"	2651.436	4341.561	524684.820	9177419.569	0.140	0.029

Average RMS error : 0.310  
 Total RMS error : 7.744  
 Total  $(X - X_{rata-rata})^2$  : 0.75935779

Perhitungan standart deviasi untuk data hasil koreksi geometrik adalah sebagai berikut :

- Jumlah titik sekutu adalah 25, maka dari data koreksi geometrik tersebut dapat dihitung standart deviasi dan besarnya kesalahan sebagai berikut :

- Jumlah nilai RMS error : 7.744
- Jumlah titik sekutu : 25
- Rata-rata :

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

$$X_{rata-rata} = \frac{7.744}{25} = 0.310$$

- Jumlah  $(X - X_{rata-rata})^2$  : 0.759
- Maka besarnya standart deviasi :

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X - X_{rata-rata})^2}{n-1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{0.75935779}{25-1}} = \sqrt{\frac{0.75935779}{24}} = 0.1778761$$

Jadi besarnya nilai kesalahan (*RMS Error*) untuk koreksi geometrik adalah 0,1778761 piksel. Maka besarnya nilai kesalahan untuk koreksi geometrik tersebut adalah :  $0.1778761 * 30 = 5.3362831$  meter.

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

### **1. Faktor Manusia**

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

### **2. Metode yang Digunakan**

Nilai kesalahan (*RMS Error*) juga akan semakin besar jika dalam pelaksanaan koreksi geometrik metode yang digunakan tidak sesuai dengan bentuk kesalahan geometrik yang ada pada citra Landsat 7 ETM. Dimana jika dilakukan penggunaan metode yang tepat akan menghasilkan nilai RMS yang kecil dan hasil koreksi yang teliti.

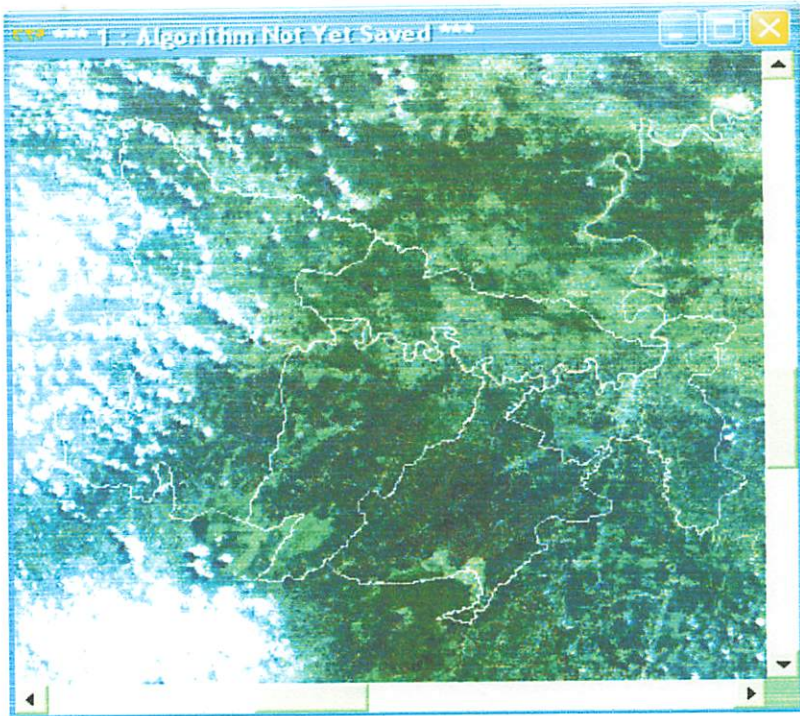
### **3. Distribusi Titik Sekutu yang Kurang Baik**

Penentuan **Titik Sekutu** diusahakan merata pada seluruh daerah citra Landsat 7 ETM, sehingga kesalahan geometrik dapat terkoreksi keseluruhan serta seimbang.

Dari hasil ketelitian (*Standart Deviasi*) dari RMS pada pelaksanaan koreksi geometrik citra Landsat 7 ETM, besarnya kesalahan tersebut masih dapat diterima karena nilai kesalahan mendekati nilai nol.

### 4.3. Overlay Citra dengan Peta

Setelah penyamaan sistem koordinat pada citra dan peta, maka dengan menggunakan langkah-langkah overlay secara otomatis peta akan overlay pada citra sesuai posisi koordinat pada citra dan peta. Hasil overlay dapat dilihat pada gambar berikut :

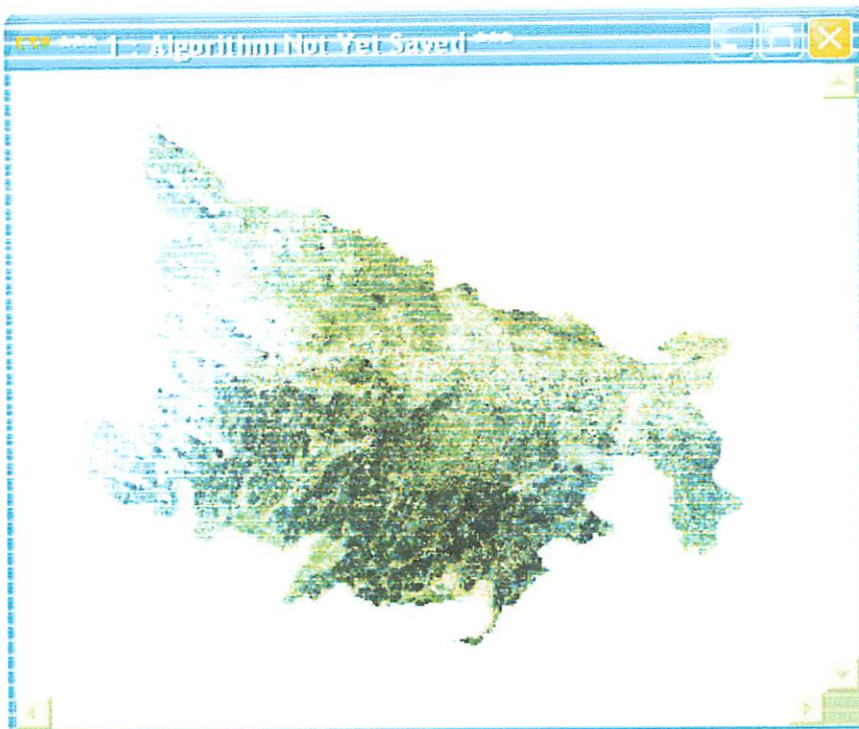


**Gambar 4.3.** *Tampilan Hasil Overlay Citra-Peta*



#### 4.4. Analisa Cropping Citra Landsat ETM

Data hasil scene umumnya mencakup wilayah yang cukup luas, kadang-kadang tidak semua data yang tercakup dalam scene tersebut dibutuhkan. Seperti data yang mencakup Jawa Timur, dimana hanya dibutuhkan informasi tingkat kerapatan vegetasi wilayah Kecamatan Ngawi, Kecamatan Pitu, Kecamatan Widodaren, Kecamatan Kedunggalar dan Kecamatan Paron pada Kabupaten Ngawi saja, maka sebaiknya dilakukan pemotongan scene tersebut sesuai dengan daerah penelitian. Hal ini untuk memperkecil besar file yang digunakan serta mempercepat proses-proses dalam ER Mapper bila dibandingkan dengan mengolah data satu scene penuh. Pengcroppingan image dapat dilakukan sebelum atau setelah koreksi geometrik. Namun pada penelitian ini cropping image dilakukan setelah koreksi geometrik, seperti tampak pada gambar berikut :



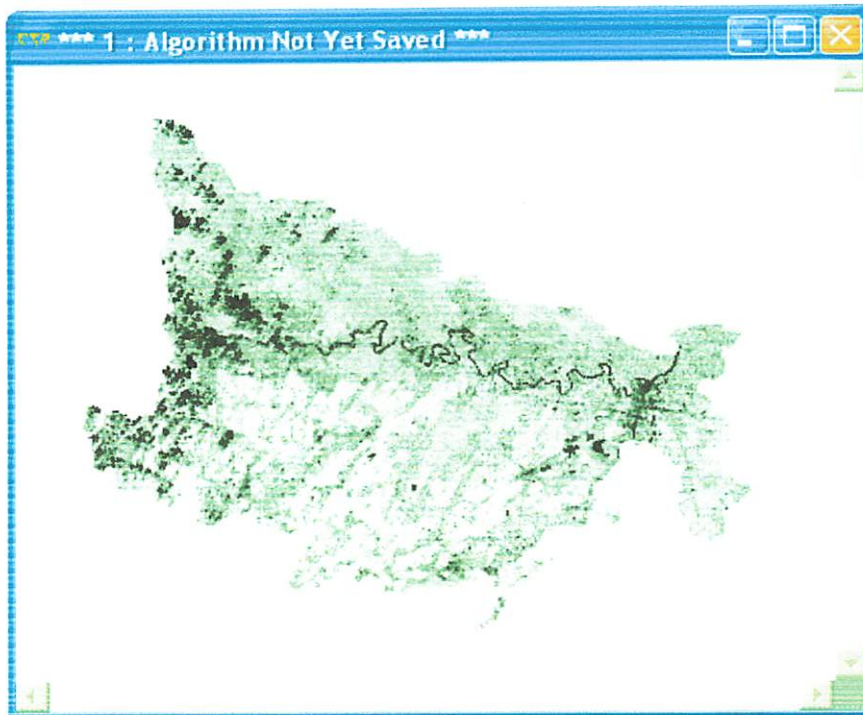
**Gambar 4.4.** *Tampilan Cropping Citra dengan Peta*

#### 4.5. Analisa Transformasi NDVI

Setelah didapat data citra cropping wilayah penelitian, maka data citra tersebut ditransformasi dengan menggunakan rumus Nilai Digital :

$$ND = \frac{Band4 - Bband3}{Band4 + Band3} * 100 + 100 \text{ (CGIS at Towson University)}$$

pada "*Formula Edit*", maka dengan sendirinya warna pada citra tersebut akan berubah menjadi grayscale dengan tampilan pseudo layer. Seperti tampak pada gambar berikut :

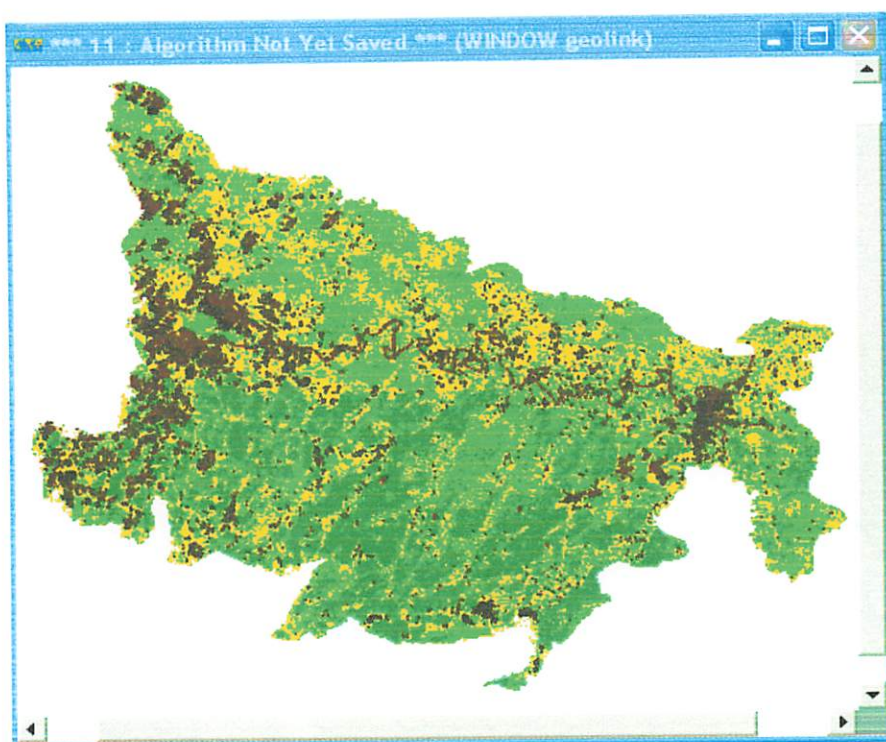


**Gambar 4.5.** *Tampilan Citra Hasil Transformasi NDVI*

NDVI digunakan sebagai formula untuk menentukan tingkat kerapatan vegetasi karena dapat menghitung rasio pembagian nilai pantulan antara band merah dengan band inframerah dekat dari spektrum elektromagnetik. Dua band spektral ini dipilih karena paling mempengaruhi dalam penentuan penyerapan klorofil pada daun dan kerapatan vegetasi hijau.

#### 4.6. Analisa Klasifikasi Tingkat Kerapatan Vegetasi

Dari hasil transformasi NDVI diperoleh citra NDVI dengan tampilan pseudo layer berwarna greyscale, maka pada "*Edit Transformasi Limit*" diketahui nilai index vegetasi. Dalam hal ini klasifikasi didasarkan pada nilai index vegetasi tersebut, kemudian melakukan editing klas dan warna pada "*Edit Class Region/Warna*" sesuai dengan nama klasifikasi tingkat kerapatan vegetasi dan diberi warna sesuai dengan yang diinginkan.



**Gambar 4.6.** Tampilan Hasil Klasifikasi Tingkat Kerapatan Vegetasi

#### 4.6.1. Analisa Luasan dari Setiap Kelas

Untuk memperoleh luasan dari setiap kelas, maka file yang berisikan kelas-kelas dilakukan “*Calculate Statistic*” terlebih dahulu. Kemudian dari menubars pilih “*View*” → “*Statistic*” → “*Area Summary Report*” maka secara otomatis diperoleh luasan tiap kelas, dimana terdiri dari kelas vegetasi rendah ; kelas vegetasi sedang ; kelas vegetasi tinggi dan kelas non vegetasi. Hasil luasan tiap kelas dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 4.3. Data Nilai Luasan Tiap Kelas**

<b>Class/Region</b>	<b>Hectares</b>	<b>Sq. Km</b>	<b>Acres</b>	<b>Sq. Miles</b>
1. Non Vegetasi	6311.880	63.120	15596.996	24.370
2. Vegetasi Rendah	13857.570	138.575	34242.804	53.504
3. Vegetasi Sedang	23456.430	234.564	57962.105	90.566
4. Vegetasi Tinggi	9896.040	98.960	24453.649	38.209
5. Sungai	1066.140	10.662	2634.489	4.116
6. Awan	3018.060	30.180	7457.790	11.652
<b>Jumlah</b>	<b>57606.120</b>	<b>576.061</b>	<b>142347.833</b>	<b>222.417</b>

Dari data tabel 4.3. tersebut, maka dapat dihitung prosentase tingkat kerapatan masing-masing kelas sebagai berikut :

1. Kelas Non Vegetasi diperoleh luasan 63.120 Km<sup>2</sup>, maka prosentase tingkat kerapatannya untuk non vegetasi ( $X_n$ ) adalah :

$$X_n = \frac{L_i}{N} * 100\% , \text{ dimana : } N = \text{Luasan keseluruhan kelas}$$
$$L_i = \text{Luas pada kelas } i$$

Maka :

$$X_n = \frac{63.120}{576.061} * 100\%$$

$$X_n = 10.96\%$$

Jadi estimasi prosentase tingkat kerapatan non vegetasi adalah 10.96%.

2. Kelas Vegetasi Rendah diperoleh luasan 138.575 Km<sup>2</sup>, maka prosentase tingkat kerapatan (Xr) adalah :

$$Xr = \frac{Li}{N} * 100\%$$

$$Xr = \frac{138.575}{576.061} * 100\%$$

$$Xr = 24.06\%$$

Jadi estimasi prosentase tingkat kerapatan vegetasi rendah adalah 24.06%.

3. Kelas Vegetasi Sedang diperoleh luasan 234.564 Km<sup>2</sup>, maka prosentase tingkat kerapatan vegetasi sedang (Xs) adalah :

$$Xs = \frac{Li}{N} * 100\%$$

$$Xs = \frac{234.564}{576.061} * 100\%$$

$$Xs = 40.72\%$$

Jadi estimasi prosentase tingkat kerapatan vegetasi sedang adalah 40.72%.

4. Kelas Vegetasi Tinggi diperoleh luasan 98.960 Km<sup>2</sup>, maka prosentase tingkat kerapatan untuk vegetasi tinggi (Xt) adalah :

$$Xt = \frac{Li}{N} * 100\%$$

$$Xt = \frac{98.960}{576.061} * 100\%$$

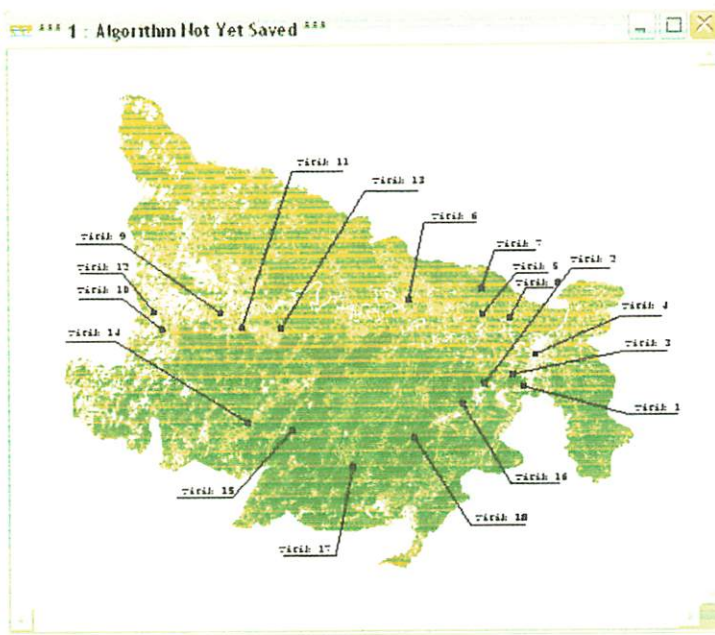
$$Xt = 17.18\%$$

Jadi estimasi prosentase tingkat kerapatan vegetasi tinggi adalah 17.18%.



#### 4.6.2. Cek Lapangan (Ground Truth)

Tujuan dari Cek Lapangan (*Ground Truth*) adalah untuk mendapat kepastian dari hasil proses klasifikasi yang dilakukan apakah sudah benar atau masih salah. Dalam penelitian ini cek lapangan dilakukan pada daerah yang meragukan dari proses klasifikasi dan sebaran titik titik verifikasi lapangan dapat dilihat pada gambar 4.7.



**Gambar 4.7.** Titik-Titik Cek Lapangan

Berikut ini adalah data dan foto dari tiap-tiap daerah cek lapangan :

##### 1. Kecamatan Ngawi

Luas wilayah Kecamatan Ngawi 72.194 Km<sup>2</sup>. Tingkat kerapatan vegetasi tiap kelas :

##### a. Vegetasi Rendah

Koordinat pengamat 548316 E ; 9179654 N, luas wilayah training sampel 7.000 m<sup>2</sup>, jenis tanaman : kacang tanah.



**Gambar 4.7.1. Titik 1**

b. Vegetasi Sedang

Koordinat pengamat 545733 E ; 9179806 N, luas wilayah training sampel 4.000 m<sup>2</sup>, jenis tanaman : padi dan tebu.



**Gambar 4.7.2. Titik 2**

c. Vegetasi Tinggi

Koordinat pengamat 547614 E ; 9180493 N, luas wilayah training sampel 6.000 m<sup>2</sup>, jenis tanaman : hiterogen.



**Gambar 4.7.3. Titik 3**

d. Non Vegetasi

Koordinat pengamat 549095 E ; 9181807 N, luas wilayah training sampel 60.000 m<sup>2</sup>.



**Gambar 4.7.4. Titik 4**

2. Kecamatan Pitu

Luas wilayah Kecamatan Pitu 80.563 Km<sup>2</sup>. Tingkat kerapatan vegetasi tiap kelas:

a. Vegetasi Rendah

Koordinat pengamat 545596 E ; 9184501 N, luas wilayah training sampel 8.000 m<sup>2</sup>, jenis tanaman : kacang tanah, jagung dan ubi kayu.





**Gambar 4.7.5. Titik 5**

b. Vegetasi Sedang

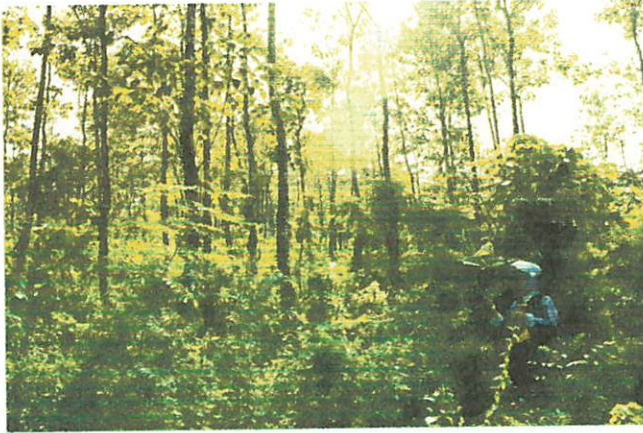
Koordinat pengamat 540752 E ; 9185424 N, luas wilayah training sampel 4.000 m<sup>2</sup>, jenis tanaman : tebu.



**Gambar 4.7.6. Titik 6**

c. Vegetasi Tinggi

Koordinat pengamat 545539 E ; 9186119 N, luas wilayah training sampel 50.000 m<sup>2</sup>, jenis tanaman : jati.



**Gambar 4.7.7. Titik 7**

d. Non Vegetasi

Koordinat Pengamat 547439 E ; 9184164 N, luas wilayah training sampel 10.000 m<sup>2</sup>.



**Gambar 4.7.8. Titik 8**

3. Kecamatan Widodaren

Luas wilayah Kecamatan Widodaren 208.022 Km<sup>2</sup>. Tingkat kerapatan vegetasi tiap kelas:

a. Vegetasi Rendah

Koordinat pengamat 528350 E ; 9184666 N, luas wilayah training sampel 25.000 m<sup>2</sup>, jenis tanaman : jagung.



**Gambar 4.7.9. Titik 9**

b. Vegetasi Sedang

Koordinat pengamat 524510 E ; 9183529 N, luas wilayah training sampel 20.000 m<sup>2</sup>, jenis tanaman : tebu.



**Gambar 4.7.10. Titik 10**



c. Vegetasi Tinggi

Koordinat pengamat 529718 E ; 9183703 N, luas wilayah training sampel 55.000 m<sup>2</sup>, jenis tanaman : jati.



**Gambar 4.7.11. Titik 11**

d. Non Vegetasi

Koordinat pengamat 523983 E ; 9184725, luas wilayah training sampel 40.000 m<sup>2</sup>.



**Gambar 4.7.12. Titik 12**

4. Kecamatan Kedunggal

Luas wilayah Kecamatan Kedunggal 111.294 Km<sup>2</sup>. Tingkat kerapatan vegetasi tiap kelas:

a. Vegetasi Rendah

Koordinat pengamat 532323 E ; 9183580 N, luas wilayah training sampel 60.000 m<sup>2</sup>, jenis tanaman : padi.



**Gambar 4.7.13. Titik 13**

b. Vegetasi Sedang

Koordinat pengamat 530094 E ; 9177397 N, luas wilayah training sampel 6.000 m<sup>2</sup>, jenis tanaman : padi dan kacang tanah.



**Gambar 4.7.14. Titik 14**

c. Vegetasi Tinggi

Koordinat pengamat 533024 E ; 9176778 N, luas wilayah training sampel 5.500 m<sup>2</sup>, jenis tanaman : hiterogen.



**Gambar 4.7.15. Titik 15**

5. Kecamatan Paron

Luas wilayah Kecamatan Paron 103.990 Km<sup>2</sup>. Tingkat kerapatan vegetasi tiap kelas:

a. Vegetasi Rendah

Koordinat pengamat 544321 E ; 9178495 N, luas wilayah training sampel 4.500 m<sup>2</sup>, jenis tanaman : padi.



**Gambar 4.7.16. Titik 16**



b. Vegetasi Sedang

Koordinat pengamat 536978 E ; 9174321 N, luas wilayah training sampel 2.000 m<sup>2</sup>, jenis tanaman : padi dan tebu.



**Gambar 4.7.17.** *Titik 17*

c. Vegetasi Tinggi

Koordinat pengamat 541139 E ; 9176287 N, luas wilayah training sampel 15.000 m<sup>2</sup>, jenis tanaman : hiterogen.



**Gambar 4.7.18.** *Titik 18*

Tabel berikut ini menunjukkan perbedaan antara hasil klasifikasi citra dengan keadaan dilapangan dengan matrik uji ketelitian hasil klasifikasi citra dengan keadaan dilapangan.

**Tabel 4.4. Perbedaan antara Hasil Klasifikasi dengan Lapangan**

Titik Cek Lapangan	Koordinat		Hasil Klasifikasi Citra	Data di Lapangan
	Easting	Northing		
Titik 1	548316	9179654	Vegetasi Rendah	Vegetasi Rendah
Titik 2	545733	9179806	Vegetasi Sedang	Vegetasi Sedang
Titik 3	547614	9180493	Vegetasi Tinggi	Vegetasi Tinggi
Titik 4	549095	9181807	Non Vegetasi	Non Vegetasi
Titik 5	545596	9184501	Vegetasi Rendah	Vegetasi Rendah
Titik 6	540752	9185424	Vegetasi Sedang	Vegetasi Sedang
Titik 7	545539	9186119	Vegetasi Tinggi	Vegetasi Tinggi
Titik 8	547439	9184164	Non Vegetasi	Non Vegetasi
Titik 9	528350	9184666	Vegetasi Rendah	Vegetasi Rendah
Titik 10	524776	9183888	Vegetasi Rendah	Vegetasi Sedang
Titik 11	529718	9183703	Vegetasi Tinggi	Vegetasi Tinggi
Titik 12	523983	9184725	Non Vegetasi	Non Vegetasi
Titik 13	532323	9183580	Vegetasi Rendah	Vegetasi Rendah
Titik 14	530095	9177307	Vegetasi Rendah	Vegetasi Sedang
Titik 15	533024	9176778	Vegetasi Tinggi	Vegetasi Tinggi
Titik 16	544321	9178495	Non Vegetasi	Vegetasi Rendah
Titik 17	536978	9174321	Vegetasi Sedang	Vegetasi Sedang
Titik 18	541139	9176287	Vegetasi Tinggi	Vegetasi Tinggi

Matriks uji ketelitian hasil klasifikasi citra dengan keadaan lapangan, dapat dilihat pada tabel 4.5.

**Tabel 4.5. Matriks Uji Ketelitian**

Hasil Klasifikasi Data di Lapangan	VR	VS	VT	NV	Jumlah	Omisi (%)	Komisi (%)
	VR	105	20	0	16	141	25
VS	1	8	0	1	10	20	60
VT	0	28	118	0	146	19	62
NV	11	2	0	114	127	10	80
Jumlah	113	60	118	133	424		

Sumber : Short. 1982

Keterangan :

VR : Vegetasi Rendah



VS : Vegetasi Sedang

VT : Vegetasi Tinggi

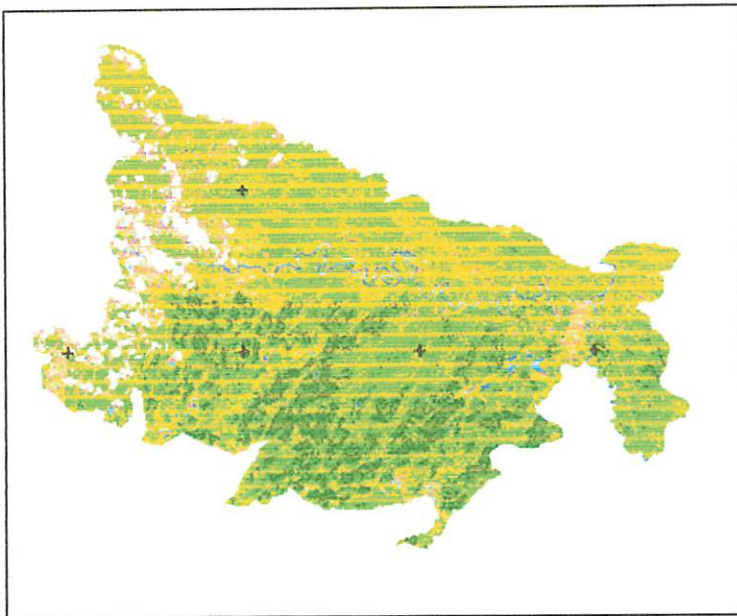
NV : Non Vegetasi

Ketelitian seluruh hasil klasifikasi adalah :

$$= \frac{105 + 8 + 118 + 114}{424} * 100\%$$

$$= 81\%$$

Jadi ketelitian seluruh hasil klasifikasi sebesar 81%.



**Gambar 4.8.** Citra Hasil Klasifikasi Terbimbing

#### 4.6.3. Analisa Hasil Cek Lapangan (*Ground Truth*)

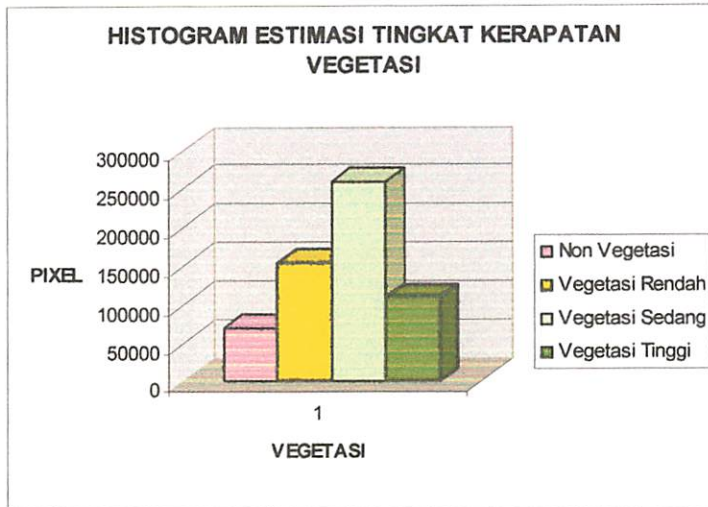
Dari hasil cek lapangan (*Ground Truth*) diperoleh tingkat kerapatan tiap kelas vegetasi berdasarkan training sampel pada masing-masing wilayah, dimana wilayah tersebut mewakili tiap-tiap kelas vegetasi, yaitu mulai vegetasi rendah, vegetasi sedang, vegetasi tinggi.

Dari data tersebut diketahui tingkat kerapatan masing-masing kelas dipengaruhi oleh jarak antar daun (kerapatan daun) dan warna daun. Semakin tinggi

(rapat) jarak antar daun, maka semakin tinggi pula tingkat kehijauannya dan mempunyai warna hijau yang tinggi akan tampak lebih cerah/terang pada citra.

**Tabel 4.6. Luasan, Kisaran Pixel dan Prosentase Tiap Kelas Vegetasi**

Kelas	Hektar (Ha)	Pixel	Prosentase
Vegetasi Rendah	13857.57	153972	24.06
Vegetasi Sedang	23456.43	260627	40.72
Vegetasi Tinggi	9896.04	109956	17.18
Non Vegetasi	6311.88	70133	10.96
Jumlah	57606.12	594688	92.91



Selain dari jarak tanam dan jenis tanaman, kerapatan vegetasi juga dipengaruhi oleh jenis tanah. Dalam hal ini perbedaan jenis tanah mempengaruhi kandungan unsur hara dan air. Pada daerah penelitian disebelah utara Ngawi memiliki jenis tanah gemosol yang miskin akan kadar air, sehingga hanya jenis tanaman tertentu yang dapat hidup pada jenis tanah ini. Sedangkan disebelah selatan sungai memiliki jenis tanah lempung yang subur dan kaya akan kandungan air tanah, sehingga banyak tanaman yang dapat hidup di daerah ini.

Pembagian kelas dipengaruhi oleh penggunaan lahannya, yaitu :

1. Non Vegetasi, pada kelas ini penggunaan lahan meliputi ; areal pemukiman dan tanah kosong.

2. Vegetasi rendah, penggunaan lahan meliputi ; sawah tadah hujan dan ladang.

Pada saat satelit melakukan perekaman pada tanggal 13 Mei 2003, sawah tadah hujan berganti pola tanam menjadi palawija sehingga tergolong vegetasi rendah.

→ Pola Tanam Sawah Tadah Hujan

B U L A N											
X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
	Padi				Palawija				Bero		

**Sumber :** *Teknisi Kehutanan Bid. RLKT BP DAS Solo*

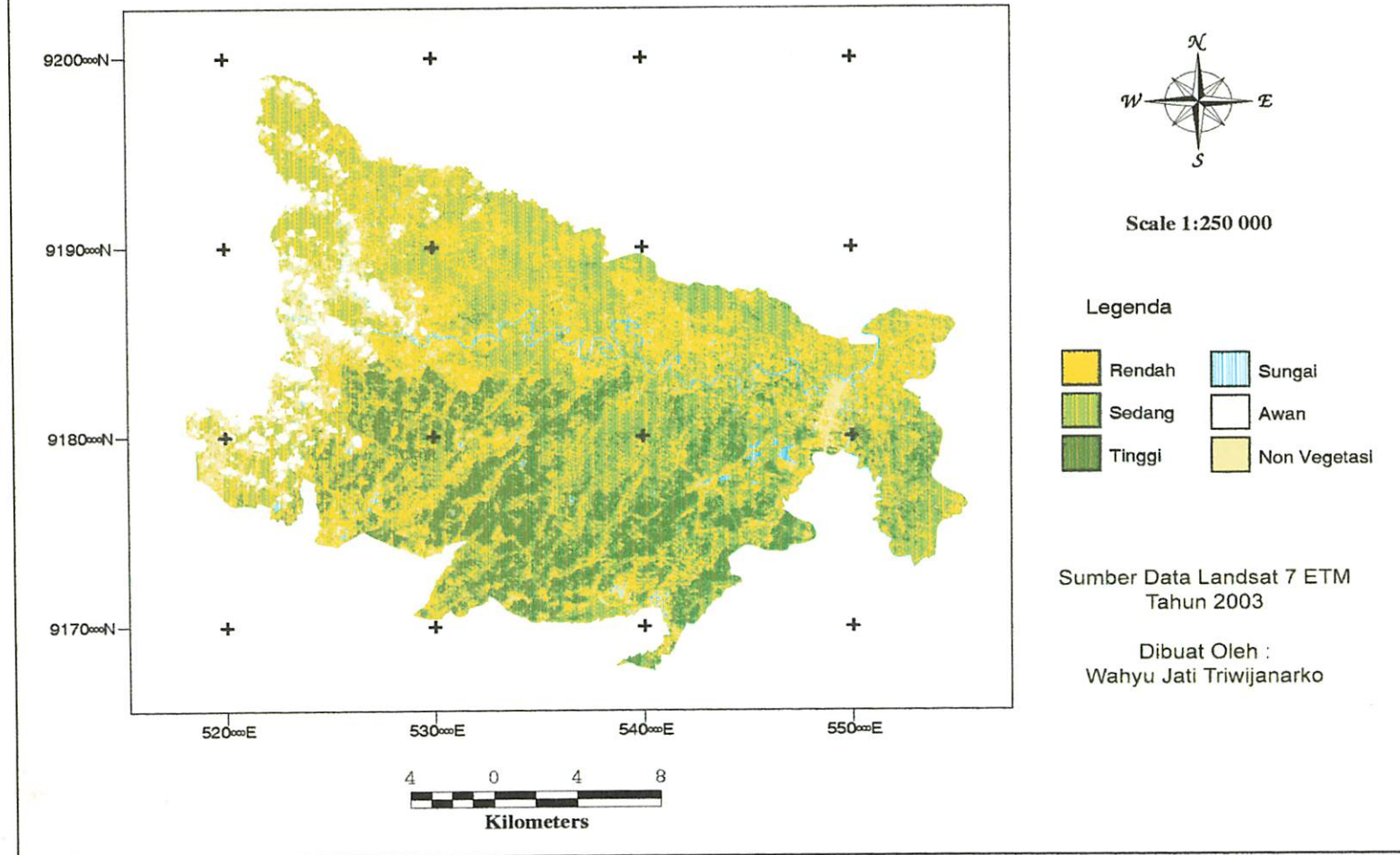
3. Vegetasi Sedang, penggunaan lahan meliputi ; sawah irigasi, tebu, perkebunan jati dengan usia tanaman < 5 tahun.

4. Vegetasi Tinggi, penggunaan lahan meliputi ; pekarangan rumah dengan jenis tanaman keras dan perkebunan jati dengan usia tanaman > 5 tahun.

#### 4.6.4. Data Hasil Anotasi/Komposisi Peta

Dari citra hasil klasifikasi Tingkat Kerapatan Vegetasi tersebut kemudian dibuat anotasi/komposisi peta sesuai dengan nama kelas dan warna pada citra tersebut, Dalam hal ini ada beberapa anotasi/komposisi peta yang harus ditampilkan antara lain grid, skala bar, blok titel, panah arah utara, logo dan legenda. Dengan komposisi peta tersebut mempermudah dalam mempersentasikan citra-citra secara profesional dan penuh arti. Dari hasil pembuatan anotasi/komposisi peta pada citra tersebut dapat dilihat pada gambar 4.9.

### Citra Klasifikasi Tingkat Kerapatan Vegetasi Kabupaten Ngawi



**Gambar 4.9.** Tampilan Hasil Anotasi Peta Citra Klasifikasi Tingkat Kerapatan vegetasi

## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian “Estimasi Tingkat Kerapatan Vegetasi dengan Citra Landsat 7 ETM” adalah sebagai berikut :

1. Dengan penggunaan data citra satelit Landsat 7 ETM maka dapat diketahui estimasi tingkat kerapatan vegetasi di wilayah Kecamatan Ngawi, Kecamatan Pitu, Kecamatan Widodaren, Kecamatan kedungalar dan Kecamatan Paron, Kabupaten Ngawi melalui klasifikasi citra index vegetasi berdasarkan rumus NDVI.
2. Dari hasil klasifikasi dengan menggunakan metode “*Supervised Classification*” diperoleh luasan tiap kelas vegetasi dengan kisaran pikselnya, yaitu :
  - a. Kelas vegetasi rendah memiliki luas area 13857,57 Ha dengan jumlah piksel 153972.
  - b. Kelas vegetasi sedang memiliki luas area 23456,43 Ha dengan jumlah piksel 260627.
  - c. Kelas vegetasi tinggi memiliki luas area 9896,04 Ha dengan jumlah piksel 109956.
  - d. Non vegetasi memiliki luas area 6311,88 Ha dengan jumlah piksel 70133.
3. Untuk mendapatkan ketelitian koordinat yang maksimal, diperlukan kejelian dan ketepatan dalam pemilihan posisi obyek pada citra dan peta serta metode yang sesuai dalam pelaksanaan koreksi geometrik.

4. Untuk menentukan nilai index vegetasi pada citra Landsat 7 ETM dilakukan dengan transformasi nilai digital kedalam nilai NDVI diperoleh index vegetasi tiap kelas vegetasi, sebagai berikut :
  - a. Kelas non vegetasi dengan nilai index vegetasi antara 97-109 dengan prosentase tingkat kerapatan vegetasi 10,96%.
  - b. Kelas vegetasi rendah dengan nilai index vegetasi antara 110-123 dengan prosentase tingkat kerapatan vegetasi 24,06%.
  - c. Kelas vegetasi sedang dengan nilai index vegetasi antara 124-135 dengan prosentase tingkat kerapatan vegetasi 40,72%.
  - d. Kelas vegetasi tinggi dengan nilai index vegetasi antara 136-153 dengan prosentase tingkat kerapatan vegetasi 17,18%.
5. Pada pelaksanaan klasifikasi vegetasi berdasarkan nilai index vegetasi ini didapat prosentase uji ketelitian seluruh hasil klasifikasi sebesar 81%.

## **5.2. Saran**

1. Dalam melakukan analisa kerapatan vegetasi, sebaiknya menggunakan data citra terbaru agar tidak terdapat perbedaan yang terlalu jauh antara hasil pengolahan citra dengan keadaan sebenarnya dilapangan.
2. Oleh karena data citra Landsat terakhir adalah hasil perekaman tahun 2003, maka sebaiknya menggunakan data citra yang memiliki resolusi temporal dan resolusi spasial tinggi untuk memonitoring tutupan lahan.



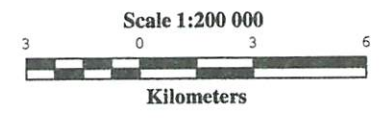
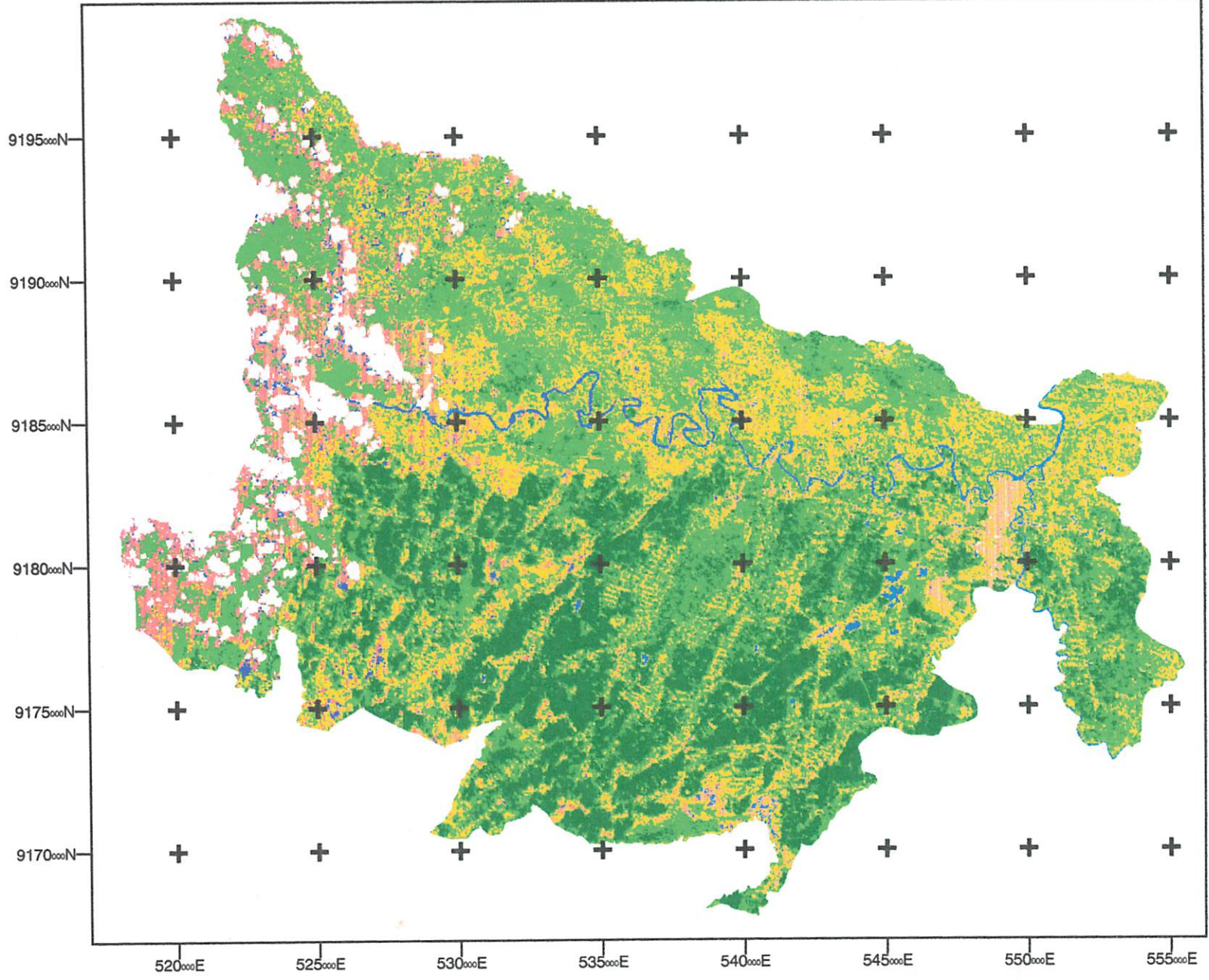
## DAFTAR PUSTAKA

- Arymurty, A.M dan S. Setiawan, 1990, *Pengantar Pengolahan Citra*, PT. Elex Media Komputindo, Kelompok Gramedia, Jakarta.
- Badan Pusat Statistik, 2001, *Kabupaten Ngawi dalam Angka*, CV. Mahardhika, Ngawi.
- Campbell, J.B., 2004, *Introduce To Remote Sensing Third Edition*, Chapman and Hall, London.
- Dinas Kehutanan dan Perkebunan, 2003, *Masterplan Kehutanan Kabupaten Ngawi*, CV. Mahardhika, Ngawi.
- Lillesand, T.M. dan R.W. Kiefer, 1993 *Peinderaan Jauh dan Interpretasi Citra*, Gadjah Mada University Pres, Yogyakarta.
- Matson dan Stephe, 1986, *Pemantauan Tingkat Kerapatan Vegetasi dapat Dilakukan dan Dikolerasikan dengan Data NDVI*, LAPAN, Jakarta Timur.
- Sitanggang, G., 1998, *Pengenalan Teknologi Penginderaan Jauh dan Aplikasinya*, LAPAN, Jakarta Timur.
- Sutanto, 1994 *Penginderaan Jauh Jilid 1 dan Jilid 2*, Gadjah Mada University Pres, Yogyakarta.

# LAMPIRAN



# PETA KERAPATAN VEGETASI



### Legenda :

- |                 |              |
|-----------------|--------------|
| Vegetasi Rendah | Sungai       |
| Vegetasi Sedang | Awan         |
| Vegetasi Tinggi | Non Vegetasi |

Lokasi : Kabupaten Ngawi

### Sumber Data :

1. Citra Landsat 7 ETM Perekaman Tgl. 13 Mei 2003
2. Peta Rupa Bumi Indonesia Skala 1 : 25.000

Proyeksi : Universal Transverse Mercator  
Datum : WGS 1984  
Zona : 49

Dibuat Oleh

Wahyu Jati Triwijanarko