

TUGAS AKHIR
STUDI KOMPARISASI TIGA METODE KLASIFIKASI
UNTUK IDENTIFIKASI KERAPATAN VEGETASI
MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT TM-7

(Studi Kasus : Kabupaten Bondowoso)



Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program
Pendidikan Sarjana Strata Satu Bidang Teknik Geodesi

Disusun Oleh :
AZIS SYAIFUL ANWAR
01.25.051

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

Lembar Persetujuan

**STUDI KOMPARISASI TIGA MEODEKLASIFIKASI UNTUK
IDENTIFIKASI KERAPATAN VEGETASI MENGGUNAKAN CITRA
LANDSAT TM-7**

(Studi Kasus : Kabupaten Bondowoso)

**Diserahkan Kepada Jurusan Teknik Geodesi (S1)
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Malang**

Persetujuan ini diberikan kepada :

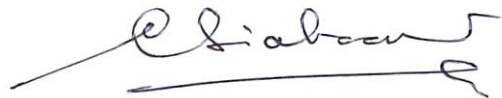
Nama : Azis Syaiful Anwar
Nim : 01.25.051
Jurusan : Teknik Geodesi (S1)
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Pembimbing I



Ir. Agus Darpono, MT

Pembimbing II



Christian T. Siahaan, ST

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Geodesi (S1)



Hery Purwanto, ST, MSc

Lembar Pengesahan

Dipertahankan di depan Panitia Penguji Tugas Akhir Jurusan Teknik Geodesi (S1), Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Malang, dan diterima untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Geodesi

Pada Hari / Tanggal : Jumat / 10 Oktober 2008

Panitia Ujian Akhir

Ketua
Dekan Fakultas Teknik Sipil dan
Perencanaan



Ir. Agustina Nurul, H, MTP

Sekretaris
Ketua Jurusan Teknik Geodesi (S1)



Hery Purwanto, ST, MSc

Anggota Penguji :

Penguji I

Ir. D.K. Sunaryo, Ms, Tis

Penguji II

Ir. Agus Darpone, MT

Penguji III

Silvester Sari Sai, ST, MT

KATA PENGANTAR

Assalamu Alaikum Wr. Wb.

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah S.W.T, atas limpahan rahmat dan hidayat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih banyak sekali kekurangan – kekurangan baik dalam penulisan maupun isi yang di tuangkan didalamnya, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun menyempurnakan isi dari Laporan Akhir ini sehingga dapat meningkatkan kualitas isi dari penulisan Laporan Tugas Akhir ini. Penulis berharap semoga isi dari penulisan Laporan Tugas Akhir ini dapat berguna untuk Mahasiswa/i Jurusan Teknik Geodesi dan pembaca pada umumnya.

Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Hery Purwanto, ST, Msc selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi S1.
2. Bapak Ir. Agus Draiono, MT selaku pembimbing I, yang telah memberi pengarahan, waktu dan bimbingan, dan motivasi dalam proses penyusunan laporan ini
3. Bapak Christian T. Siahaan, ST selaku dosen wali serta pembimbing II
4. Dosen – dosen Penguji

5. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Geodesi yang telah membekali kami dengan ilmu.
6. orang tua kami yang telah memberikan semangat moril serta materiil.
7. kepada teman-teman yang telah membantu dalam kelancaran penyusunan skripsi ini.

Semoga apa yang telah beliau berikan kepada penulis menjadi bermanfaat, akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Wassalamu Alaikum

Malang, Oktober 2008

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----|
| Lembar Persetujuan | i |
| Lembar Pengesahan | ii |
| Persembahan | iii |
| Kata Pengantar | v |
| Daftar Isi | vii |
| Daftar Gambar | xi |
| Daftar Tabel | xv |
| Lembar Asistensi | xvi |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.3. Manfaat Penelitian | 2 |
| 1.4. Batasan Penelitian | 3 |
| 1.5. Tinjauan Pustaka | 3 |
| BAB II DASAR TEORI | |
| 2.1. Defisi Penginderaan Jauh | 5 |
| 2.1.1. Komponen Penginderaan Jauh | 6 |
| 2.2. Citra Penginderaan Jauh..... | 11 |
| 2.2.1. Citra Bersifat Optik | 11 |
| 2.2.2. Citra Bersifat Analog | 11 |

| | |
|---|----|
| 2.2.3. Citra Bersifat Digital | 12 |
| 2.3. Citra Landsat | 12 |
| 2.3.1. Karakteristik Citra Satelit Landsat TM | 13 |
| 2.3.2. Karakteristik Spasial Citra Landsat-7 ETM..... | 15 |
| 2.3.3. Karakteristik Spektral Citra Landsat TM -7 | 16 |
| 2.3.4. Karakteristik Temporal Citra Landsat TM-7 | 18 |
| 2.4. Sistem Pengolahan dan Analisa Data Citra Digital | 19 |
| 2.4.1. Konsep Resolusi | 19 |
| 2.4.1.1. Resolusi Spasial | 19 |
| 2.4.1.2. Resolusi Spektral | 19 |
| 2.4.1.3. Resolusi Radiometrik | 20 |
| 2.4.1.4. Resolusi Spektral | 20 |
| 2.4.2. Konsep Restorasi Citra | 20 |
| 2.4.2.1. Koreksi Geometrik Citra | 21 |
| 2.4.2.2. Koreksi Radiometrik Citra | 34 |
| 2.4.3. Citra Komposit | 35 |
| 2.4.4. interpretasi Citra penginderaan jauh | 36 |
| 2.5. Estimasi Tingkat Kerapatan Vegetasi | 37 |
| 2.5.1. Klafikasi Kerapatan Vegetasi | 38 |
| 2.5.1.1. Klasifikasi Vegetasi berdasarkan NDVI | 38 |
| 2.5.1.2. Klasivikasi Vegetasi berdasarkan DVI | 39 |
| 2.5.1.3. Klasivikasi Vegetasi berdasarkan TNDVI | 40 |

BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN

| | |
|--|----|
| 3.1. Deskripsi Lokasi Penelitian | 42 |
| 3.2. Persiapan Penelitian | 42 |
| 3.2.1. Data Yang Diperlukan Dalam Penelitian | 42 |
| 3.2.2. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian : | |
| 3.2.2.1. Perangkat Keras | 43 |
| 3.2.2.2. Perangkat Lunak | 43 |
| 3.3. Diagram Alir Penelitian | 43 |
| 3.4. Tahapan Pelaksanaan Penelitian | 48 |
| 3.4.1. Menampilkan Citra | 49 |
| 3.4.2. Import Dari Shp ke erv | 50 |
| 3.4.3. Menampilkan Data Vektor | 52 |
| 3.4.4. Koreksi Geometrik | 53 |
| 3.4.5. Cropping Citra | 56 |
| 3.4.6. Citra Komposit | 60 |
| 3.5. Proses Klasifikasi Citra | 61 |
| 3.5.1. Klasifikasi Citra Penelitian | 61 |
| 3.5.1.1. Proses Klasifikasi Tak Terbimbing | 62 |
| 3.5.1.1.1. Klasifikasi NDVI | 62 |
| 3.5.1.1.2. Klasifikasi TNDVI | 65 |
| 3.5.1.1.3. Klasifikasi DVI | 69 |
| 3.6. Menghitung Luasan dari Setiap Kelas | 72 |

| | |
|---|--------------|
| 3.7. Anotasi/Komposisi Peta | 74 |
| BAB IV PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN | |
| 4.1. Analisa Pengolahan Citra Komposit | 79 |
| 4.2. Analisa Koreksi Geometrik | 80 |
| 4.3. Overlay Citra dengan Peta | 84 |
| 4.4. Analisa Cropping Citra Landsat ETM | 85 |
| 4.5. Analisa Tiga Metode Algorithma | |
| 4.5.1. Analisa Kerapatan Vegetasi Menguunakan NDVI | 86 |
| 4.5.2. Analisa Kerapatan Vegetasi Menggunakan TNDVI | 90 |
| 4.5.3. Analisa Kerapatan Vegetasi Menggunakan DVI | 93 |
| 4.5.4. Analisa Perbandingan Luasan Setiap Kelas dari Tiga Metode Klasifikasi..... | 96 |
| 4.6. Verifikasi Lapangan (Cek Lapangan) | 97 |
| 4.7. Uji Ketelitian Hasil Tiga Metode Klasifikasi | 101 |
| 4.8. Pembahasan Hasil Penelitian | 103 |
| 4.8.1. NDVI | 103 |
| 4.8.2. TNDVI | 104 |
| 4.8.3. DVI | 104 |
| BAB V KESIMPULAN | |
| 5.1. Kesimpulan | 106 |
| 5.2. Saran | 107 |
| DAFTAR PUSTAKA | xvii |
| LAMPIRAN..... | xviii |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------|---|----|
| Gambar 2.1. | : Profil Energi Dari Sinar Matahari Menuju Sensor Satelit Penginderaan Jauh Sebagian Energi direfleksikan, ditransmisikan dan dipantulkan | 5 |
| Gambar 2.2. | : Georeferensi adalah Transformasi Antara Citra Keruangan Koordinat Georeferensi | 22 |
| Gambar 2.3. | : Terminologi Koreksi Geometri | 26 |
| Gambar 2.4. | : Diagram Alur Koreksi | 27 |
| Gambar 2.5. | : Diagram Alur Koreksi Non-Sistematik | 28 |
| Gambar 2.6. | : Diagram Alur Metode Kombinasi | 29 |
| Gambar 2.7. | : Transformasi Antara Ruang Citra ke Ruang Koordinat Geografi | 31 |
| Gambar 2.8. | : Distribusi GCPs pada u,v | 32 |
| Gambar 2.9. | : Koreksi Radiometri dengan PenyusunanHistogram | 35 |
| Gambar 2.10. | : Garis Vegetasi dan Garis Tanah | 39 |
| Gambar 3.1. | : Tampilan Software ER Mapper 6.4 | 48 |
| Gambar 3.2. | : Tampilan Untuk Membuka Citra | 49 |
| Gambar 3.3. | : Tampilan Citra Kabupaten Bondowoso | 50 |
| Gambar 3.4. | : Tampilan Menu ERMapper | 50 |
| Gambar 3.5. | : Tampilan Menu Utilities untuk proses Import dari file shp ke file erv | 51 |
| Gambar 3.6. | : Import Shape File untuk langkah kerja import data ke ER Mapper | 51 |
| Gambar 3.7. | : Tampilan Menu Add Vector Layer | 52 |
| Gambar 3.8. | : Tampilan vector jalan, sungai, dan batas admin Kab. Bondowoso | 53 |
| Gambar 3.9 | : Geocoding Wizard | 53 |

| | |
|--|----|
| Gambar 3.10. : Tampilan Polynomial Setup | 54 |
| Gambar 3.11. : GCP Setup | 54 |
| Gambar 3.12. : Proses Koreksi Geometri | 55 |
| Gambar 3.13. : Menu Process Polygon (Region Conversion) | 57 |
| Gambar 3.14. : Tampilan Menu Vector to Region conversion | 57 |
| Gambar 3.15. : Formula Editor | 58 |
| Gambar 3.16. : Citra Hasil Cropping hampir jadi | 58 |
| Gambar 3.17. : Kotak Dialog Algoritma | 59 |
| Gambar 3.18. : Kotak Dialog Save As ER Mapper | 59 |
| Gambar 3.19. : Citra Hasil Cropping yang sudah jadi | 60 |
| Gambar 3.20. : Tampilan citra dengan kombinasi band | 61 |
| Gambar 3.26. : Kotak Dialog Formula Editor | 62 |
| Gambar 3.27. : Tampilan Kotak dialog Proses Klasifikasi Tak Terbimbing | 63 |
| Gambar 3.28. : Kotak Dialog Unsupervised Classification | 63 |
| Gambar 3.29. : Clas Diplay Layer pada Kotak Algoritm | 64 |
| Gambar 3.30. : Tampilan kotak diaog Edit Class/Region Detail | 64 |
| Gambar 3.31. : Citra Hasil Klasifikasi Tak Terbimbing dengan rumus NDVI | 65 |
| Gambar 3.32. : Tampilan Kotak Dialog | 66 |
| Gambar 3.33. : Tampilan Kotak dialog Proses Klasifikasi Tak Terbimbing | 66 |
| Gambar 3.34. : Tampilan Kotak Dialog Unsupervised Classification | 67 |
| Gambar 3.35. : Tampilan Clas Diplay Layer pada Kotak Algoritm | 68 |
| Gambar 3.36. : Tampilan kotak diaog Edit Class/Region Detail | 68 |
| Gambar 3.37. : Citra Hasil Klasifikasi Tak Terbimbing dengan rumus TNDVI | 69 |

| | |
|---|----|
| Gambar 3.38. : Tampilan Kotak Dialog Formula | 69 |
| Gambar 3.39. : Tampilan Kotak dialog Proses Klasifikasi Tak Terbimbing | 70 |
| Gambar 3.40. : Kotak Dialog Unsupervised Classification | 70 |
| Gambar 3.41. : Tampilan Clas Diplay Layer pada Kotak Algoritm | 71 |
| Gambar 3.42. : Tampilan kotak diaog Edit Class/Region Detail | 72 |
| Gambar 3.43. : Tampilan Citra Hasil Klasifikasi Tak Terbimbing dengan rumus DVI | 72 |
| Gambar 3.44. : Tampilan Calculate Statistic | 73 |
| Gambar 3.45. : Tampilan Proses Menghitung Luasan | 73 |
| Gambar 3.46. : Tampilan kotak dialog Page Setup | 74 |
| Gambar 3.47. : Tampilan Kotak Add Vector Layer | 75 |
| Gambar 3.48. : (a) Tols , (b) Map Object Select | 76 |
| Gambar 3.49. : Tampilan Kotak Map Object Attribute | 77 |
| Gambar 3.50. : Tampilan Citra Klasifikasi Kerapatan Vegetasi | 78 |
| Gambar 4.1. : Citra Landsat TM 7 Dengan Kombinasi 543 | 79 |
| Gambar 4.2. : Tampilan Koreksi Geometrik | 80 |
| Gambar 4.3. : Tampilan Hasil Overlay Citra-Peta | 85 |
| Gambar 4.4. : Tampilan Cropping Citra dengan Peta | 86 |
| Gambar 4.5. : Tampilan Citra Hasil Transformasi NDVI | 87 |
| Gambar 4.6. : Tampilan Hasil Klasifikasi Tingkat Kerapatan Vegetasi Menggunakan Transformasi NDVI | 88 |
| Gambar 4.7. : Tampilan Citra Hasil Transformasi TNDVI | 90 |
| Gambar 4.8. : Tampilan Hasil Klasifikasi Tingkat Kerapatan Vegetasi Menggunakan Transformasi TNDVI | 91 |

| | |
|--|------------|
| Gambar 4.9. : Tampilan Citra Hasil Transformasi DVI | 94 |
| Gambar 4.10. : Tampilan Hasil Klasifikasi Tingkat Kerapatan Vegetasi Menggunakan Transformasi DVI | 94 |
| Gambar 4.11. : Titik Cek Lapangan | 97 |
| Gambar 4.12. : Titik 1 | 98 |
| Gambar 4.13. : Titik 2 | 98 |
| Gambar 4.14. : Titik 3 | 99 |
| Gambar 4.15. : Titik 4 | 99 |
| Gambar 4.16. : Titik 5 | 100 |
| Gambar 4.17. : Titik 6 | 100 |
| Gambar 4.18. : Titik 7 | 101 |
| Gambar 4.19. : Titik 8 | 101 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|---|----|
| Tabel 2.1 | Tabel resolusi spasial atau IFOV pada masing-masing saluran | 16 |
| Tabel 2.2 | Karakteristik Spektral Tiap Saluran Pada Satelit LandsatTM-7 | 17 |
| Tabel 2.3 | Rumus Transformasi | 33 |
| Tabel 3.1. | Lokasi Titik GCP dalam koordinat proyeksi UTM zone 49S | 56 |
| Tabel 4.1. | Kedudukan Titik Sekutu dalam koordinat proyeksi UTM, Zone 49 S | 80 |
| Tabel 4.2. | Data Hasil Koreksi Geometrik dalam koordinat proyeksi UTM, Zona 49 S | 81 |
| Tabel 4.3. | Data Nilai Luasan Algorithma NDVI Tiap Kelas | 88 |
| Tabel 4.4. | Data Nilai Luasan Algorithma TNDVI Tiap Kelas | 92 |
| Tabel 4.5. | Data Nilai Luasan Algorithma DVI Tiap Kelas | 95 |
| Tabel 4.6. | Tingkat Kerapatan Vegetasi | 96 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Vegetasi adalah keseluruhan tumbuhan dari suatu kawasan dalam kaitan dengan lingkungan serta menurut urutan derajat dalam ruang yang telah diambil sebagai tempat kehidupan tumbuhan itu. vegetasi merupakan sistem yang dinamik, menunjukkan pergantian yang kompleks kemudian nampak tenang, dan bila dilihat hubungan dengan habitatnya, akan nampak jelas pergantiannya setelah mencapai keseimbangan (Braun L.E,1956).

Pemanfaatan data satelit indera untuk identifikasi, deteksi, inventarisasi dan pemantauan sumber daya alam dan berkembang sejalan dengan perkembangan teknologi analisa citra digital. Interpretasi sumber daya alam seperti vegetasi diperoleh berdasarkan nilai spectral atau pantulan dari warna obyek-obyek vegetasi, karakteristik spectral vegetasi sangat dipengaruhi oleh karakteristik spectral daun khususnya karakteristik pigmen daun, struktur daun, dan kandungan air daun pada wilayah spectral visible, infra merah dekat dan infra merah tengah. Secara umum pigmen daun menyerap energi elektromagnetik sinar matahari yang mengenai daun, terutama pada spektrum biru (0.45 micron) dan merah (0.68 micron).

Salah satu aplikasi menggunakan teknologi penginderaan jauh yaitu menganalisa dan mengidentifikasi kerapatan vegetasi, dimana dari citra satelit yang ada dapat dilihat secara cepat dan tepat keadaan kerapatan vegetasi. Untuk

mengetahui kerapatan vegetasi adalah dengan menggunakan citra Landsat TM-7 . Analisa dilakukan dengan menggunakan beberapa metode indek vegetasi yaitu TNDVI,NDVI dan DVI.

Landsat adalah salah satu contoh satelit sumberdaya yang menghasilkan citra multispektral, Keuntungan menggunakan Landsat TM-7 untuk memperoleh informasi kondisi vegetasi adalah :

- a. Resolusi temporalnya tinggi karena datanya dapat diperoleh setiap 16 hari, sehingga dapat digunakan untuk monitoring.
- b. Perolehan data yang cepat karena berupa data digital, pengolahan informasi secara cepat dengan komputer digital adalah memungkinkan.

1.2. Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui tingkat kesesuaian Klasifikasi Kerapatan Vegetasi dengan menggunakan 3 (tiga) metode Klasifikasi Digital yaitu NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), TNDI (*Transformed Normalized Difference Index*) dan DVI (*Difference Vegetation Index*).

1.3. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah :

1. Menampilkan informasi tentang kerapatan indeks vegetasi di daerah Kabupaten Bondowoso.
2. Mendeskripsikan keunggulan, kekurangan, dan tambahan pengetahuan tentang tiga algoritma klasifikasi digital yakni: NDVI (*Normalized*

Difference Vegetation Index), TNDI (*Transformed Normalized Difference Index*) dan DVI (*Difference Vegetation Index*).

1.4. Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini dibatasi pada tiga (3) Klasifikasi Digital perbandingan tingkat kerapatan vegetasi yaitu : NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), TNDI (*Transformed Normalized Difference Index*) dan DVI (*Difference Vegetation Index*). Untuk menentukan dan memperoleh informasi kerapatan indeks vegetasi dibatasi dengan vegetasi bertajuk lebar untuk Kabupaten Bondowoso menggunakan citra landsat TM-7 tahun 2003.

1.5. Tinjauan Pustaka

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

Penginderaan jauh terapan, penggunaan aplikasi data penginderaan jauh dari wahana ruang angkasa, karena pakar dari disiplin ilmu yang berbeda telaha mengetahui manfaat penginderaan jauh. Sifat penginderaan jauh yang interdisipliner menjadikan penginderaan jauh sebagai alat integrasi yang bermanfaat dalam studi lingkungan (Lo, C.P.,1996)

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

Secara aritmetis, teknik normalisasi digunakan untuk mendapat angka rasio yang tak besatuan (Index), yang bernilai -1 sampai +1. Oleh karena spektrum NIR merupakan wilayah yang berkarakteristik high reflectance dan wilayah *Red* adalah wilayah maksimum absorpsi (minimum reflectance) dedaunan. Maka NDVI vegetasi akan selalu positif dan berbanding langsung dengan biomassa persatuan luas. Oleh karena itu NDVI lazim dijadikan indikator yang akurat bagi tingkat penutupan vegetasi (Loveland, et al. 1991)

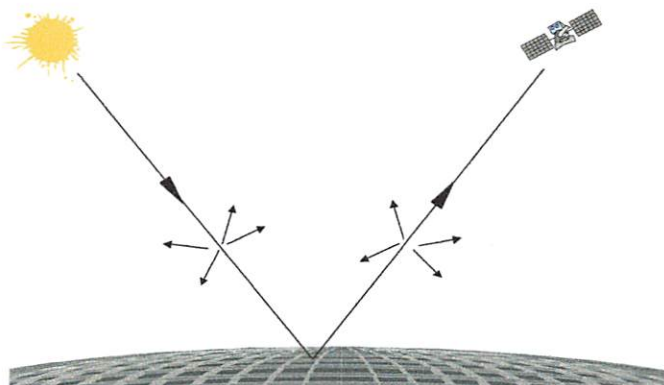
Nilai cakupan yang dimiliki TNDVI adalah antara 0.0 dan 0.1 dan ditemukan bahwa nilai yang mendekati nilai 1.0 dihubungkan dengan kerapatan vegetasi dan nilai yang nilainya mendekati 0.0 berarti memiliki kerapatan vegetasi yang rendah (Robert and Dunno, 2001)

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Definisi Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah 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. Pada berbagai hal, penginderaan jauh dapat diartikan sebagai suatu proses membaca. Dengan menggunakan berbagai macam sensor kita dapat mengumpulkan data dari jarak jauh yang dapat diaalisis untuk mendapatkan informasi suatu obyek, daerah, atau fenomena yang diteliti. Informasi yang diinginkan diperoleh dengan cara perekaman, pengukuran dan interpretasi dari gelombang elektromagnetik yang dipancarkan kembali atau dipantulkan setelah sinar matahari sebagai sumber gelombang elektromagnetik alamiah mengenai obyek di permukaan bumi atau di antariksa. Media penginderaan jauh ini dapat berupa foto udara, satelit dan sebagainya.



Gambar 2.1. Profil Energi Dari Sinar Matahari Menuju Sensor Satelit Penginderaan Jauh. Sebagian Energi direfleksikan, ditransmisikan dan dipantulkan (Sumber : Olson, 1962)

Penginderaan jauh memiliki banyak kelebihan sehingga lebih cepat berkembang dan digunakan oleh banyak pengguna untuk berbagai macam aplikasi. Kelebihan dari penginderaan jauh antara lain:

1. Citra menggambarkan suatu obyek, daerah atau gejala dipermukaan bumi dengan wujud dan letaknya yang mirip dengan wujud dan letaknya di permukaan bumi, relative lebih lengkap, meliputi daerah yang luas dan permanent
2. Citra dapat dibuat secara cepat meskipun untuk daerah yang sulit dijelajahi secara terrestrial
3. Citra sering dibuat dengan periode ulang yang pendek atau dengan kata lain frekuensi temporalnya tinggi sehingga memungkinkan diperoleh informasi yang selalu termasa terutama untuk obyek-obyek yang mengalami perubahan secara periodik dan cepat seperti pembukaan hutan dan perluasan lahan garapan.

Keunggulan lainnya dari data yang direkam oleh teknologi indraja adalah data yang telah direkam tersebut dapat ditampilkan kembali untuk diproses lebih lanjut maupun digabungkan dengan data lain, sehingga saluran yang diperoleh dapat berupa data *Visual, Digital, Spasial, maupun multi temporal*.

2.1.1. Komponen Penginderaan Jauh

Konsep dasar Penginderaan jauh terdiri atas beberapa elemen atau komponen yang terdiri dari :

1. Sumber Tenaga

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

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

Tanpa memperlihatkan sumbernya, semua radiasi yang dideteksi dengan sistem penginderaan jauh tentu melalui atmosfer dengan jarak atau panjang jalur tertentu. Panjang jalur tersebut dapat bervariasi panjangnya. Sebagai contoh, fotografi dari antariksa dihasilkan dari radiasi sinar matahari yang melewati dua kali tebal penuh atmosfer bumi pada perjalanannya dari sumber radiasi ke sensor. Di lain pihak, sensor termal dari udara mendeteksi yang dipancarkan oleh obyek di bumi, dimana tenaga tersebut hanya melewati jarak di atmosfer yang relatif pendek. Pengaruh total atmosfer berbeda-beda tergantung jarak yang dilalui, besarnya tenaga yang diindera, kondisi atmosfer, dan panjang gelombang yang digunakan.

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 Tenaga Dengan Kenampakan Obyek Di Muka Bumi

Apabila tenaga elektromagnetik mengenai suatu kenampakan dipermukaan bumi, terdapat tiga kemungkinan pokok interaksi tenaga dengan 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 Sempurna

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

5. Sistem Pengolahan Data Tepat Waktu

Di dalam sistem ini, tepat pada saat terjadinya radiasi versus tangkap panjang gelombang atas unsur medan langsung diproses ke dalam format yang dapat diinterpretasikan dan dikenal secara unik bagi tiap unsur medan tertentu yang merupakan asal tenaga tersebut dilakukan dekat dengan alat perekaman data. Karena sifat tetap dari sebuah energi maupun benda, tidak akan diperlukan data rujukan didalam prosedur analisis. Data yang diperoleh akan memberikan informasi tentang keadaan fisik, kimiawi dan biologik setiap benda yang diinginkan.

6. Penggunaan Data

Para pengguna ini harus memiliki pengetahuan yang mendalam tentang disiplin ilmu masing-masing maupun secara pengumpulan dan analisis data penginderaan jauh. Pemakaian data yang sama akan menjadi berbagai bentuk “informasi” yang berbeda bagi pengguna yang berbeda, disebabkan oleh kekayaan pengetahuan mereka tentang sumberdaya bumi yang diindera. Informasi ini dapat tersedia bagi mereka lebih cepat, lebih murah, dan meliputi daerah lebih luas bila dibandingkan dengan informasi yang diperoleh dengan cara lain. Dengan informasi tersebut, berbagai pengguna dapat mengambil keputusan dengan bijaksana dan mapan tentang bagaimana pengelolaan yang terbaik bagi sumber daya bumi dan keputusan pengelolaan tersebut akan dilaksanakan bagi kebahagiaan tiap orang.

Namun sistem penginderaan jauh yang ideal seperti yang dijelaskan diatas tidak ada. Sistem penginderaan jauh yang sekarangpun jauh dari ideal.

2.2. Citra Penginderaan Jauh

Data penginderaan jauh dapat berupa citra maupun non citra, dimana secara definitif yang dimaksud dengan citra penginderaan jauh adalah gambaran uatu obyek dari pantulan atau pancaran radiasi elektomagnetik objek, yang direkam secara optik, elektro-optik, atau optik-mekanik, atau elektronik.

Citra penginderaan jauh merupakan gambaran yang sesuai dengan bentuk aslinya atau paling tidak berupa gambaran planimetriknya, sehingga citra merupakan keluaran suatu sistem perekaman data berupa optik, analog, dan digital. Data non-citra dapat berupa grafik, diagram, dan numerik.

2.2.1. Citra bersifat optik

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

2.2.2. Citra bersifat analog

Citra bersifat analog berupa sinyal – sinyal video seperti gambar pada monitor televisi. Sistem perekam citra analog menggunakan sistem gabungan *optical*

scanning. Citra analog merupakan gambaran objek yang direkam menggunakan sensor kamera – video, detektornya opto-elektronik maupun tenaga elektromagnetik. Perekamannya menggunakan spektrum tampak dan perluasnya (0.4-0.3 μ m).

2.2.3. Citra bersifat digital

Citra bersifat digital dapat secara langsung disimpan pada suatu pita magnetik. Citra digital direkam dengan menggunakan sensor non-kamera (*scanner radiometer, Spektometer*), detektornya adalah elektronik, dan tenaga elektromagnetik yang digunakan lebih luas dibandingkan dengan citra fotografik. Spektrum gelombang elektromagnetik yang digunakan dalam perekaman citra digital adalah spektrum tampak, ultraviolet, infra merah dekat, infra merah termal, dan gelombang mikro. Citra digital tidak selalu merupakan data rekaman langsung dari sistem penginderaan jauh non-foto, tapi terkadang dari rekaman data non-digital seperti gambar dari monitor TV atau data fotografik yang telah dikonversi dalam bentuk digital (konversi dari continue ke distretes). Pengolahan citra digital dilakukan dengan bantuan computer yang bekerja dengan angka-angka yang presisi sehingga maka dalam pengolahan citra digital hanya bersifat diskrit yang dapat diolah dengan computer.

2.3. Citra Landsat

Era satelit sumber alam diawali dengan peluncuran Landsat 1 pada 23 Juli 1972 (*Lillesand & Kiefer, 1979*). Sebagai satelit pertama yang dirancang

khusus untuk memantau Bumi, Landsat 1 dilengkapi dengan 4 kanal sensor multispectral scanner (MSS) dan tiga kanal Return Beam Vidicon (RBV) dengan resolusi 79 meter. Landsat generasi ke lima saat ini beroperasi, dengan tambahan sensor Thematic Mapper dan resolusi yang semakin tinggi, mencapai 30 meter.

2.3.1. Karakteristik Citra Satelit Landsat TM

Landsat merupakan satelit sumber daya bumi yang pada awalnya bernama ERTS-1 (*Earth Resource Technology Satellite*) yang diluncurkan pertama kalinya tanggal 23 juli 1972 yang mengorbit hingga 6 januari 1978.

Citra Landsat dibuat khususnya untuk mengumpulkan data sumber daya bumi, dan program ini dimulai tahun 1967 dengan nama Earth Resources Technology Satellite (*ERTS*). Sebelum peluncuran namanya adalah ERTS A,B,C, dan setelah peluncuran berubah menjadi ERTS 1,2,3 dan selanjutnya namanya diubah menjadi Landsat. Rangkaian Landsat berada dalam orbit yang hampir polar (*melalui kutub*), pada ketinggian nominal 917 km (570 mil). Saat bumi berputar pada porosnya hampir seluruh permukaan bumi dapat diliput setiap orbit Landsat berlangsung kira-kira 103 menit, yang berarti akan terjadi 14 orbit setiap hari.

Citra Landsat TM hasil rekaman sensor Thematic Mapper dipasang pada satelit Landsat 4 dan 5, sistem TM meliputi lebar sapuan (*Scanning*) sebesar 185 km, direkam dengan menggunakan tujuh saluran panjang dengan gelombang yaitu tiga saluran panjang gelombang inframerah dekat dan saluran panjang gelombang inframerah termal.

Konfigurasi perekaman TM dirancang untuk mengindera energi dengan medan panjang 100° dan bidang pandang total atau IFOV (Instantaneous Field Of View) dari objek yang disiam (*di-scan*) sekitar $15,4^\circ (\pm 7,7^\circ)$ dari nadir). Sistem penyiam (*Scanning*) berupa bujursangkar dan menghasilkan sel resolusi medan berukuran sekitar 30 m. Bidang pandang (IFOV) kecil bertujuan mengoptimalakan resolusi spasialnya. TM yang digunakan sangat peka untuk mengeluarkan sinyal yang jauh lebih kuat dari tingkat gangguan (*noise*). Pada sistemnya TM menggunakan cermin berputar (*oscillating mirror*) setiap saluran non termal menggunakan 16 detektor, jadi empat (saluran 1 hingga 4 total 100 detektor). Detektor saluran 5 dan 7 (*gelombang inframerah pendek*) menggunakan detector indium antimonide (*InSb*), sedangkan saluran 6 (*gelombang inframerah termal*) menggunakan detector mercury cadmium telluride (*HgCdRe*). Disamping itu Landsat TM dapat diterima melalui satelit komunikasi TDRS (*Tracking and Data Relay Satellite*).

Resolusi spasial citra Landsat TM non-termal adalah 30 meter. Namun dalam posisi geometric yang menggunakan proyeksi SOM (*Space Oblique Mercator*) ukuran pikselnya 28,5x28,5 meter. Hasil proses data TM di stasiun bumi menggunakan proyeksi UTM (*Universal Transverse Mercator*) atau proyeksi PS (*Polar Stereographic*) maka digunakan ukuran pixel 30x30 meter untuk data non-termal, datatermal mempunyai resolusi 120 meter.

Desain dan operasi Landsat ETM 7 membawa dua sensor yaitu Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) dan High Resolution Multispectral Stereo Imager (HMRSI). Desain sensor ETM+ seperti ETM pada Landsat 6 ditambah dua

system model kalibrasi untuk gangguan radiasi matahari (*dual mode solar calibrator system*) dengan penambahan lampu kalibrasi untuk fasilitas koreksi radiometric transmisi data ke stasiun penerima di bumi dapat dilakukan dalam tiga

(3) cara, yaitu:

1. Dikirim menggunakan gelombang radio secara langsung ke stasiun permukaan bumi.
2. Melalui relay satelit komunikasi TDRSS (*Tracking and Data Relay Satellite System*) yang akan merekam kemudian mengirimkan ke stasiun penerima bumi.
3. Data objek permukaan bumi direkam atau disimpan lebih dahulu dalam suatu panel (*storage on board*) atau tipe (*wideband tipe recorder*), baru kemudian dikirim ke stasiun penerima di bumi.

Satelite Landsat 7 dilengkapi dengan fasilitas penerima system posisi lokasi (*Ground Positioning System atau GPS receiver*) untuk meningkatkan ketepatan letak satelit di dalam jalur orbitnya.

2.3.2. Karakteristik Spasial Citra Landsat TM -7

Karakteristik spasial ditandai dengan resolusi spasial yang digunakan sensor untuk mendeteksi objek. Resolusi spasial adalah daya pilah sensor yang diperlukan untuk bisa membedakan objek-objek yang ada dipermukaan bumi. Istilah lain yang umum digunakan untuk resolusi spasial adalah medan pandang sesaat atau resolusi spasial (*Instantaneous Field of View /IFOV*).

Tabel 2.1 Tabel resolusi spasial atau IFOV pada masing-masing saluran (Sumber : www.brsi.msu.edu)

| No Saluran | Resolusi spasial |
|------------|------------------|
| 1-5,7 | 30 m x 30 m |
| 6 | 60 m |
| 8 | 15 m |

2.3.3. Karakteristik Spektral Citra Landsat TM -7

Karakteristik spektral terkait dengan panjang gelombang yang digunakan untuk mendeteksi objek-objek yang ada di permukaan bumi. Semakin sempit julat (*range*) panjang gelombang yang digunakan maka, semakin tinggi kemampuan sensor itu dalam membedakan objek.

Pada satelit landsat akan membawa penyiam multispektral yang digital sehingga dapat dibuat menjadi model *peta tematik*. Nama tersebut berkaitan dengan tujuan terapan sistem data yang di arahkan pada teknik pengenalan pola spektral yang akan menghasilkan citra terkelas (peta tematik). Peta tematik direncanakan memiliki tujuan buah saluran spektral dirancang untuk memaksimalkan kemampuan analisa vegetasi untuk terapan bidang pertanian. Berikut ini disajikan saluran spektral yang terdapat pada landsat-7 ETM

Tabel 2.2 Karakteristik Spektral Tiap Saluran Pada Satelit LandsatTM-7 (*Sumber : Lo, 1986 (dalam Sutanto 1987))*)

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

| | | | |
|---|--|--|--|
| 7 | | | yang dikenal bermanfaat untuk klasifikasi vegetasi, analisa gangguan vegetasi, pemisahan kelembaban tanah dan sejumlah gejala lain yang berhubungan dengan panas |
|---|--|--|--|

2.3.4. Karakteristik Temporal Citra Landsat TM-7

Landsat 7 merupakan satelit dengan orbit yang selaras matahari (*sun synchronous*), dan melintas di ekuator pada waktu lokal pukul 10:00 pagi. Landsat TM memiliki kemampuan meliputi *scenes* yang sama (*revisit opportunity*) setiap 16 hari dan dapat merekam daerah selebar 185 km atau 1 scene, dapat merekam daerah seluas 185x185 kilometer dengan resolusi spasial 30x30m dan memiliki 7 kanal dan 120 untuk kanal 6.

Pada data landsat memiliki kemampuan untuk memberikan informasi cepat dalam cakupan global dan kondisi berbagai jenis tanaman yang diperlukan untuk bahan pangan dunia. Landsat yang dirancang untuk peluncuran tahun 1981, merupakan satelit sumber daya bumi generasi baru yang pertama. Satelit ini akan dikembangkan dari satelit pengamat bumi (*Earth Observation Satellite/EOS*) atau program lanjutan Landsat (*Landsat Follow On Program*). Sebagai tambahan terhadap kemampuan Landsat yang sekarang, program lanjutan Landsat akan dicirikan oleh alat penginderaan informasi yang berkaitan dengan vegetasi.

2.4. Sistem Pengolahan dan Analisa Data Citra Digital

Pengolahan citra digital adalah bagian terpenting 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.

2.4.1. 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, resolusi temporal.

2.4.1.1. Resolusi Spasial

Pengertian resolusi spasial adalah ukuran terkecil obyek yang masih dapat dideteksi oleh suatu sistem pencitraan. Semakin kecil ukuran obyek yang dapat dideteksi, semakin halus atau tinggi resolusinya. Begitu pula sebaliknya semakin besar ukuran obyek terkecil yang dapat dideteksi, semakin kasar atau rendah resolusinya.

2.4.1.2. Resolusi Spektral

Resolusi Spektral adalah kemampuan suatu sistem optik elektronik untuk membedakan informasi (obyek) berdasarkan pantulan atau pancaran spektralnya. Semakin banyak jumlah salurannya, semakin tinggi kemungkinannya untuk

mengenali obyek berdasarkan respon spektralnya atau semakin tinggi resolusi spektralnya.

2.4.1.3. Resolusi Radiometrik

kemampuan sensor dalam mencatat respon spektralnya (spektral obyek) dinyatakan dengan koreksi 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.

2.4.1.4. Resolusi Spektral

resolusi temporal adalah kemampuan suatu sistem pencitraan untuk merekam ulang daerah yang sama. Satuan resolusi temporal adalah jam atau hari. Satelit 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.

2.4.2. Konsep Restorasi Citra

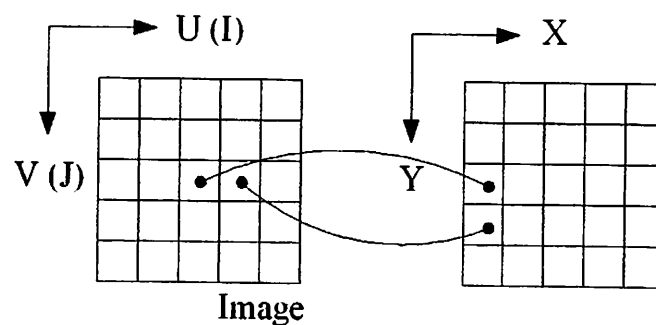
konsep restorasi citra diperlukan, apabila kualitas citra yang diperlukan tidak mencakupi dalam mendukung studi tersebut. Namun sebenarnya semua citra yang diperoleh melalui perekaman sensor tidak lepas dari kesalahan, yang diakibatkan oleh mekanisme perekaman sensornya, gerakan dan ujud geometri bumi, serta kondisi atmosfer pada saat perekaman. Restorasi citra adalah proses

perbaikan kualitas citra agar siap pakai. Retorasi citra ada dua cara, yaitu: Koreksi Geometrik dan Koreksi Radiometrik.

2.4.2.1. Koreksi Geometrik Citra

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

Koreksi geometrik atau georeferensi adalah menghilangkan distorsi geometrik dari suatu geometrik citra. Distorsi ini dilakukan dengan melakukan analisa 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 2.2. 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 : α = sudut rotasi arah lawan jarum jam

X_{citra} = koordinat piksel citra asli

Y_{citra} = 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°, 180° atau 270° 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° :

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

$$Y_{\text{baru}} = (W + 1) - X \dots\dots\dots(8)$$

Rotasi 180° :

$$X_{\text{baru}} = (W + 1) - X \dots\dots\dots(9)$$

$$Y_{\text{baru}} = (H + 1) - Y \dots\dots\dots(10)$$

Rotasi 270° :

$$X_{\text{baru}} = (H + 1) - Y \dots\dots\dots(11)$$

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

dimana : W = banyaknya piksel pada satu baris

H = banyaknya baris pada citra

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 :

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

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

Dan transpose sepanjang diagonal kedua dengan :

$$X_{\text{baru}} = Y_{\text{citra}}$$

$$Y_{\text{baru}} = X_{\text{citra}}$$

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 :

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

$$(15)$$

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

$$(16)$$

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 :

$$X_{\text{baru}} = X + T_X \dots\dots\dots(15)$$

$$Y_{\text{baru}} = X + T_Y \dots\dots\dots(16)$$

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

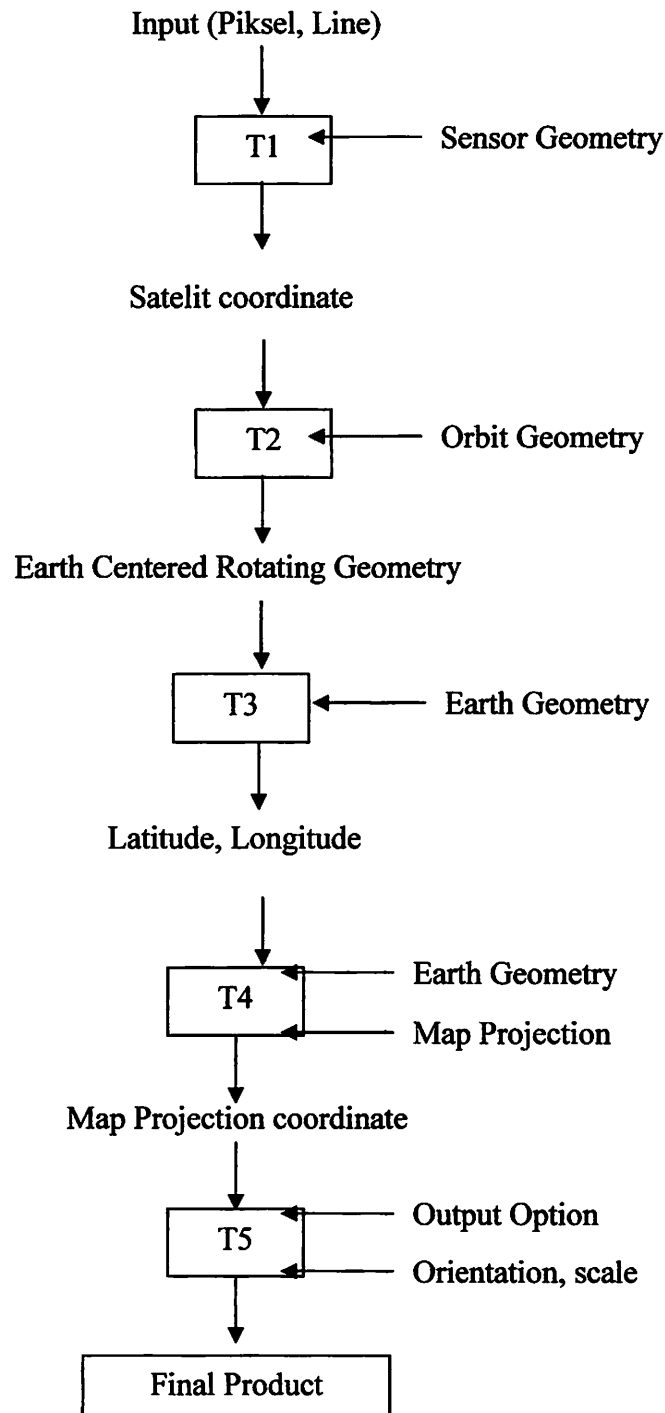
T_Y = besarnya translasi pada arah sumbu Y.

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 : (T1,..., n = Data Citra Digital).



Gambar 2.3 Terminologi Koreksi Geometri

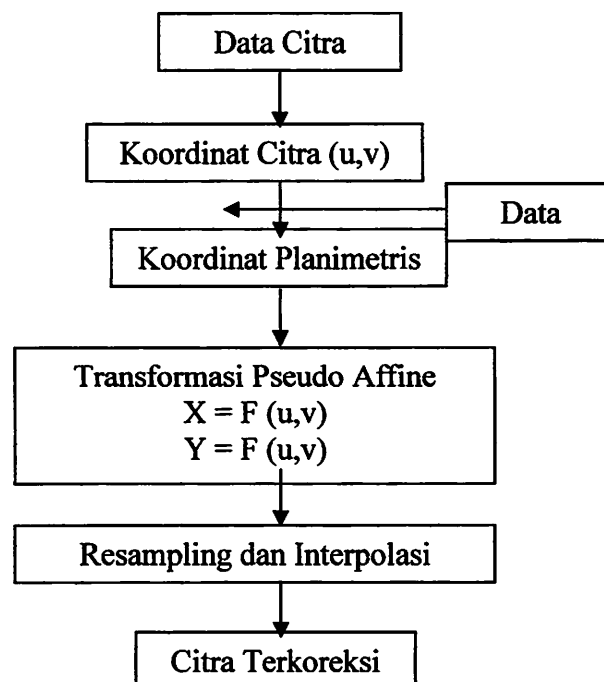
Tahapan untuk melakukan Koreksi Geometri Citra sebagai berikut :

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 sistematik dan kesalahan non-sistematik.

a) Koreksi Sistematik

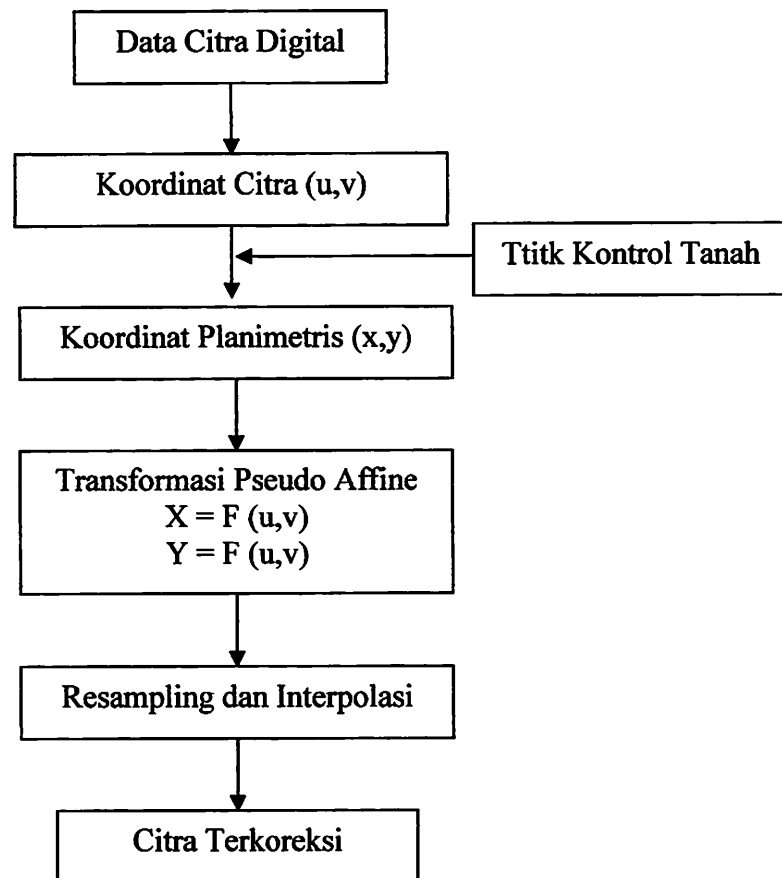
Ketika data referensi geometrik atau geometrik sensor diberikan atau diukur distorsi geometrik dapat dikoreksi secara sistematik. Sebagai contoh, geometri lensa kamera diberikan dengan mengkalibrasi panjang fokus, parameter distorsi lensa. Koordinat fiducial mark dapat dilakukan persamaan kolinieritas.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



Gambar 2.4. Diagram Alur Koreksi

b) Koreksi Non-Sistematis

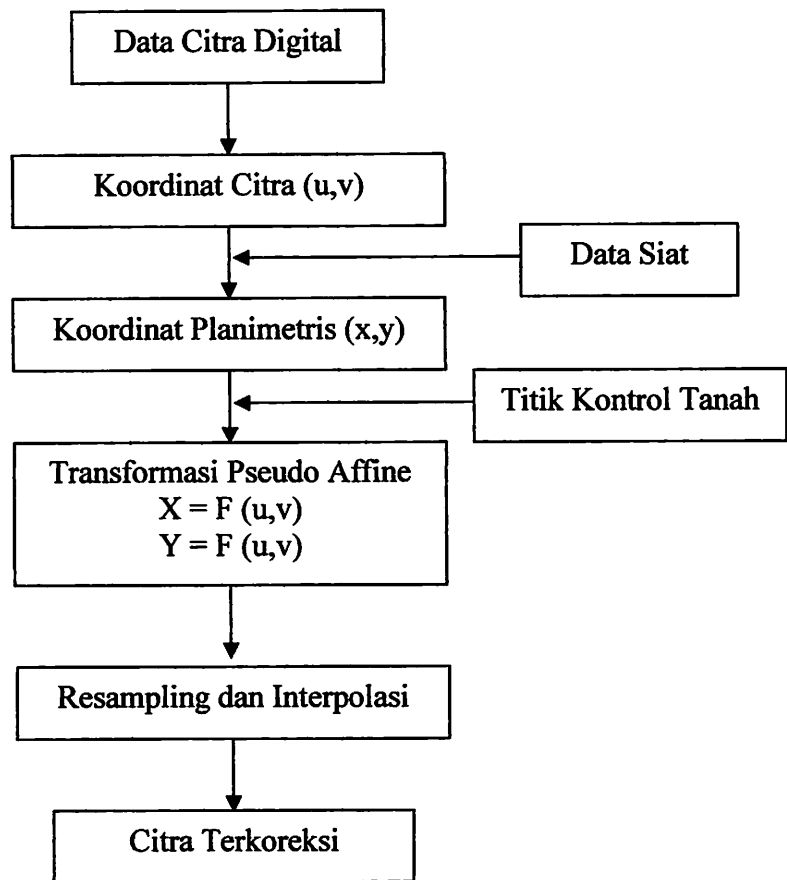
Polinomial untuk mentransformasikan sistem koordiant geografi ke sistem koordinat citra, akan ditentukan dengan diberikan koordinat titik kontrol tanah menggunakan metode kuadrat terkecil. Akurasi tergantung pada orde polinomial, jumlah dan distribusi titik kontrol tanah.



Gambar 2.5. Diagram Alur Koreksi Non-Sistematis

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.



Gambar 2.6. 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 :

$$u = apq xp * yq(19)$$

$$v = bpq xp * yq(20)$$

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

Dapat juga digunakan polinomial orde sangat rendah seperti transformasi affine.

$$u = ax + by + c(21)$$

$$v = dx + ey + f(22)$$

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

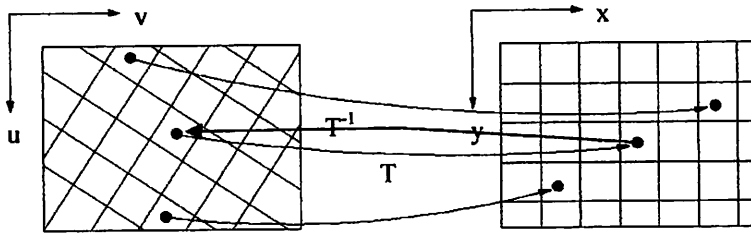
Metode untuk menentukan koefisien transformasi geometrik polinomial dapat digunakan penyelesaian kuadrat terkecil untuk polinomial bilinear.

Ini dikerjakan dengan lebih dari 4, katakanlah n GCPs.

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

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

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



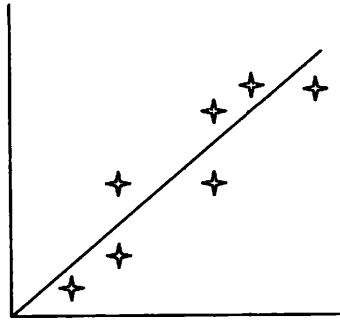
Gambar 2.7. Transformasi Antara Ruang Citra ke Ruang Koordinat Geografi

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

$$A = [MT * M]^{-1} * MT * X \dots\dots\dots(23)$$

A adalah solusi, hal itu dapat kita pecahkan untuk b_0, b_1, b_2, b_3 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 2.8. 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 2.3 Rumus Transformasi (Sumber : Wiweka, 1997)

| 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 | $x = \sum \sum a_{ij} u^{i-1} - v^{j-1}$ $y = \sum \sum b_{ij} u^{i-1} - v^{j-1}$ | ... |

(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, pada citra sebagai berikut :

σ_u = standard deviasi pada nomer piksel

σ_v = standard deviasi pada nomer garis

dimana :

$$\sigma_{u2} = \sum \{u_i - f(x_i, y_i)\}^2 / n \dots\dots\dots(24)$$

$$\sigma_{v2} = \sum \{v_i - f(x_i, y_i)\}^2 / n \dots\dots\dots(25)$$

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

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

Akurasi biasanya dalam \pm satu piksel. Jika kesalahan lebih besar dari persyaratan, koordinat pada citra dan peta dicek, 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.

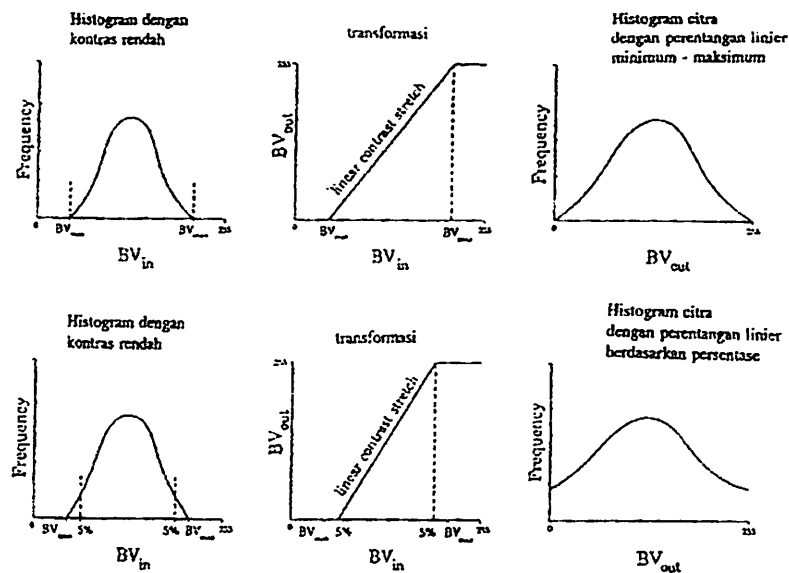
2.4.2.2. Koreksi Radiometrik Citra

Koreksi Radiometrik diperlukan karena dua alasan, yaitu untuk memperbaiki kualitas visual citra sekaligus memperbaiki nilai-nilai piksel yang tidak sesuai dengan pantulan atau panaran spektral obyek yang sebenarnya. Pada koreksi ini diasumsikan bahwa nilai terendah pada suatu kerangka liputan seharusnya nol. Apabila nilai terendah pixel pada kerangka liputan tersebut bukan, maka nilai penambahan tersebut dipandang sebagai hasil hamburan 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.

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. Besarnya offset menunjukkan besarnya pengaruh gangguan oleh atmosfer



Gambar 2.9. Koreksi Radiometri dengan Penyusunan Histogram

2.4.3. Citra Komposit

Dalam penginderaan jauh dikenal sebagai istilah citra komposit yang merupakan paduan beberapa saluran. Penyusunan citra komposit dimaksudkan untuk memperoleh gambaran visual yang lebih baik, seperti halnya melihat foto udara, infra merah berwarna sehingga pengamatan obyek, pemilihan sampel, dan aspek estetika citra yang dapat diperbaiki. Dalam teori dikenal tiga warna dasar yaitu biru, hijau, dan merah. Dan yang dipergunakan membuat citra komposit untuk menampilkan citra tutupan lahan adalah saluran 5 (red), dan saluran 2 (blue).

2.4.4. interpretasi Citra penginderaan jauh

Dalam interpretasi digital data penginderaan jauh berupa numerik. Interpretasi digital merupakan klasifikasi dari pixel berdasarkan nilai spektralnya. Piksel adalah bagian terkecil dari citra yang masih dapat dikenali. Interpretasi secara digital pada dasarnya dapat dilakukan dengan dua cara :

1. Klasifikasi Teracu (Supervised Classification)

Merupakan sekumpulan algoritma yang didasari pemasukan contoh atau sample obyek (berupa nilai spektral) oleh operator. Lokasi geografis kelompok piksel sample ini disebut sebagai daerah contoh (training area). Sebelum sample diambil, operator harus mempersiapkan sistem klasifikasi manual. Dua hal yang harus dipertimbangkan dalam klasifikasi ialah sistem klasifikasi dan kriteria sample. Pengambilan sample secara digital oleh operator, pada dasarnya merupakan cara 'melatih' komputer untuk mengenali obyek berdasarkan kecenderungan spektralnya. Perlu diperhatikan klasifikasi multispektral secara langsung dapat diterapkan untuk pemetaan penutup lahan dan bukan penggunaan lahan.

2. Klasifikasi Tak Teracu (Unsupervised Classification)

Klasifikasi tak teracu secara otomatis diputuskan oleh komputer tanpa campur tangan operator walaupun ada proses interaksi ini sangat terbatas. Proses ini sendiri adalah proses iterasi sampai menghasilkan pengelompokan akhir gugus-gugus spektral. Campur tangan operator setelah gugus-gugus spektral terbentuk, yaitu dengan menandai tiap gugus sebagai obyek tertentu. Oleh karena itu, teknik

klasifikasi semacam ini disebut klasifikasi *a-posteriori* (setelah fakta), sebagai lawan *a-priori* (mendahului fakta).

2.5. Estimasi Tingkat Kerapatan Vegetasi

Estimasi tingkat kerapatan vegetasi adalah perkiraan atau penilaian tingkat kerapatan vegetasi berdasarkan hasil transformasi rumus NDVI, TNDVI, DVI berupa index vegetasi. Pada hakekatnya NDVI, TNDVI, DVI, 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 μm s/d 0,7 μm). Sedangkan chlorophyl berwarna hijau muda aktif menyerap spektrum cahaya biru (0,4 μm s/d 0,5 μm). Landsat-TM mempunyai kemampuan untuk mengukur respon tanaman terhadap energi radiasi surya yang sampai ke permukaan daun tanaman, yaitu melalui kanal 4 dan kanal 3. Kanal 3 bekerja pada panjang gelombang antara 0,63 – 0,69 μm dan kanal 4 bekerja pada panjang gelombang 0,76 - 0,90 μm . 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.

2.5.1. Klafikasi Kerapatan Vegetasi

2.5.1.1. Klasifikasi Vegetasi berdasarkan NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

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.

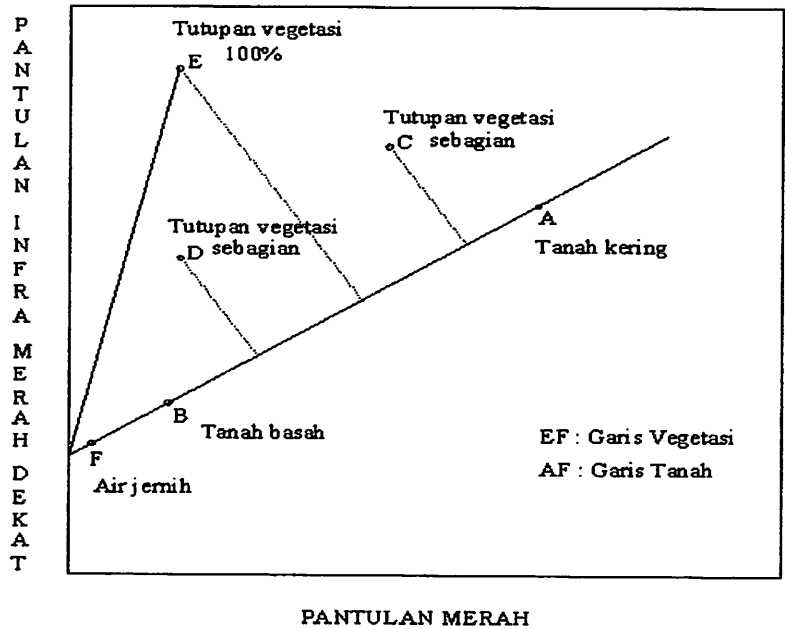
Adapun klasifikasi vegetasi tingkat kehijauan berdasarkan NDVI, adalah

(Sumber : *Beny Prayitno, 2001*):

1. Kelas vegetasi tingkat kehijaun tinggi ($NDVI > 0.2$).
2. Kelas vegetasi tingkat kehijaun sedang ($0.15 < NDVI \leq 0.2$).
3. Kelas vegetasi tingkat kehijaun rendah ($0.1 < NDVI \leq 0.15$).
4. Kelas non vegetasi / kering / bera ($NDVI \leq 0.1$).

Berikut ini adalah rumus dasar NDVI :

$$NDVI = \frac{InfraMerahDekat - Merah}{InfraMerahDekat + Merah} \dots\dots\dots(26)$$



Gambar 2.10. Garis Vegetasi dan Garis Tanah

2.5.1.2. Klasifikasi Vegetasi berdasarkan DVI (Difference Vegetation Index)

Richardson dan Wiegand (1977) mengusulkan sebuah transformasi indeks vegetasi, *Different Vegetation Index* (DVI) yang dikembangkan dari Landsat TM di beberapa daerah di Amerika Serikat, DVI diformulasikan sebagai berikut :

$$DVI = 2.4 \times (INFRAMERAHDEKAT) - MERAH \dots\dots\dots(27)$$

Pada saluran ini adalah saluran infra merah dekat yang beroperasi pada panjang gelombang 0.8 – 1.1µm. Saluran merah yang beroperasi pada

panjang gelombang 0.5 – 0.7 μ m. pada penelitian ini, data asli hanya berjulat 0 – 127.

2.5.1.3. Klasifikasi Vegetasi berdasarkan TNDVI (Transformed Normalized Difference Vegetation Index)

Terdapat berbagai macam algoritma yang digunakan untuk meneliti Vegetasi. Dan kebanyakan yang digunakan adalah high near-infrared (NIR) dalam pemantulan hijau vegetasi (Band 4 : 0.83 μ m) yang kemudian dibandingkan dengan penyerapan warna merah klorofil yang tinggi (Band 3 : 0.66 μ m).seperti teknik pengolahan citra Landsat lainnya, formula ini dapat menginformasikan selain vegetasi, misalkan terdapat suatu material selain vegetasi yang memiliki responspektral yang tinggi didalam NIR dan memiliki respon spektral yang rendah pada warna merah.

beberapa kombinasi matematika dari sebuah infra merah dekat (near infrared) dan band yang tampak yang biasanya disebut Indeks Vegetasi (VI), yang merupakan suatu indikator tumbuhan. didalam pelajaran ini, TNDVI (Transformed Normalized Difference Vegetation Index) diperoleh dari image Landsat MSS yang digunakan untuk menghitung LAI (*Leaf Area Index*). TNDVI didasarkan pada NDVI, yang mana perbedaan dari Near infrared (NIR) dan warna merah yang tampak adalah nilai-nilai faktor refleksi dibagi oleh total faktor refleksinya (*Leo et al., 2000*). Nilai cakupan TNDVI adalah antara 0.0 dan 1.0. nilai 1.0 adalah menunjukkan kerapatan vegetasi sedangkan nilai 0.0 menunjukan rendahnya kerapatan vegetasi. (Robert and Dunno, 2001).

Suatu vegetasi yang kering memiliki respon spektral yang berbeda dari vegetasi hijau, dan algoritma ini tidak cocok untuk meneliti rumput yang kering, rasio band 5 lebih besar dari pada band 7 (contoh 1.65 um / 2.215 um) lebih bagus untuk vegetasi kering. Sayangnya rasio 5/7 juga akan menampakkan *Hydroxida*.

Berikut ini adalah formulasi TNDVI :

$$\text{TNDVI} = \sqrt{\left(\frac{\text{InfraMerahDekat} - \text{Merah}}{\text{InfraMerahDekat} + \text{Merah}} \right) + 0.5} \dots\dots\dots(28)$$

BAB III

PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1. Deskripsi Lokasi Penelitian

Kabupaten Bondowoso, adalah sebuah kabupaten di Propinsi Jawa Timur, Indonesia. Ibukotanya adalah Bondowoso. Kabupaten Bondowoso dapat dibagi menjadi tiga wilayah: Wilayah barat merupakan pegunungan (bagian Pegunungan Iyang), bagian tengah berupa dataran tinggi dan bergelombang, sedang bagian timur berupa pegunungan (bagian dari dataran tinggi Ijen), Bondowoso merupakan satu-satunya kabupaten di daerah Tapal Kuda yang tidak memiliki garis pantai. Kabupaten Bondowoso terdiri atas 20 kecamatan yang dibagi lagi atas 185 desa, dan 10 kelurahan. Pusat pemerintahan di kecamatan. Berikut ini adalah batas administrasi Kabupaten Bondowoso :

| | |
|---------|-------------------------|
| Utara | : Kabupaten Situbondo |
| Timur | : Kabupaten Banyuwangi |
| Selatan | : Kabupaten Jember |
| Barat | : Kabupaten Probolinggo |

3.2. Persiapan Penelitian

3.2.1. Data yang diperlukan dalam penelitian

Data – data yang diperlukan untuk penelitian ini adalah:

- a. Citra LandSat TM-7 Kabupaten Bondowoso, Jawa Timur.
- b. Peta Rupa Bumi Kabupaten Bondowoso 1:25.000.

c. GPS HandHeld Garmin 76 CSX

3.2.2. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian :

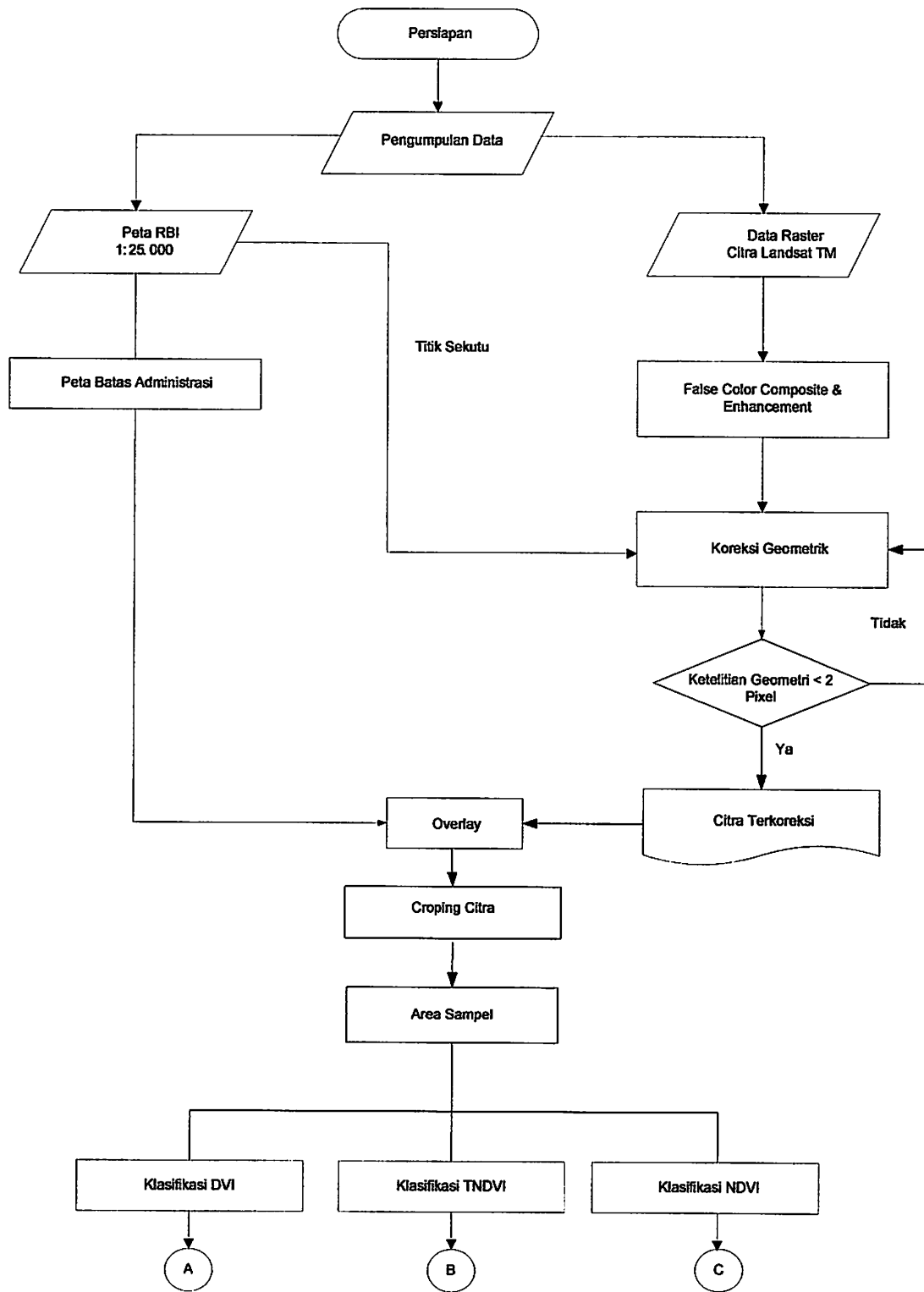
3.2.2.1. Perangkat Keras

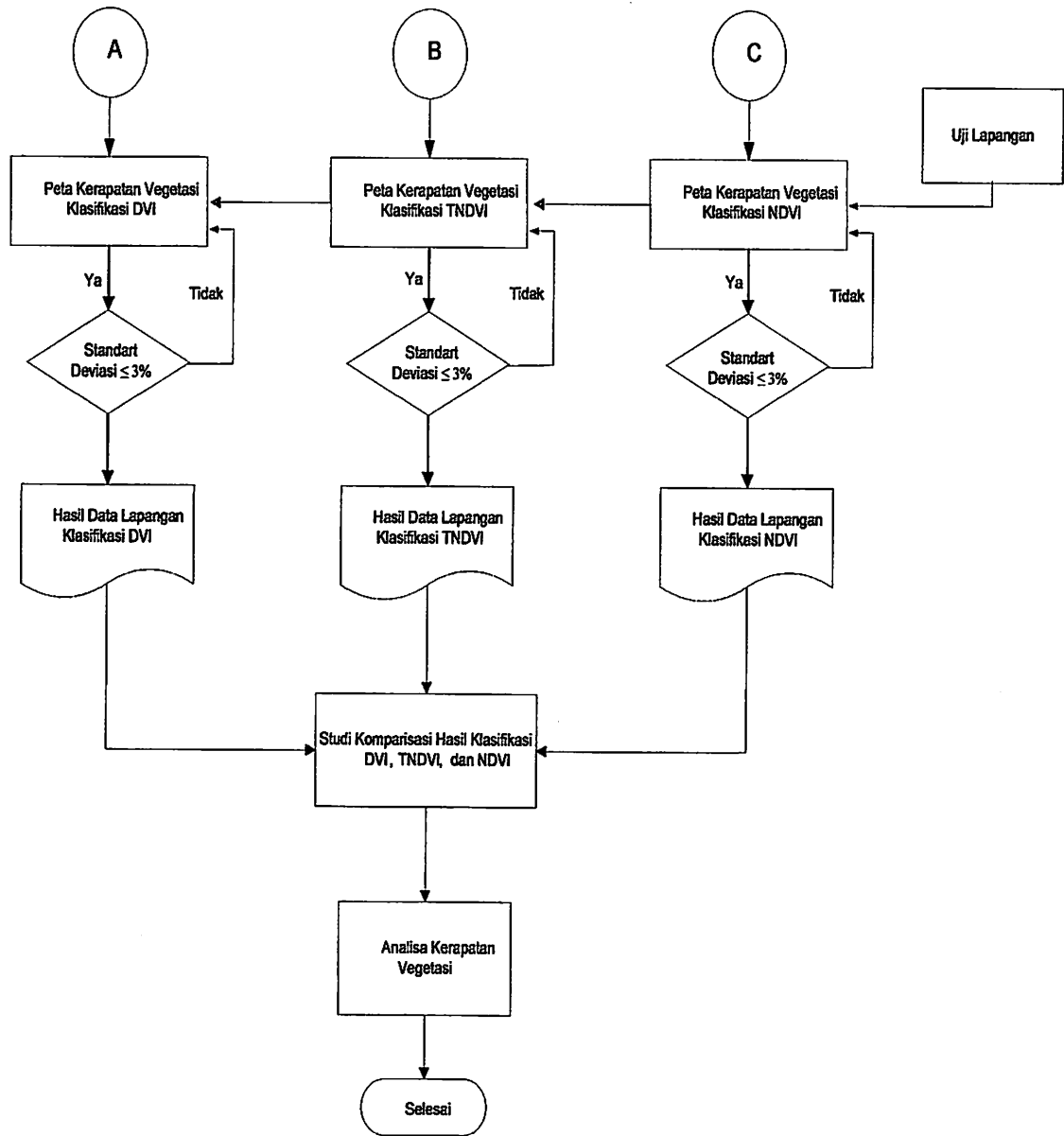
1. PC Pentium 4 (2.8 Mhz)
2. Harddisk 80 Gb
3. Memory 726 Mb
4. Monitor LG Flatron ez T 530 s
5. Printer
6. Keyboard
7. Mouse

3.2.2.2. Perangkat Lunak

1. Software *ERMapper 6.4*.
2. AutoCAD ALD 4 (2004).
3. Microsoft Word 2003.

3.3. Diagram Alir Penelitian





Keterangan Diagram Alir Penelitian :

1. Persiapan

Persiapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengumpulan data raster (Landsat TM-7) dan data vector berupa peta rupa bumi Kab. Bondowoso dengan skala 1:25.000, serta *Software* dan *Hardware* yang dibutuhkan.

2. Peta Rupa Bumi Indonesia

Peta rupa bumi yang digunakan adalah peta RBI Kabupaten Bondowoso 1:25.000, yang digunakan untuk koreksi *Geometrik* dan proses *Cropping* yang meliputi layer jalan, sungai dan batas administrasi Kabupaten Bondowoso.

3. Penajaman Citra

Penajaman citra dilakukan untuk mempertajam kualitas visualisasi citra.

4. Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik adalah proses menghilangkan kesalahan geometrik yang disebabkan oleh efek rotasi bumi, kelengkungan bumi, sudut pandang dan ketidaklinieran sensor, melalui hubungan sistem koordinat citra (baris , kolom) dan sistem koordinat geometris (x , y). Kesalahan geometrik ini akan mengakibatkan terjadinya pergeseran posisi piksel pada citra dari letak dan ukuran piksel yang sebenarnya, karena itu perlu dilakukan koreksi geometrik untuk menghilangkan kesalahan geometrik. Pada penelitian ini koreksi ge-

ometrik menggunakan metode image *tomap*, dimana peta yang digunakan untuk mengkoreksi adalah peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Kabupaten Gresik, dan pengambilan titik-titik GCP harus menyebar dan tetap misalnya: perempatan jalan, sungai.

5. Cropping Citra

Proses cropping atau pemotongan citra dilakukan sesuai dengan batas wilayah administrasi daerah penelitian, yaitu Kabupaten Bondowoso yang dapat mempermudah dalam proses interpretasi.

6. Area Sampel

Menentukan area sampel pada citra landsat TM7

7. Klasifikasi Tak Terbimbing

Klasifikasi tak terbimbing tingkat kerapatan vegetasi dengan menggunakan metode *Unsupervised Classification*.

8. Uji lapangan

Uji Lapangan atau Cek Lapangan untuk beberapa kenampakan dari hasil klasifikasi yang meragukan, dapat dilakukan guna mendapatkan kepastian kenampakan tersebut. Cek lapangan dilakukan berdasarkan pengecekan langsung pada daerah yang hasil klasifikasinya meragukan tersebut.

9. Studi Komparisasi Hasil Klasifikasi

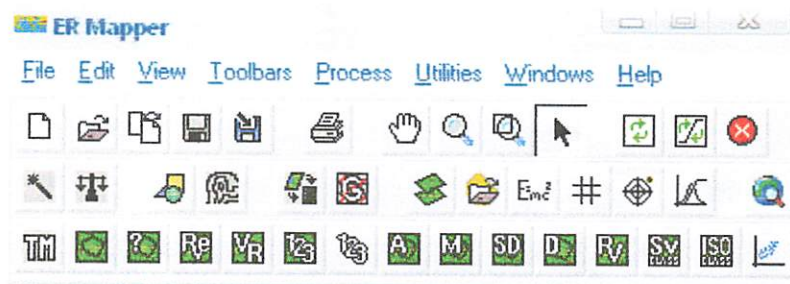
Studi komparisasi hasil klasifikasi ini membandingkan antara algoritma DVI, TNDVI, dan NDVI yang sesuai untuk identifikasi kerapatan vegetasi di Kabupaten Bondowoso.

10. Analisa

Melakukan analisa dari hasil komparisasi algoritma yang sesuai untuk identifikasi kerapatan vegetasi.

3.4. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Tahapan awal pelaksanaan pengolahan data penelitian ini adalah dengan menggunakan *software* ER Mapper 6.4. yang berfungsi untuk peningkatan penajamkan citra (*enhancement*), melakukan kombinasi band untuk mengidentifikasi kerapatan vegetasi, menampilkan data raster dan vektor, proses cropping citra, koreksi geometri dilakukan untuk menyamakan sistem proyeksi citra pada bidang datar dengan proyeksi peta dan dalam tahapan ini juga dilakukan interpretasi digital. Adapun pelaksanaan proses pengolahannya adalah sebagai berikut :



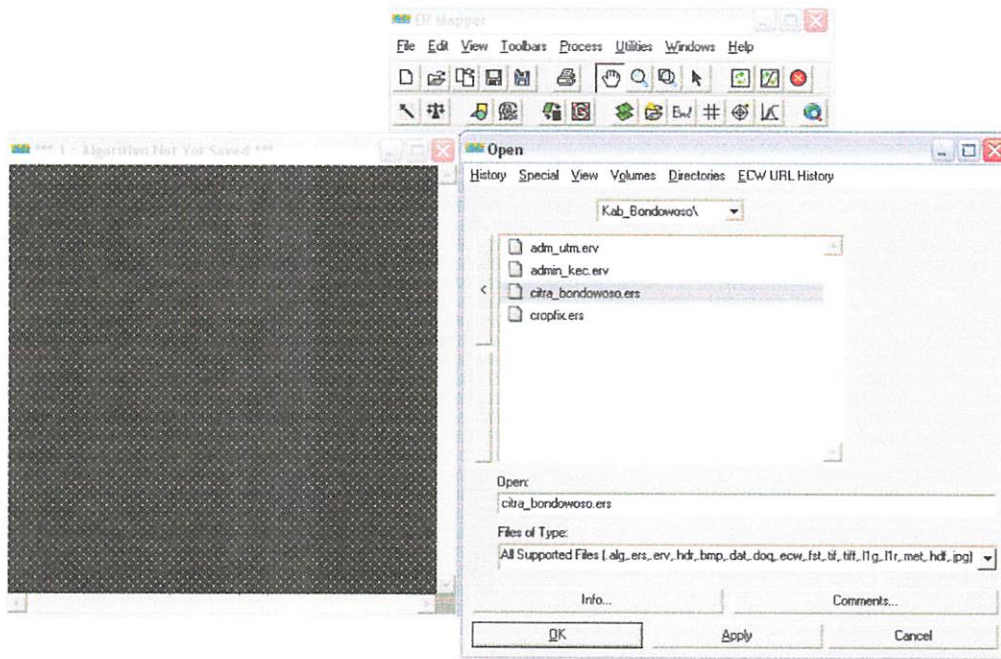
Gambar 3.1. Tampilan Software ER Mapper 6.4

3.4.1. Menampilkan Citra

Menampilkan data Citra Landsat TM7 Kabupaten Bondowoso ke layar monitor dengan perangkat lunak Er Mapper 6.4

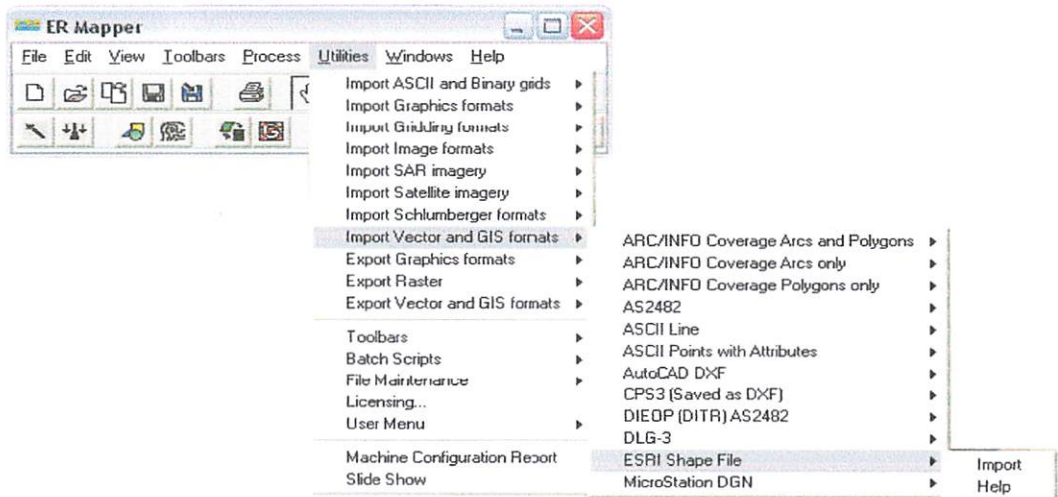
Adapun tahapan pekerjaannya adalah sebagai berikut :

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



Gambar 3.2. Tampilan Untuk Membuka Citra

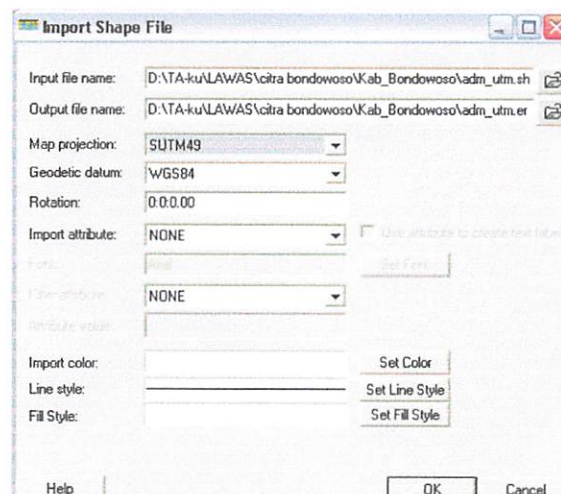
6. Pilih file `Landsat_Bondowoso.ers`, klik *OK*. Pada toolbar klik *Refresh* untuk menampilkan gambar citra dengan jelas pada layar monitor



Gambar 3.5. Tampilan Menu Utilities untuk proses Import dari file shp. ke file erv.

3. setelah melakukan proses import maka akan tertera tampilan sebagai berikut :


- Input file name : memasukkan data yang akan proses (dalam bentuk Shp.)
- Output file name : nama file hasil proses data (dalam bentuk erv.)
- Map Projection : sistem proyeksi yang digunakan
- Geodetic Datum : Geodetik datum yang dipergunakan

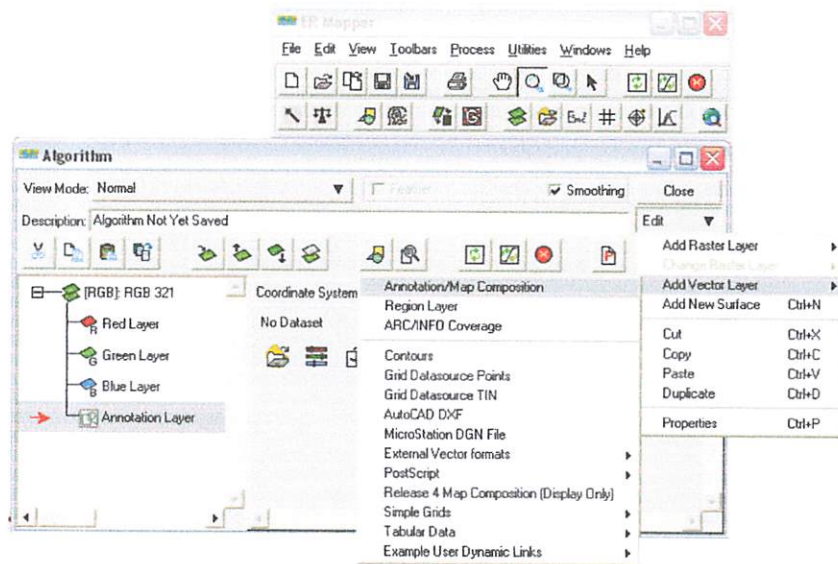


Gambar 3.6. Import Shape File untuk langkah kerja import data ke ERMapper


3.4.3. Menampilkan Data Vektor

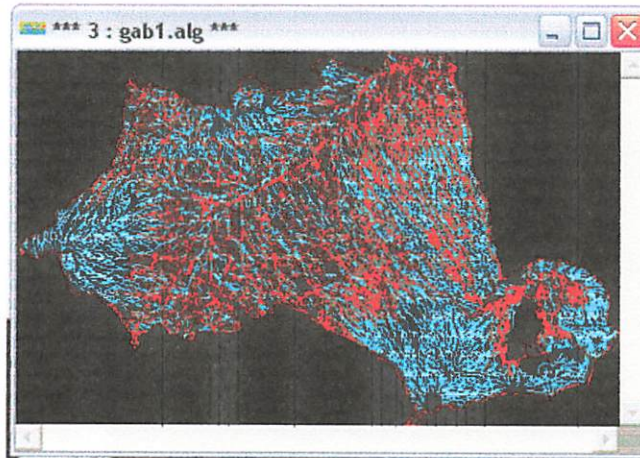
Data spasial berupa sungai, jalan dan batas administrasi Kcamatan Bondowoso yang berupa vektor dapat ditampilkan dengan cara sebagai berikut :

1. Buka ER Mapper kemudian pilih icon  kemudian setelah muncul kotak edit *algorithm* pilih *edit* → *add vector layer* → *Annotation / Map Composite*



Gambar 3.7. Tampilan Menu Add Vector Layer

2. Akan muncul layer *Annotation Layer*, pilih file *Sungai* dan *Jalan* yang akan ditampilkan lewat icon  *Dynamic Link Chooser*.
3. Kemudian buka file tersebut yang disimpan dalam file *Gab1.alg*.

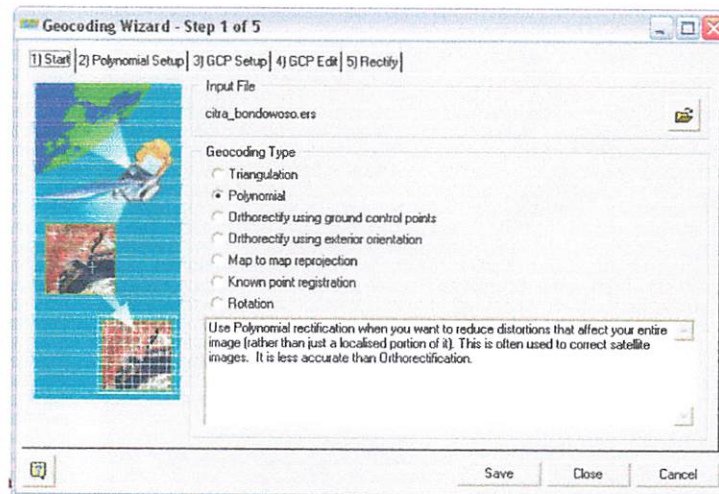


Gambar 3.8. Tampilan vector jalan, sungai, dan batas admin Kab. Bondowoso

3.4.4. Koreksi Geometrik


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

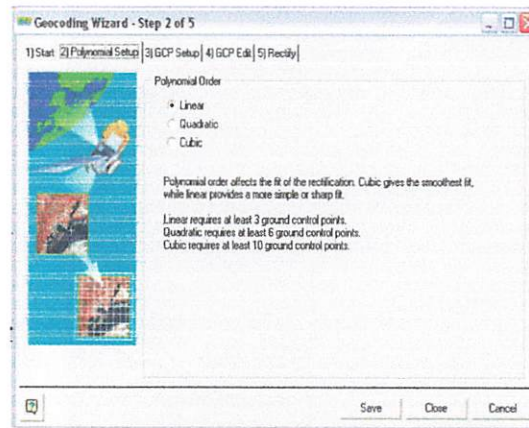
Pilih icon *Ortho and Geocoding Wizards* , dan akan muncul kotak dialog Geocoding Wizards.



Gambar 3.9 Geocoding Wizard

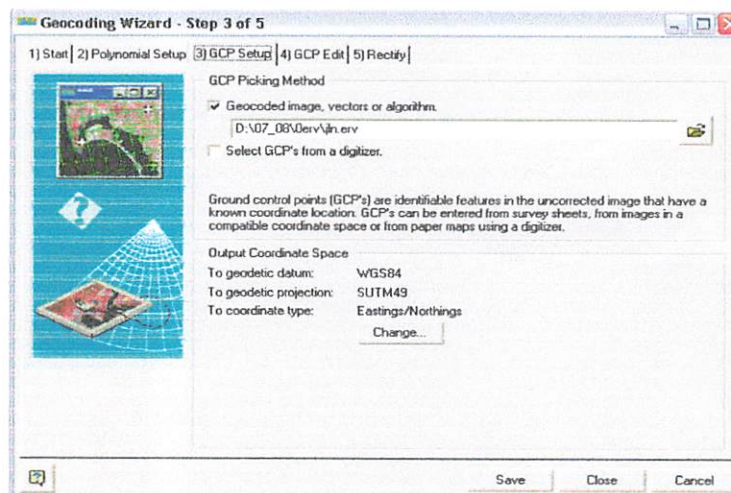
Pada kotak dialog Geocoding Wizards terdapat lima tahapan sebagai berikut :

1. Tahapan pertama pilih file yang akan dikoreksi geometri dari icon  serta tentukan Geocoding Typenya adalah Polynimial.
2. Tahap kedua, tentukan type *Polynimial* order adalah Linier.






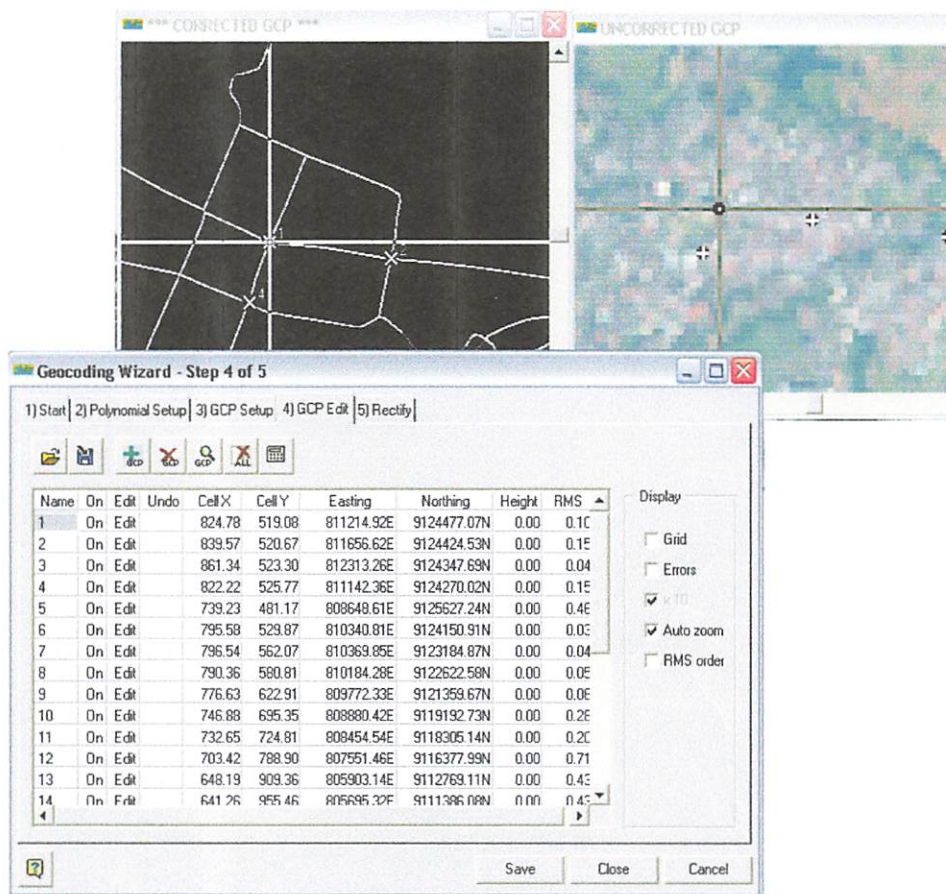
Gambar 3.10. Tampilan Polynomial Setup

3. Tahap ketiga, tentukan GCP Picking Method dengan memilih Geocoded image, vektor or algorithm dan kita menentukan nama file acuan, pada Output Coordinate Space akan nampak datum dan system proyeksi dari hasil citra akhir.



Gambar 3.11. GCP Setup

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



Gambar 3.12. Proses Koreksi Geometri

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

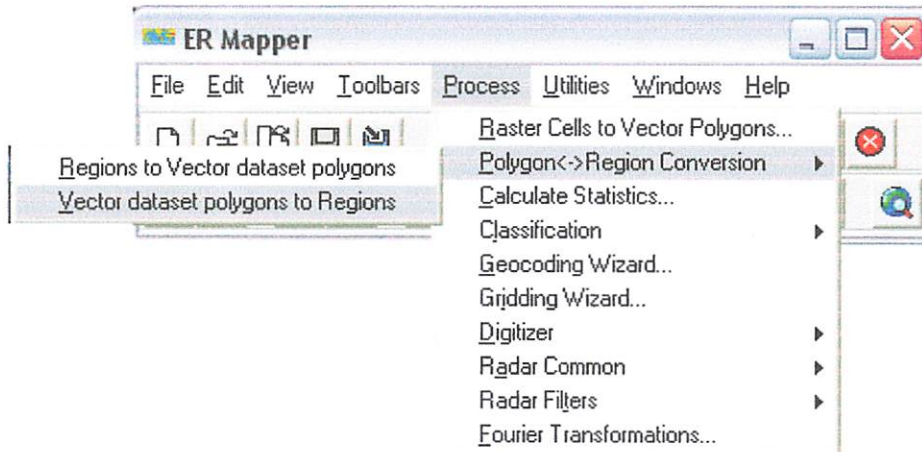
Tabel 3.1. Lokasi Titik GCP dalam koordinat proyeksi UTM zone 49S

| No | Easting | Norting | Lokasi |
|----|-------------|-------------|------------------|
| 1 | 811214.9212 | 9124477.074 | Perempatan Jalan |
| 2 | 811656.6225 | 9124424.534 | Perempatan Jalan |
| 3 | 812313.2587 | 9124347.691 | Pertigaan Jalan |
| 4 | 811142.3645 | 9124270.019 | Perempatan Jalan |
| 5 | 808648.6123 | 9125627.243 | Pertigaan Jalan |
| 6 | 810340.8051 | 9124150.908 | Perempatan Jalan |
| 7 | 810369.8462 | 9123184.867 | Pertigaan Jalan |
| 8 | 810184.2784 | 9122622.585 | Pertigaan Jalan |
| 9 | 809772.3277 | 9121359.674 | Pertigaan Jalan |
| 10 | 808880.416 | 9119192.729 | Pertigaan Jalan |
| 11 | 808454.5404 | 9118305.141 | Pertigaan Jalan |
| 12 | 807551.4592 | 9116377.988 | Perempatan Jalan |
| 13 | 805903.1391 | 9112769.108 | Perempatan Jalan |
| 14 | 805695.3198 | 9111386.077 | Pertigaan Jalan |
| 15 | 808363.7231 | 9109678.748 | Pertigaan Jalan |
| 16 | 809188.1582 | 9111831.541 | Perempatan Jalan |
| 17 | 808259.1002 | 9112286.95 | Pertigaan Jalan |
| 18 | 806982.1624 | 9123104.091 | Pertigaan Jalan |
| 19 | 806262.1111 | 9131471.263 | Pertigaan Jalan |
| 20 | 805227.3879 | 9134718.997 | Pertigaan Jalan |
| 21 | 815041.9574 | 9130890.234 | Pertigaan Jalan |
| 22 | 813391.3837 | 9125091.636 | Pertigaan Jalan |
| 23 | 820995.1324 | 9128276.173 | Pertigaan Jalan |
| 24 | 824421.1677 | 9127694.001 | Pertigaan Jalan |
| 25 | 823930.0847 | 9125384.591 | Pertigaan Jalan |
| 26 | 825921.2892 | 9122612.879 | Pertigaan Jalan |
| 27 | 819164.7118 | 9117098.002 | Pertigaan Jalan |

3.4.5. Cropping Citra

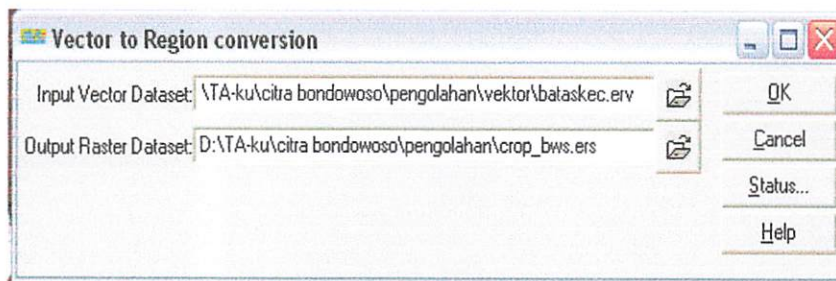
Untuk dapat melakukan pekerjaan cropping Citra Landsat ETM sesuai dengan daerah penelitian, maka terlebih dahulu antara Citra Landsat ETM yang terkoreksi dengan peta digital harus dioverlaykan. Adapun langkah-langkah untuk memotong citra tersebut adalah sebagai berikut :

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






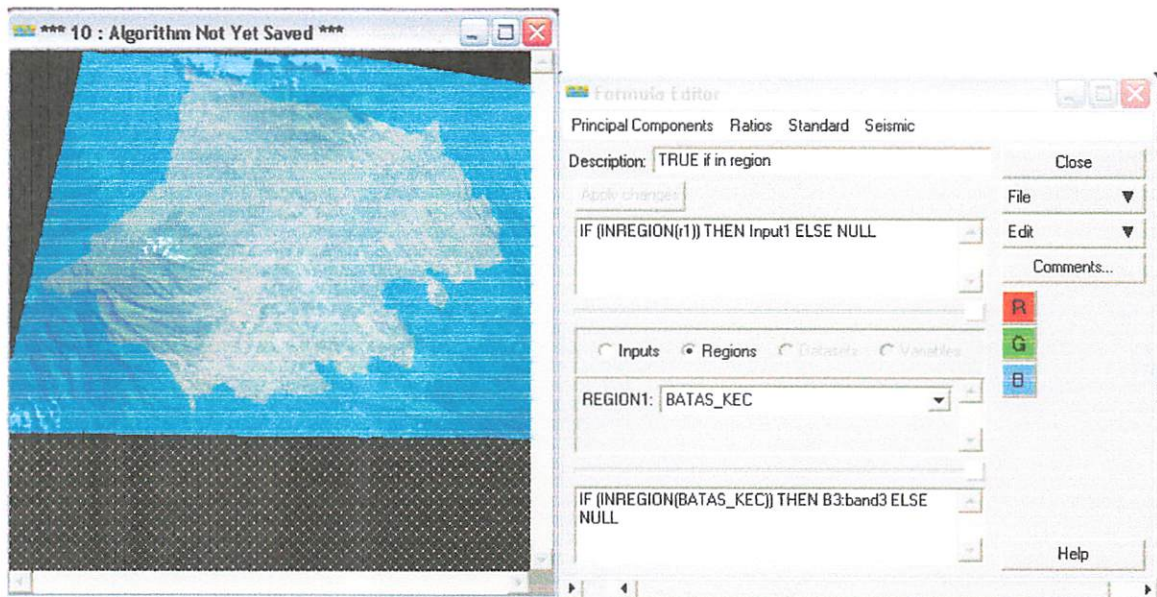
Gambar 3.13. Menu Process Polygon (Region Conversion)

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



Gambar 3.14. Tampilan Menu Vector to Region conversion

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





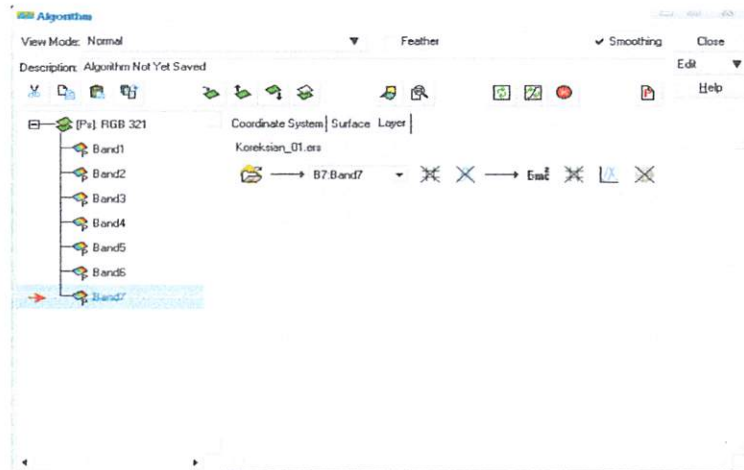
Gambar 3.15. Formula Editor

5. Setelah proses tersebut kemudian klik untuk warna Green (hijau) G dan Blue (biru) B
6. Setelah proses tersebut maka akan terbentuk hasil cropping citra




Gambar 3.16. Citra Hasil Cropping hampir jadi

7. Kemudian pilih , setelah muncul kotak dialog algoritma, arahkan kursor ke layer pseudocolor, kemudian pilih  (duplicate layer) tersebut sebanyak tujuh layer.
8. Ganti tiap nama layer pseudocolor menjadi Band1, Band2,..... dan seterusnya sampai Band7




Gambar 3.17. Kotak Dialog Algoritma

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



Gambar 3.18. Kotak Dialog Save As ER Mapper

10. Buka Citra Landsat TM7 hasil cropping yang sudah jadi dengan

ikon 





Gambar 3.19. Citra Hasil Cropping yang sudah jadi

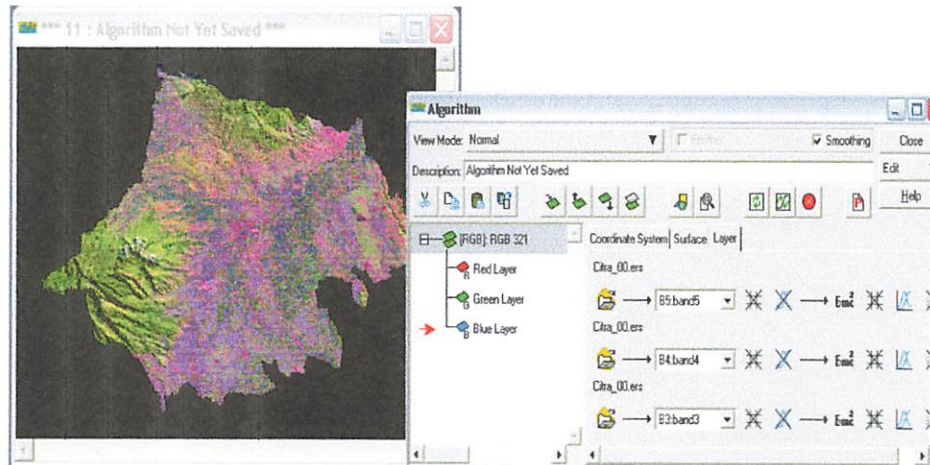
3.4.6. Citra Komposit

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

Adapun langkah – langkahnya sebagai berikut :

1. Buka Citra Landsat TM-7 dengan ikon 
2. Akan muncul kotak dialog algorithm pada tampilan layer dan tampilan citra yang digunakan untuk penelitian.
3. Pilih icon  untuk membuat kombinasi warna, kita harus membuat kombinasi dalam layer Red, Layer Green dan Layer Blue.

4. Dalam kotak dialog algorithm terlihat jenis surfacenya Red, Green dan Blue dengan setiap layer diisi band sesuai dengan kebutuhan interpretasinya dalam hal ini menggunakan kombinasi band 543.



Gambar 3.20. Tampilan citra dengan kombinasi band

3.5. Proses Klasifikasi Citra

3.5.1. Klasifikasi Citra Penelitian

Pada pekerjaan proses klasifikasi dalam penelitian ini digunakan metode klasifikasi tak terbimbing (*Unsupervised*). Klasifikasi unsupervised secara sendiri akan mengkatagorikan semua pixel menjadi kelas-kelas dengan menampilkan spektral atau karakteristik spektral yang sama. Hasil klasifikasi dipengaruhi oleh parameter-parameter yang ditentukan dalam kotak dialog klasifikasi unsupervised. Klasifikasi unsupervised 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, TNDVI, DVI yang ditransformasikan pada citra Landsat ETM melalui menu persamaan formula pada Software ER

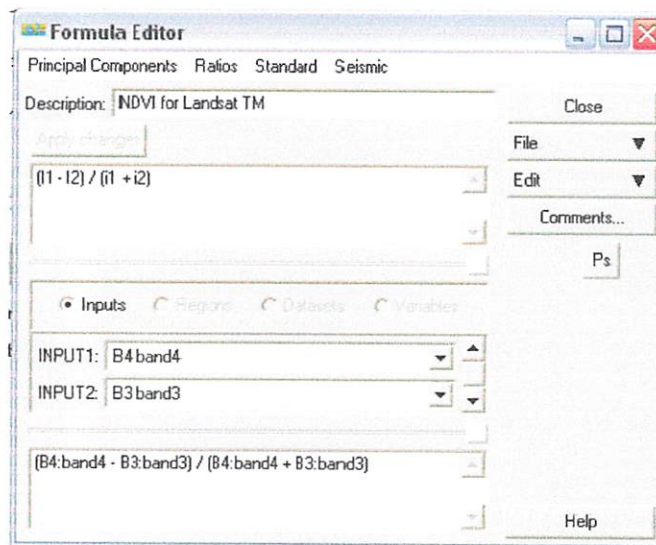
Mapper dan hasilnya dapat dilihat pada diagram histogram kemudian dari diagram histogram tersebut dapat ditentukan klasifikasi tingkat kerapatan vegetasi.

3.5.1.1. Proses Klasifikasi Tak Terbimbing

Adapun proses klasifikasi terbimbing ini terbagi menjadi 3 bagian :

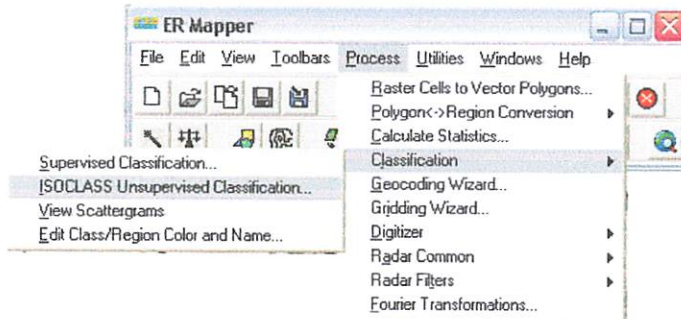
3.5.1.1.1. klasifikasi NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

1. pilih menu bar Edit Algoritm → Edit Formula pada menu bar Edit Algoritm, kemudian tuliskan formula sesuai dengan rumus klasifikasi yaitu rumus NDVI.



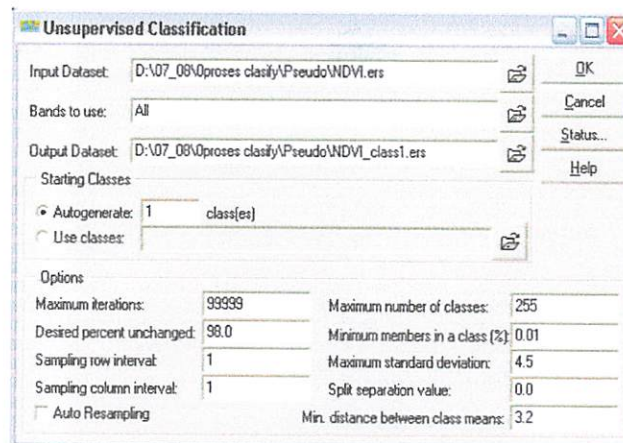
Gambar 3.26. Kotak Dialog Formula Editor

2. Pilih menu bar Process → Classification → ISOO Unsupervised Classification sehingga tampil kotak dialog Unsupervised Classification.





Gambar 3.27. Tampilan Kotak dialog Proses Klasifikasi Tak Terbimbing

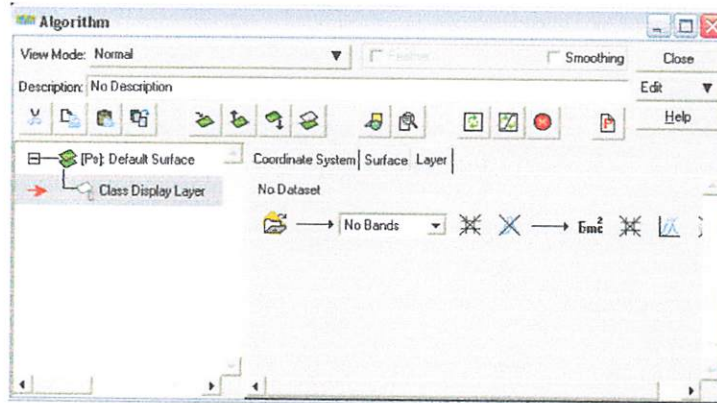
3. Pada kotak dialog Unsupervised Classification, isikan input band dan nama file dataset yang akan dihasilkan dari proses klasifikasi tersebut.
4. Masih pada kotak dialog Unsupervised Classification, masukkan parameter – parameter yang dipakai dalam klasifikasi unsupervised seperti dalam metode klasifikasi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



Gambar 3.28. Kotak Dialog Unsupervised Classification

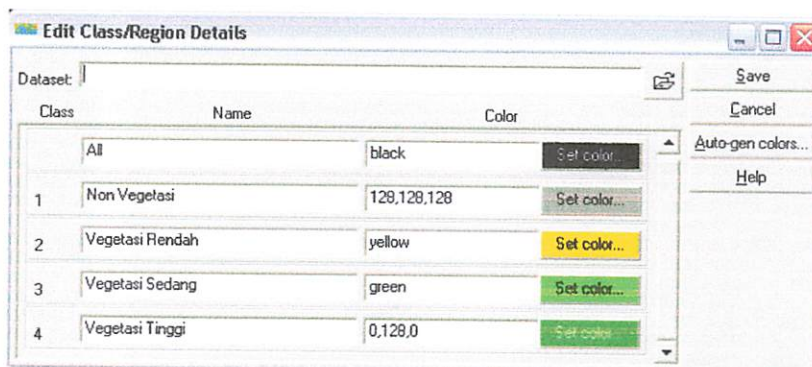
5. “Input band” pilih “all” karena hanya terdapat satu band saja (Pseudo Layer).

6. "Output Dataset" biasanya diberi nama dengan menambahkan akhiran "_class" pada nama file input. Kemudian klik "Ok".
7. Tampilkan data citra lewat kotak dialog algorithms, pilih icon , setelah muncul kotak diaolog algorithms ganti layer pseudocolor dengan layer class display, pilih ikon  load data set untuk memilih nama file hasil klasifikasi.
8. Kemudian ubah "Pseudo Layer" dengan mengklik kanan menjadi "Class Display Layer".



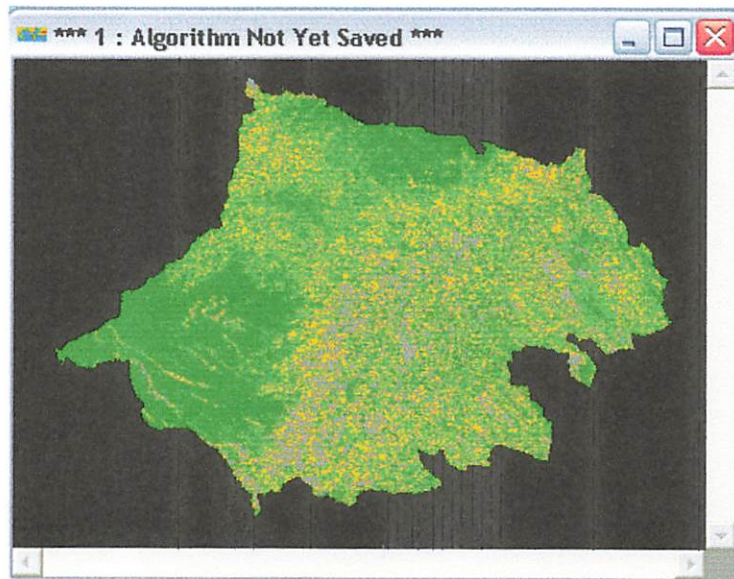
Gambar 3.29. Clas Dipay Layer pada Kotak Algoritm

9. Akan muncul kotak image berwarna putih, karena kelas-kelas tersebut belum diberi warna.
10. Untuk memberi warna, pada menu bars pilih "Edit" → "Edit Class/Region Color and Name...".




Gambar 3.30. Tampilan kotak diaog Edit Class/Region Detail

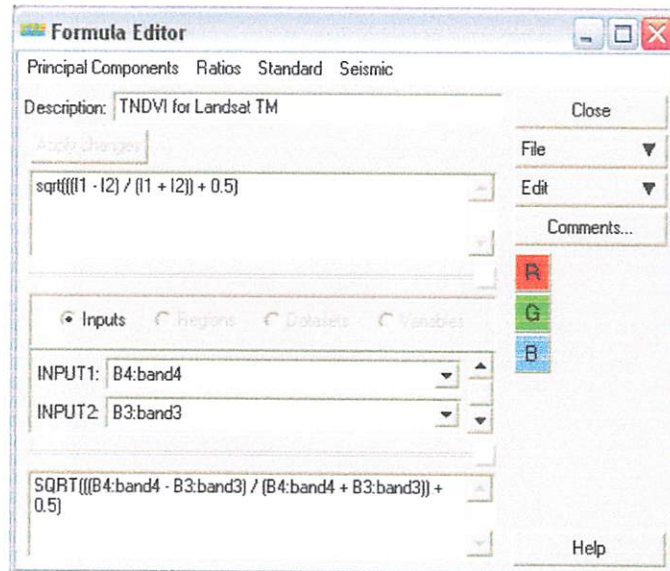
11. Ganti warna dengan mengklik “Set Color” sesuai dengan warna yang diinginkan. Kemudian “Save” lalu “Cancel” untuk menutup kotak.
12. Klik “Load Dataset” kembali pada file yang sama pada kotak “Algorithm”.



Gambar 3.31. Citra Hasil Klasifikasi Tak Terbimbing dengan rumus NDVI

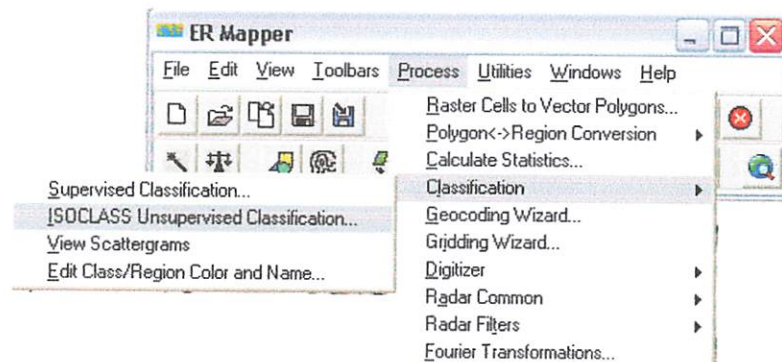
3.5.1.1.2. klasifikasi TNDVI (Transformed Normalized Difference Vegetation Index)

1. pilih *menu bar Edit Algoritm*  *Edit Formula* pada menu bar *Edit Algoritm*, kemudian tuliskan formula sesduai dengan rumus klasifikasi yaitu rumus TNDVI.



Gambar 3.32. Tampilan Kotak Dialog

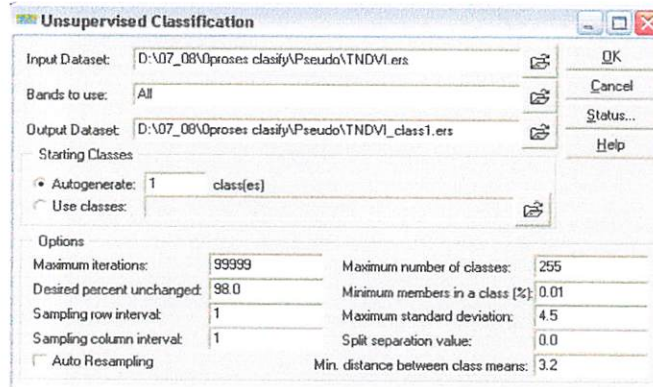
2. Pilih menu bar Process → Classification → ISOO Unsupervised Classification sehingga tampil kotak dialog Unsupervised Classification.





Gambar 3.33. Tampilan Kotak dialog Proses Klasifikasi Tak Terbimbing

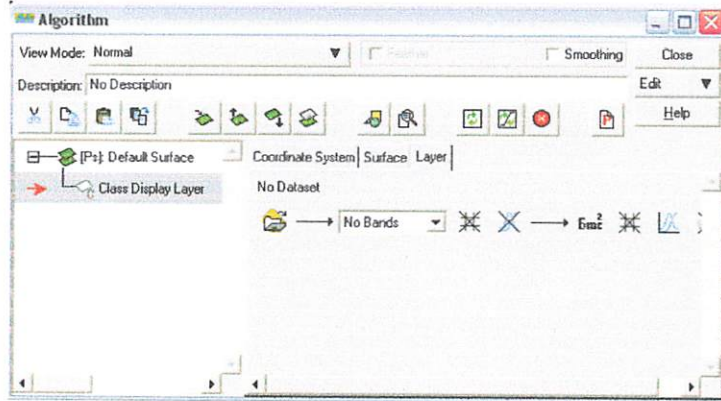
3. Pada kotak dialog Unsupervised Classification, isikan input band dan nama file dataset yang akan dihasilkan dari proses klasifikasi tersebut.
4. Masih pada kotak dialog Unsupervised Classification, masukkan parameter – parameter yang dipakai dalam klasifikasi Unsupervised

seperti dalam metode klasifikasi dan area sampel yang dipakai. Lalu tekan Ok untuk memulai proses klasifikasi supervised tersebut.



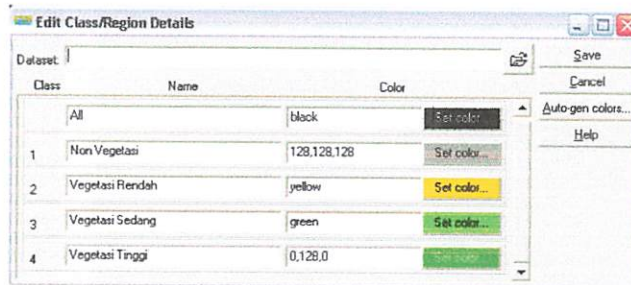
Gambar 3.34. Tampilan Kotak Dialog Unsupervised Classification

- 5 “Input band” pilih “all” karena hanya terdapat satu band saja (Pseudo Layer).
- 6 “Output Dataset” biasanya diberi nama dengan menambahkan akhiran “_class” pada nama file input. Kemudian klik “Ok”.
- 7 Tampilkan data citra lewat kotak dialog algorithms, pilih icon , setelah muncul kotak dialog algorithms ganti layer pseudocolor dengan layer class display, pilih ikon  load data set untuk memilih nama file hasil klasifikasi.
- 8 Kemudian ubah “Pseudo Layer” dengan mengklik kanan menjadi “Class Display Layer”.



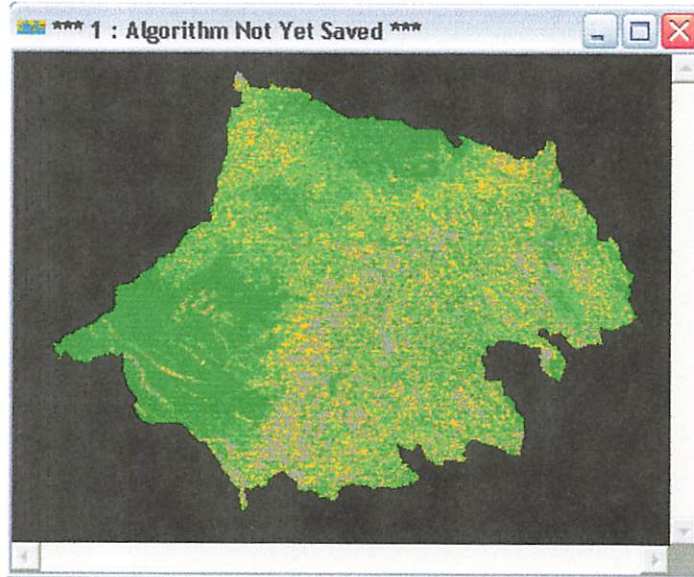
Gambar 3.35. Tampilan Clas Diplay Layer pada Kotak Algoritm

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




Gambar 3.36. Tampilan kotak diaog Edit Class/Region Detail

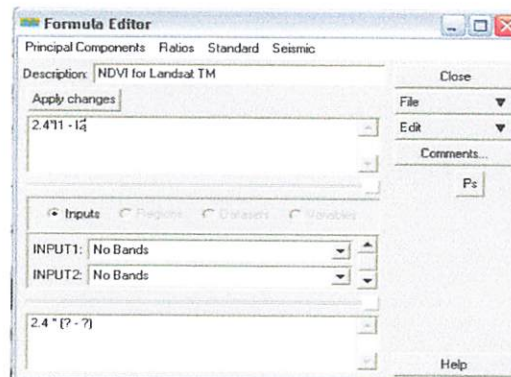
- 11 Ganti warna dengan mengklik “Set Color” sesuai dengan warna yang diinginkan. Kemudian “Save” lalu “Cancel” untuk menutup kotak.
- 12 Klik “Load Dataset” kembali pada file yang sama pada kotak “Algorithm”.



Gambar 3.37. Citra Hasil Klasifikasi Tak Terbimbing dengan rumus TNDVI

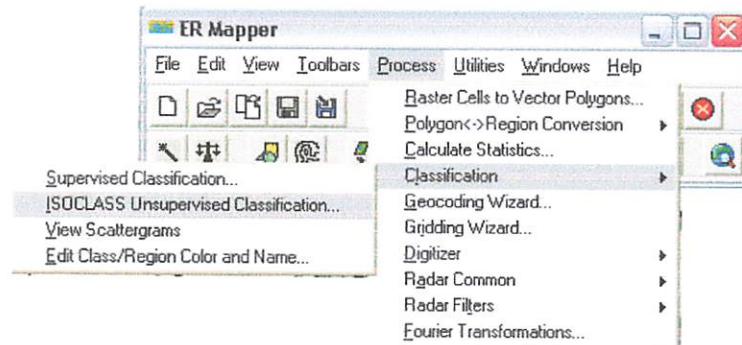
3.5.1.1.3. klasifikasi DVI (Difference Vegetation Index)

1. setelah melakukan proses calculate statistic kemudian buka citra, pilih menu bar Edit  Algoritm → Edit Formula pada menu bar Edit Algoritm, kemudian tuliskan formula sesuai dengan rumus klasifikasi yaitu rumus DVI.



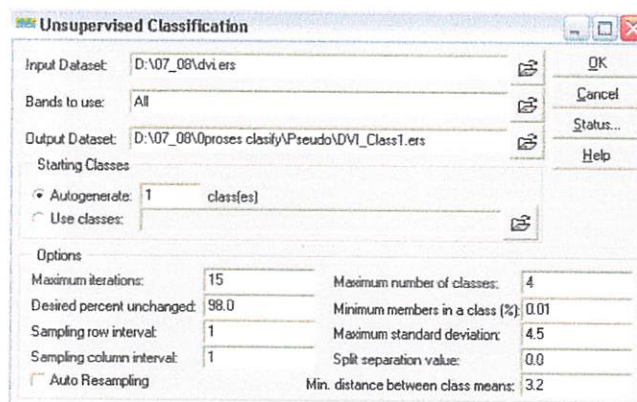
Gambar 3.38. Tampilan Kotak Dialog Formula

- Pilih menu bar Process → Classification → ISOO Unsupervised Classification sehingga tampil kotak dialog Unsupervised Classification.





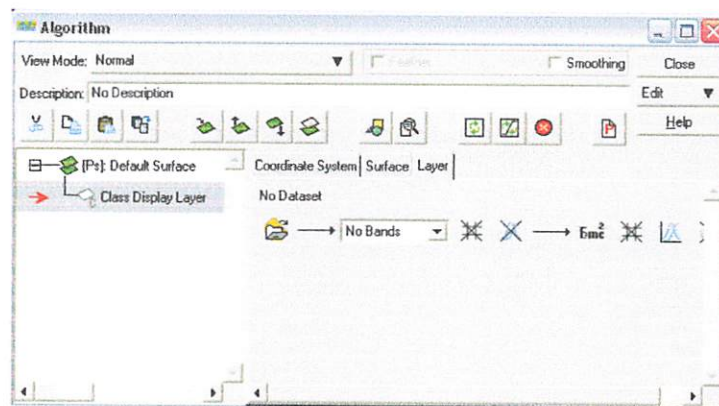
Gambar 3.39. Tampilan Kotak dialog Proses Klasifikasi Tak Terbimbing

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



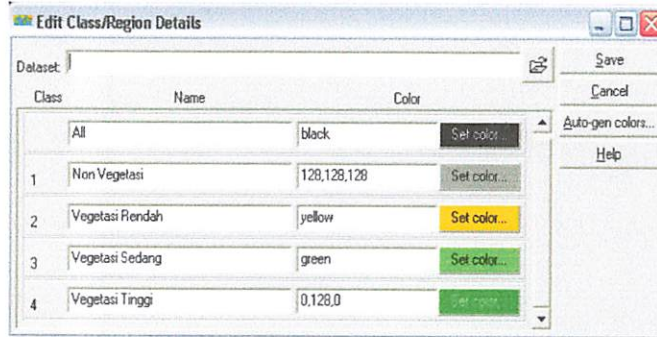
Gambar 3.40. Kotak Dialog Unsupervised Classification

- 13 “Input band” pilih “all” karena hanya terdapat satu band saja (Pseudo Layer).
- 14 “Output Dataset” biasanya diberi nama dengan menambahkan akhiran “_class” pada nama file input. Kemudian klik “Ok”.
- 15 Tampilkan data citra lewat kotak dialog algorithms, pilih icon , setelah muncul kotak diaolog algorithms ganti layer pseudocolor dengan layer class display, pilih ikon  load data set untuk memilih nama file hasil klasifikasi.
- 16 Kemudian ubah “Pseudo Layer” dengan mengklik kanan menjadi “Class Display Layer”.



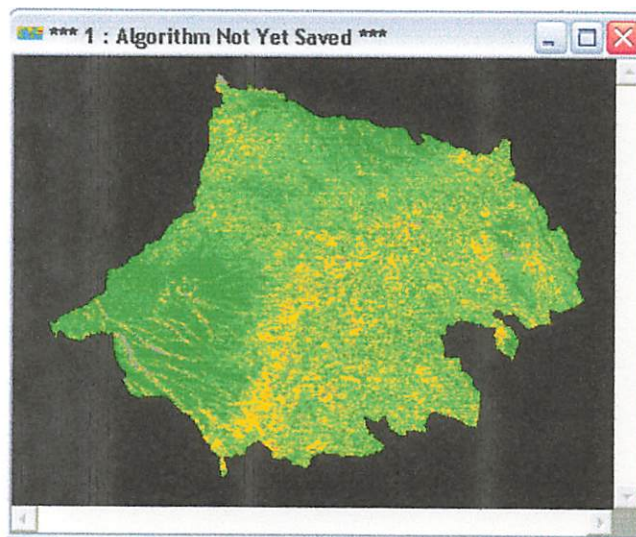
Gambar 3.41. Tampilan Clas Diplay Layer pada Kotak Algoritm

- 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 3.42. Tampilan kotak diaog Edit Class/Region Detail

- 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”.

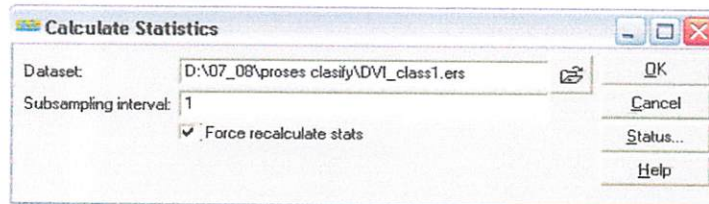


Gambar 3.43. Tampilan Citra Hasil Klasifikasi Tak Terbimbing dengan rumus DVI

3.6. Menghitung Luasan dari Setiap Kelas

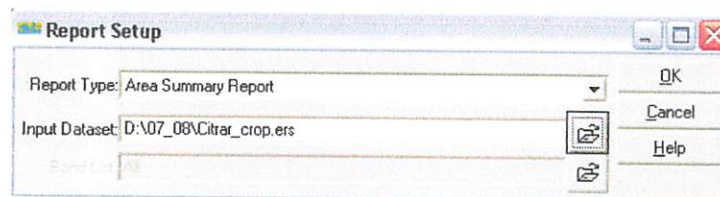
Setelah pemrosesan klasifikasi tingkat kerapatan vegetasi, maka dilakukan proses perhitungan luasan dari masing-masing kelas tersebut. Langkah-langkah pekerjaannya adalah :

1. Menghitung luasan dari masing-masing area yang telah dikelaskan dengan menggunakan “Calculate Statistic”, dari menu bar pilih “Proses”→ “Calculate Statistic”



Gambar 3.44. Tampilan Calculate Statistic

2. 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 3.45. Tampilan Proses Menghitung Luasan

3. Kemudian pilih file yang akan dihitung luasnya, lalu klik “OK”.
4. Maka akan muncul luasan pada setiap kelas dalam satuan hektar, kilometer, persegi, area dan mil persegi.
5. File yang berisikan kelas-kelas vegetasi yang akan dihitung luasnya, klik “Calculate Statistic” terlebih dahulu. Dari menu bars pilih “View” → “Statistic” → “Area Summary Report”.

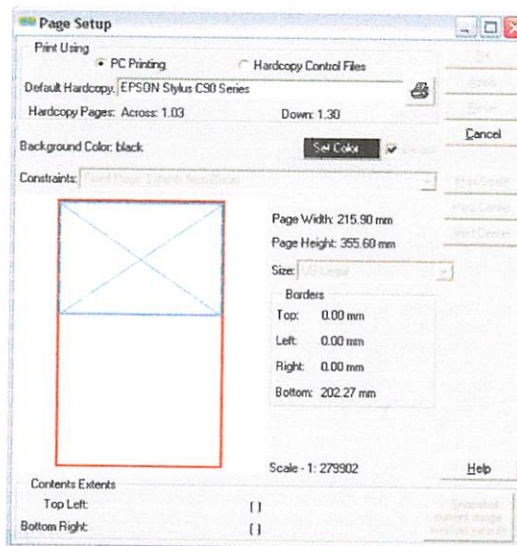
3.7. Anotasi/Komposisi Peta

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.

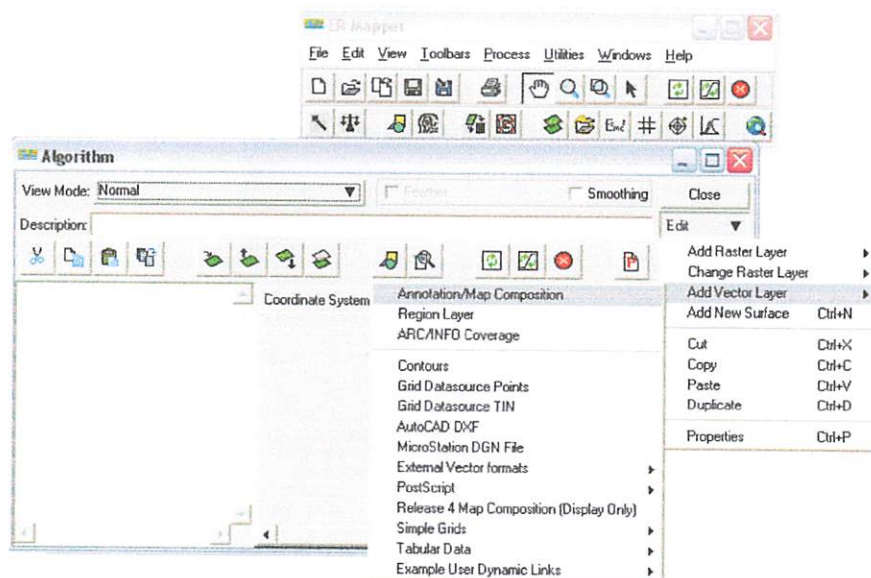
Langkah-langkah pekerjaannya adalah :

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




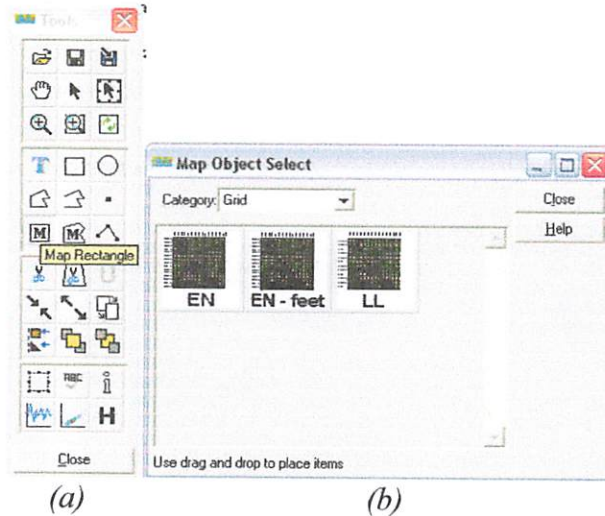
Gambar 3.46. Tampilan kotak dialog Page Setup

2. Set "Background Color" dengan warna putih. Lalu pilih "Constraints : 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".



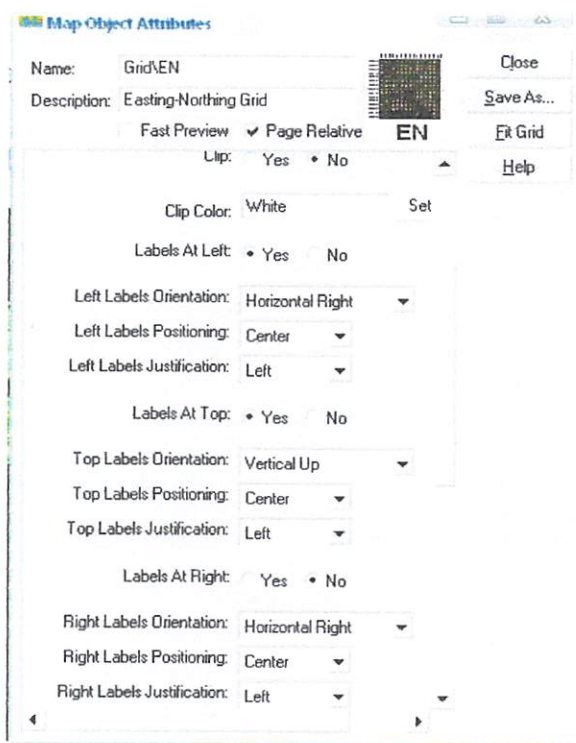
Gambar 3.47. Tampilan Kotak Add Vector Layer

8. Klik icon “Annotate Vector Layer” dengan “Annotation Layer” disorot dan akan muncul kotak ”Annotation Tools Box”, seperti gambar 3.47.
12. Klik  “Map Rectangle” untuk memulai komposisi peta, kemudian akan muncul kotak “Map Object Select”.






Gambar 3.48. (a) Tols , (b) Map Object Select

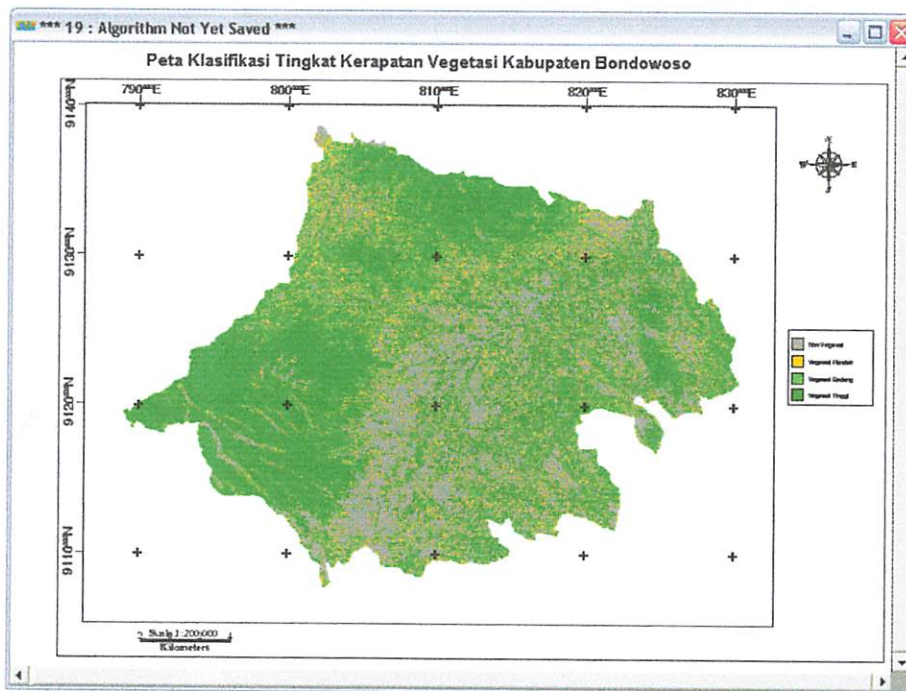
13. Kemudian pilih “Category : Grid”, pilih gambar dengan huruf “EN” (Easting Northing/UTM). Drag gambar “EN” kedalam citra yang akan diberi anotasi.



Gambar 3.49. Tampilan Kotak Map Object Attribute

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 Priview”. 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.



Gambar 3.50. Tampilan Citra Klasifikasi Kerapatan Vegetasi

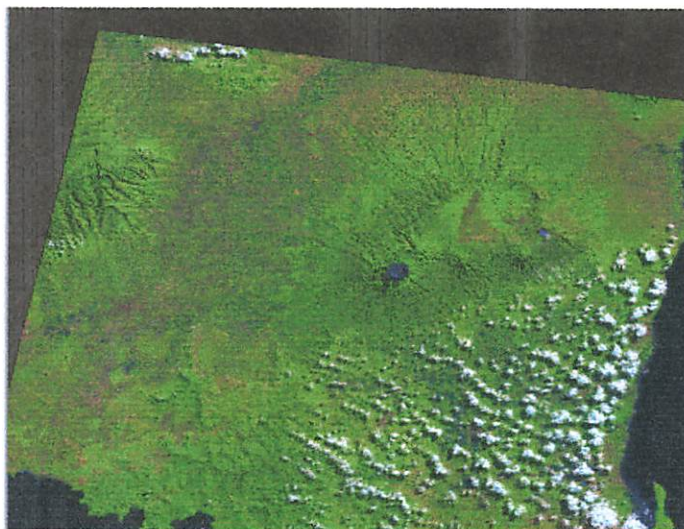
BAB IV

PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

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

4.1. Analisa Pengolahan Citra Komposit

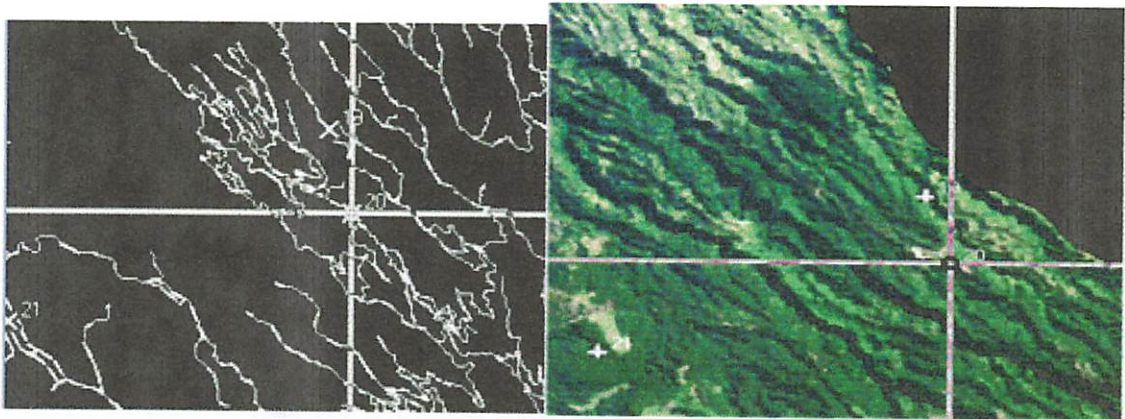
Dalam penginderaan jauh dikenal citra komposit yang merupakan perpaduan dari beberapa saluran atau band yang ada pada citra. Penyusunan citra komposit dimaksudkan untuk memperoleh gambar visual yang lebih baik seperti halnya foto udara inframerah berwarna, sehingga pengamatan objek, pemilihan sampel 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 telah dilakukan proses FCC (*False Color Composit*) dengan kombinasi band 5, band 4, band 3. Band-band tersebut merupakan kombinasi yang terbaik untuk tujuan mendeteksi vegetasi.



Gambar 4.1. Citra Landsat TM 7 Dengan Kombinasi 543

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 TM-7 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 Koreksi Geometrik

Tabel 4.1. Kedudukan Titik Sekutu dalam koordinat proyeksi UTM,

Zone 49 S

| No | Easting | Norting | Lokasi | Kecamatan |
|----|-------------|-------------|------------------|------------|
| 1 | 811214.9212 | 9124477.074 | Perempatan Jalan | Bondowoso |
| 2 | 811656.6225 | 9124424.534 | Perempatan Jalan | Bondowoso |
| 3 | 812313.2587 | 9124347.691 | Pertigaan Jalan | Bondowoso |
| 4 | 811142.3645 | 9124270.019 | Perempatan Jalan | Bondowoso |
| 5 | 808648.6123 | 9125627.243 | Pertigaan Jalan | Curah Dami |

| | | | | |
|----|-------------|-------------|------------------|-------------|
| 6 | 810340.8051 | 9124150.908 | Perempatan Jalan | Bondowoso |
| 7 | 810369.8462 | 9123184.867 | Pertigaan Jalan | Bondowoso |
| 8 | 810184.2784 | 9122622.585 | Pertigaan Jalan | Bondowoso |
| 9 | 809772.3277 | 9121359.674 | Pertigaan Jalan | Bondowoso |
| 10 | 808880.416 | 9119192.729 | Pertigaan Jalan | Bondowoso |
| 11 | 808454.5404 | 9118305.141 | Pertigaan Jalan | Bondowoso |
| 12 | 807551.4592 | 9116377.988 | Perempatan Jalan | Grujugan |
| 13 | 805903.1391 | 9112769.108 | Perempatan Jalan | Maesan |
| 14 | 805695.3198 | 9111386.077 | Pertigaan Jalan | Maesan |
| 15 | 808363.7231 | 9109678.748 | Pertigaan Jalan | Maesan |
| 16 | 809188.1582 | 9111831.541 | Perempatan Jalan | Tamanan |
| 17 | 808259.1002 | 9112286.95 | Pertigaan Jalan | Maesan |
| 18 | 806982.1624 | 9123104.091 | Pertigaan Jalan | Curah Dami |
| 19 | 806262.1111 | 9131471.263 | Pertigaan Jalan | Wringin |
| 20 | 805227.3879 | 9134718.997 | Pertigaan Jalan | Wringin |
| 21 | 815041.9574 | 9130890.234 | Pertigaan Jalan | Tegal Ampel |
| 22 | 813391.3837 | 9125091.636 | Pertigaan Jalan | Bondowoso |
| 23 | 820995.1324 | 9128276.173 | Pertigaan Jalan | Tegal Ampel |
| 24 | 824421.1677 | 9127694.001 | Pertigaan Jalan | Tegal Ampel |
| 25 | 823930.0847 | 9125384.591 | Pertigaan Jalan | Tegal Ampel |
| 26 | 825921.2892 | 9122612.879 | Pertigaan Jalan | Tegal Ampel |
| 27 | 819164.7118 | 9117098.002 | Pertigaan Jalan | Pujer |

Pada tabel di bawah ini, ditentukan 27 titik sekutu yang masih dapat diterima dalam batas toleransi (< 2 piksel) :

Tabel 4.2. Data Hasil Koreksi Geometrik dalam koordinat proyeksi UTM, Zona 49 S

| No | Cell-Y | Cell-X | Easting | Norting | RMS |
|----|---------|---------|-------------|-------------|------|
| 1 | 519.077 | 824.725 | 811214.9212 | 9124477.074 | 0.10 |
| 2 | 520.675 | 839.437 | 811656.6225 | 9124424.534 | 0.15 |
| 3 | 523.305 | 861.307 | 812313.2587 | 9124347.691 | 0.04 |
| 4 | 525.772 | 822.309 | 811142.3645 | 9124270.019 | 0.15 |
| 5 | 481.17 | 739.251 | 808648.6123 | 9125627.243 | 0.46 |
| 6 | 529.871 | 795.612 | 810340.8051 | 9124150.908 | 0.03 |
| 7 | 562.074 | 796.58 | 810369.8462 | 9123184.867 | 0.04 |
| 8 | 580.812 | 790.399 | 810184.2784 | 9122622.585 | 0.05 |
| 9 | 622.91 | 776.679 | 809772.3277 | 9121359.674 | 0.06 |
| 10 | 695.346 | 746.974 | 808880.416 | 9119192.729 | 0.28 |
| 11 | 724.811 | 732.79 | 808454.5404 | 9118305.141 | 0.20 |
| 12 | 788.897 | 702.712 | 807551.4592 | 9116377.988 | 0.71 |
| 13 | 909.363 | 647.815 | 805903.1391 | 9112769.108 | 0.43 |

| | | | | | |
|----|----------|----------|-------------|-------------|------|
| 14 | 955.456 | 640.893 | 805695.3198 | 9111386.077 | 0.43 |
| 15 | 1012.306 | 729.768 | 808363.7231 | 9109678.748 | 0.24 |
| 16 | 939.801 | 757.226 | 809188.1582 | 9111831.541 | 1.14 |
| 17 | 924.717 | 726.283 | 808259.1002 | 9112286.95 | 0.53 |
| 18 | 564.598 | 683.749 | 806982.1624 | 9123104.091 | 0.21 |
| 19 | 285.858 | 659.764 | 806262.1111 | 9131471.263 | 0.23 |
| 20 | 177.581 | 625.3 | 805227.3879 | 9134718.997 | 0.32 |
| 21 | 305.377 | 952.187 | 815041.9574 | 9130890.234 | 0.13 |
| 22 | 498.62 | 897.215 | 813391.3837 | 9125091.636 | 0.38 |
| 23 | 392.223 | 1150.465 | 820995.1324 | 9128276.173 | 0.26 |
| 24 | 411.826 | 1264.574 | 824421.1677 | 9127694.001 | 0.23 |
| 25 | 488.54 | 1248.219 | 823930.0847 | 9125384.591 | 0.53 |
| 26 | 580.712 | 1314.539 | 825921.2892 | 9122612.879 | 0.33 |
| 27 | 764.56 | 1089.505 | 819164.7118 | 9117098.002 | 0.94 |

Jumlah titik sekutu adalah 27, dengan toleransi < 2 piksel, maka dari data koreksi geometrik tersebut dapat dihitung besarnya kesalahan untuk koreksi geometrik sebagai berikut :

- Jumlah nilai RMS error : 8.596
- Jumlah titik sekutu : 27
- Rata-rata

$$X \text{ rata - rata} = \frac{\sum \text{RMS Error}}{\text{jumlah Data}} \dots\dots\dots(29)$$

$$X \text{ rata - rata} = \frac{8.596}{27} = 0.318$$

Jadi besarnya nilai kesalahan untuk koreksi geometrik adalah 0.318 * 30 = 9.55 meter.

Kesalahan – kesalahan yang terjadi dalam koreksi geometrik pada diakibatkan oleh beberapa hal :

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 ETM. Dimana jika dilakukan penggunaan metode yang tepat akan menghasilkan nilai RMS yang kecil dan hasil koreksi yang teliti. Di dalam penentuan metode ini terbagi menjadi 3 yaitu : (a) Metode Koreksi Polynomial Orde Linear, (b) Metode Koreksi Polynomial Orde Quadratic, dan (c) Metode Koreksi Polynomial Orde Cubic.

Pada penelitian ini digunakan Metode Koreksi Polynomial Orde Linear Karena Koreksi Geometri Polinomial Linier merupakan polinomial tingkat pertama (orde 1) yang melalui suatu garis lurus pada setiap dua titik masukan yang berurutan. Pada jenis metode koreksi geometri polinomial linier ini harus memiliki minimal 3 titik

kontrol (*ground control point*) yaitu titik di permukaan bumi yang memiliki referensi 2 koordinat yaitu koordinat citra dan koordinat tanah.

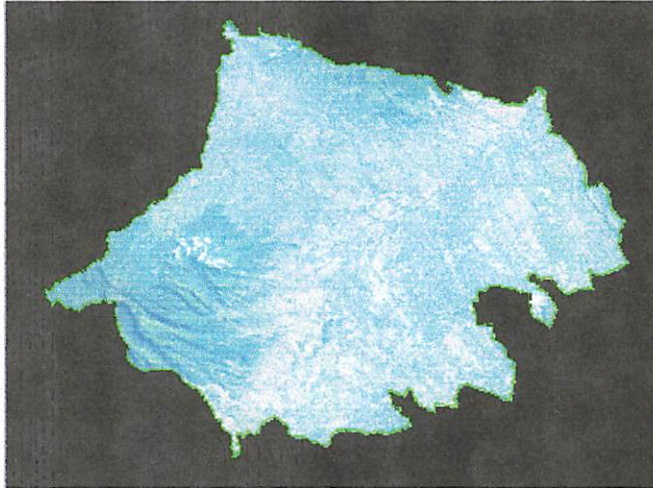
Polinomial Linier adalah jenis koreksi geometri yang sangat sederhana namun memiliki tingkat ketelitian yang baik, sebab pada polinomial linier ini nilai kesalahan pergeseran (*RMS Error*) citra ke citra (*image to image*) atau citra ke peta (*image to map*) memiliki nilai kesalahan yang merata, sehingga hasil koreksi memiliki tingkat kesalahan minimal.

3. *Distribusi Titik Sekutu yang Kurang Baik*

Penentuan Titik Sekutu diusahakan merata pada seluruh daerah citra Landsat ETM, sehingga kesalahan geometrik dapat terkoreksi keseluruhan serta seimbang. Agar pendistribusian titik sekutu semakin baik terdapat pada 4 kuadran.

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 :

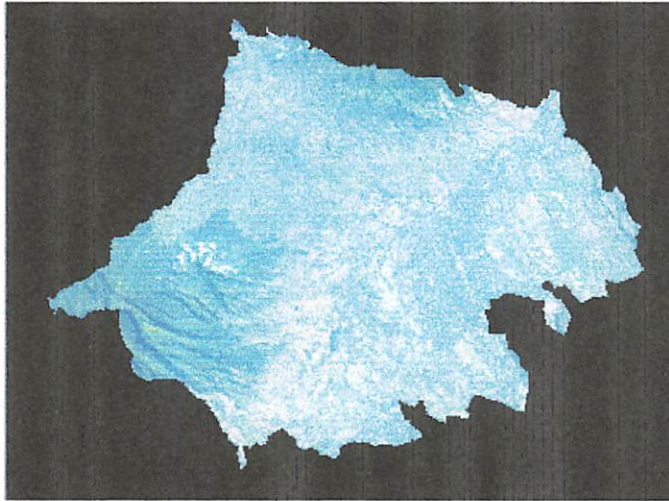


Gambar 4.3. Tampilan Hasil Overlay Citra-Peta

4.3. 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 Bondowoso, Kecamatan Grujugan, Kecamatan Tamanan, Kecamatan Binakal, Kecamatan Pujer, Kecamatan Wonosari, Kecamatan Sukosari, Kecamatan Tegal Ampel, Kecamatan Wringin, Kecamatan Pakem, Kecamatan Tenggarang, Kecamatan Tapen, dan Kecamatan Maesan pada Kabupaten Bondowoso 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

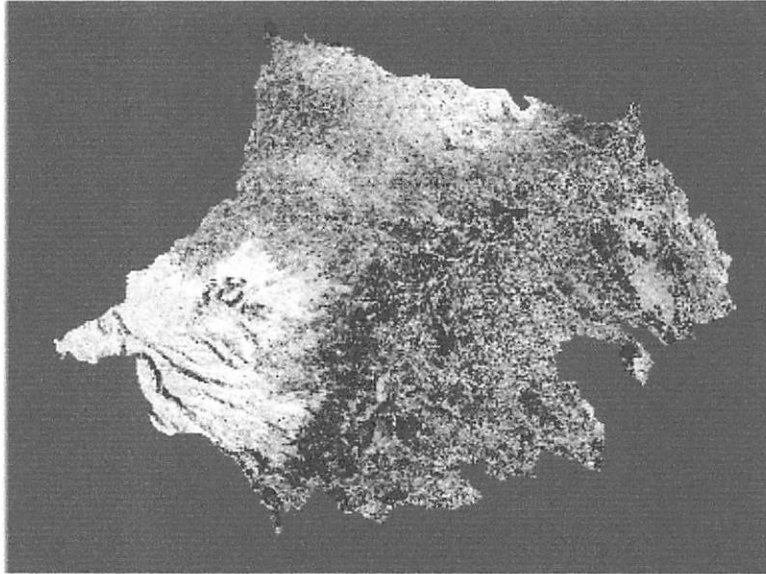
4.4. Analisa Tiga Metode Algorithma

4.5.1. Analisa Kerapatan Vegetasi menggunakan NDVI

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

$$ND = \frac{Band\ 4 - Band\ 3}{Band\ 4 + Band\ 3}$$

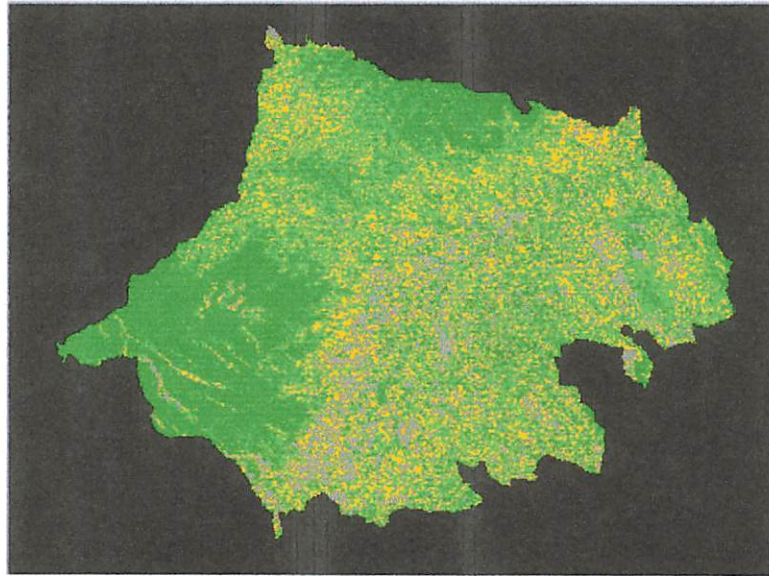
pada "*Formula Edit*", maka dengan sendirinya warna pada citra tersebut akan berubah menjadi grayscale dengan tampilan pseudo layer. Seperti tampak pada gambar berikut :



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.

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 Menggunakan Transformasi NDVI

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.

Sehingga dapat dihitung porsentase tingkat kerapatan masing-masing kelas dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$X_n = \left(\frac{L_i}{N} \times 100\% \right) \dots \dots \dots (30)$$

Keterangan

N : Luasan keseluruhan kelas

Li : Luas pada kelas i

Tabel 4.3. Data Nilai Luasan Algorithma NDVI Tiap Kelas

| No. | Class/Region | Area | | | |
|-----|-----------------|----------|---------|----------|-----------|
| | | Hectares | Sq. Km | Acres | Sq. Miles |
| 1 | non vegetasi | 10346.49 | 103.465 | 25566.74 | 39.948 |
| 2 | vegetasi rendah | 16518.06 | 165.181 | 40817.02 | 63.777 |
| 3 | vegetasi sedang | 24871.86 | 248.719 | 61459.71 | 96.031 |
| 4 | vegetasi tinggi | 18553.41 | 185.534 | 45846.48 | 71.635 |
| 5 | All | 70289.82 | 702.899 | 173689.9 | 271.391 |

Dari data tabel diatas nilai kerapatan pada tiap kelas sebagai berikut :

- Kelas Non Vegetasi diperoleh 103.465 km², jadi tingkat kerapatannya adalah:

$$Xn = \frac{103.465}{702.899} * 100\%$$

$$Xn = 14.72\%$$

Jadi estimasi prosentase tingkat kerapatan non vegetasi adalah 14.72 %.

- Kelas Vegetasi Rendah diperoleh luasan 165.181 Km², maka prosentase tingkat kerapatan (Xr) adalah :

$$Xn = \frac{165.181}{702.899} * 100\%$$

$$Xn = 23.50\%$$

Jadi estimasi prosentase tingkat kerapatan vegetasi rendah adalah 23.50 %.

- Kelas Vegetasi Sedang diperoleh luasan 248.719 Km², maka prosentase tingkat kerapatan vegetasi sedang (Xs) adalah :

$$Xn = \frac{248.719}{702.899} * 100\%$$

$$Xn = 35.38\%$$

Jadi estimasi prosentase tingkat kerapatan vegetasi rendah adalah 35.38 %.

- Kelas Vegetasi Tinggi diperoleh luasan 185.534 Km², maka prosentase tingkat kerapatan untuk vegetasi tinggi (Xt) adalah :

$$Xn = \frac{185.534}{702.899} * 100\%$$

$$Xn = 26.40\%$$

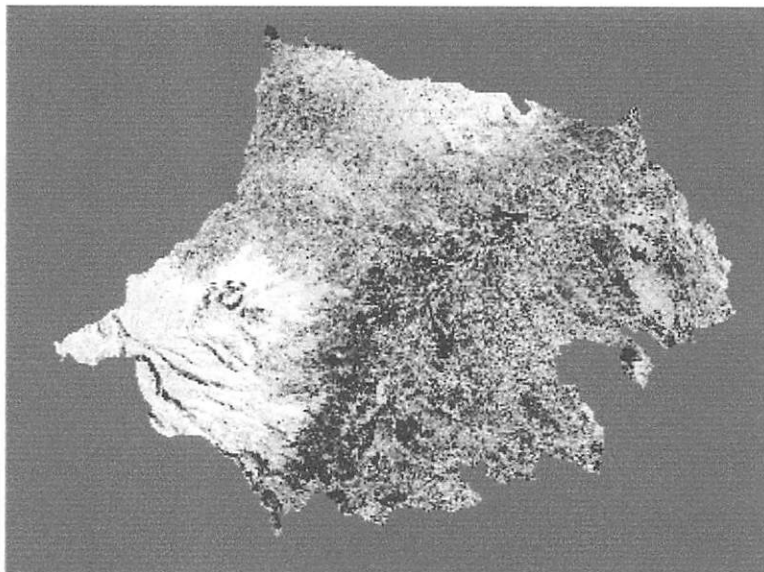
Jadi estimasi prosentase tingkat kerapatan vegetasi tinggi adalah 26.40 %.

4.5.2. Analisa Kerapatan Vegetasi menggunakan TNDVI

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

$$ND = \sqrt{\frac{Band\ 4 - Band\ 3}{Band\ 4 + Band\ 3}} + 0.5$$

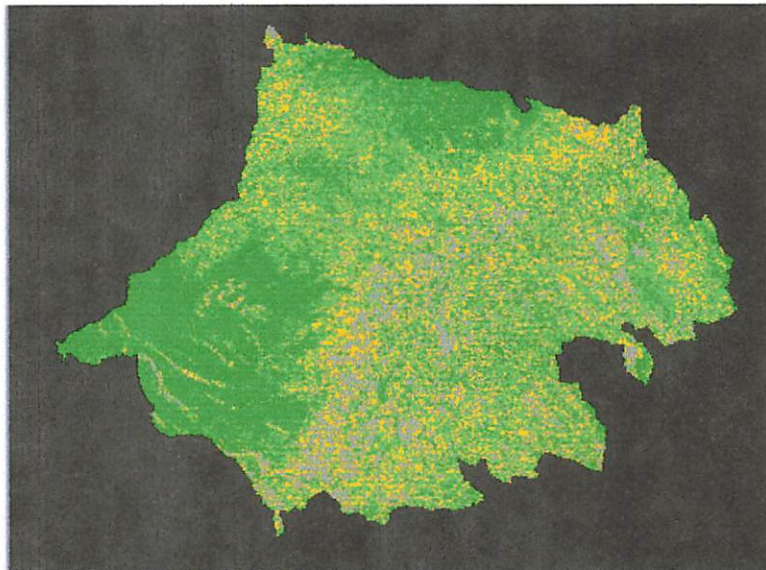
Pada “Formula Edit”, maka dengan sendirinya warna pada citra tersebut akan berubah menjadi grayscale dengan tampilan pseudo layer. Seperti tampak pada gambar berikut :



Gambar 4.7. Tampilan Citra Hasil Transformasi TNDVI

Pada algoritma TNDVI perbedaan jumlah refleksi pada infra merah dekat dengan warna merah yang tampak dibagi oleh total jumlah faktor refleksi.

Dari hasil transformasi TNDVI diperoleh hasil citra TNDVI dengan tampilan pseudo layer berwarna gray scale, maka pada “Edit Formula 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 4.8. Tampilan Hasil Klasifikasi Tingkat Kerapatan Vegetasi Menggunakan Transformasi TNDVI

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. Berikut ini adalah tabel luasan tiap-tiap kelas menggunakan metode TNDVI.

Tabel 4.4. Data Nilai Luasan Algorithma TNDVI Tiap Kelas

| No. | Class/Region | Area | | | |
|-----|-----------------|----------|---------|----------|-----------|
| | | Hectares | Sq. Km | Acres | Sq. Miles |
| 1 | non vegetasi | 9984.06 | 99.841 | 24671.15 | 38.549 |
| 2 | vegetasi rendah | 15645.78 | 156.458 | 38661.57 | 60.409 |
| 3 | vegetasi sedang | 24456.96 | 244.57 | 60434.47 | 94.429 |
| 4 | vegetasi tinggi | 20203.02 | 202.03 | 49922.75 | 78.004 |
| 5 | All | 70289.82 | 702.899 | 173689.9 | 271.391 |

Dari data tabel diatas nilai kerapatan pada tiap kelas sebagai berikut :

- Kelas Non Vegetasi diperoleh 99.841 km², jadi tingkat kerapatannya adalah:

$$Xn = \frac{99.841}{702.899} * 100\%$$

$$Xn = 14.20\%$$

Jadi estimasi prosentase tingkat kerapatan non vegetasi adalah 14.20 %.

- Kelas Vegetasi Rendah diperoleh luasan 156.458 Km², maka prosentase tingkat kerapatan (Xr) adalah :

$$Xn = \frac{156.458}{702.899} * 100\%$$

$$Xn = 22.26\%$$

Jadi estimasi prosentase tingkat kerapatan vegetasi rendah adalah 22.26 %.

- Kelas Vegetasi Sedang diperoleh luasan 244.57 Km², maka prosentase tingkat kerapatan vegetasi sedang (Xs) adalah :

$$Xn = \frac{244.57}{702.899} * 100\%$$

$$Xn = 34.79\%$$

Jadi estimasi prosentase tingkat kerapatan vegetasi rendah adalah 34.79 %.

- Kelas Vegetasi Tinggi diperoleh luasan 202.03 Km², maka prosentase tingkat kerapatan untuk vegetasi tinggi (Xt) adalah :

$$Xn = \frac{202.03}{702.899} * 100\%$$

$$Xn = 28.74\%$$

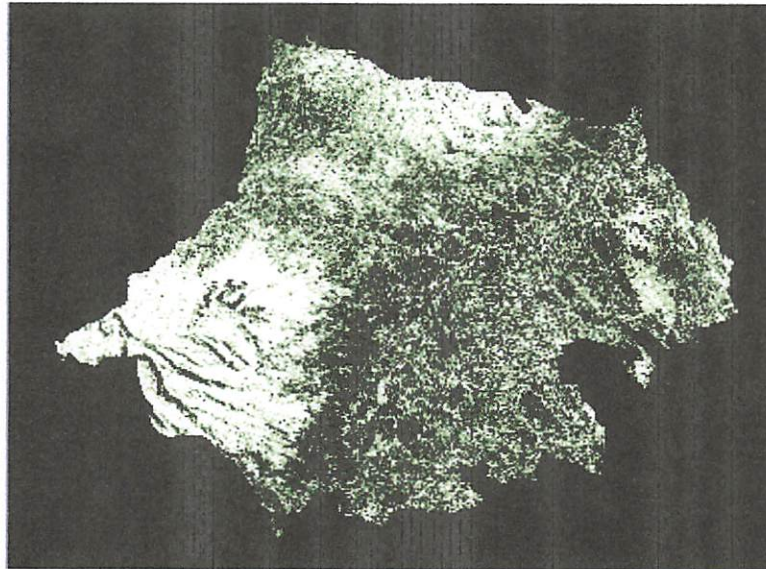
Jadi estimasi prosentase tingkat kerapatan vegetasi rendah adalah 28.74 %.

4.5.3. Analisa Transformasi DVI

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

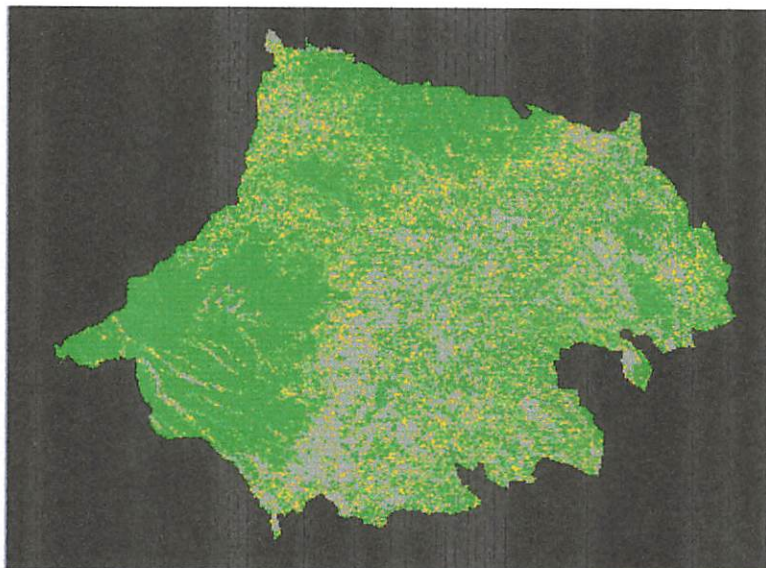
$$ND = 2.4X(\text{InfraMerah Dekat}) - \text{Merah}$$

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



Gambar 4.9. Tampilan Citra Hasil Transformasi DVI

Dari hasil transformasi DVI diperoleh citra DVI 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 4.10. Tampilan Hasil Klasifikasi Tingkat Kerapatan Vegetasi Menggunakan Transformasi DVI

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. Berikut ini tabel data luasan pada tiap-tiap kelas menggunakan metode DVI.

Tabel 4.5. Data Nilai Luasan Algorithmma DVI Tiap Kelas

| No. | Class/Region | Area | | | |
|-----|-----------------|----------|---------|----------|-----------|
| | | Hectares | Sq. Km | Acres | Sq. Miles |
| 1 | non vegetasi | 656.73 | 6.567 | 1622.815 | 2.536 |
| 2 | vegetasi rendah | 13033.17 | 130.332 | 32205.67 | 50.321 |
| 3 | vegetasi sedang | 33064.92 | 330.649 | 81705.2 | 127.664 |
| 4 | vegetasi tinggi | 23535 | 235.35 | 58156.26 | 90.869 |
| 5 | All | 70289.82 | 702.898 | 173689.9 | 271.39 |

Dari data tabel 4.5. nilai kerapatan pada tiap kelas sebagai berikut

- Kelas Non Vegetasi diperoleh 6.567 km², jadi tingkat kerapatannya adalah:

$$Xn = \frac{6.567}{702.898} * 100\%$$

$$Xn = 0.93\%$$

Jadi estimasi prosentase tingkat kerapatan non vegetasi adalah 0.93 %.

- Kelas Vegetasi Rendah diperoleh luasan 130.332 Km², maka prosentase tingkat kerapatan (Xr) adalah :

$$Xn = \frac{130.332}{702.898} * 100\%$$

$$Xn = 18.54\%$$

Jadi estimasi prosentase tingkat kerapatan vegetasi rendah adalah 18.54 %.

- Kelas Vegetasi Sedang diperoleh luasan 330.649 Km², maka prosentase tingkat kerapatan vegetasi sedang (Xs) adalah :

$$Xn = \frac{330.649}{702.898} * 100\%$$

$$Xn = 47.04\%$$

Jadi estimasi prosentase tingkat kerapatan vegetasi sedang adalah 47.04 %.

- Kelas Vegetasi Tinggi diperoleh luasan 235.35 Km², maka prosentase tingkat kerapatan untuk vegetasi tinggi (Xt) adalah :

$$Xn = \frac{235.35}{702.898} * 100\%$$

$$Xn = 33.48\%$$

Jadi estimasi prosentase tingkat kerapatan vegetasi rendah adalah 33.48 %.

4.5.4 Analisa Perbandingan Luasan Setiap Kelas dari Tiga Metode Klasifikasi

Analisa ini dilakukan untuk mengetahui tingkat perbedaan kerapatan vegetasi berdasarkan tiga (3) metode algoritma yang berbeda.

Tabel 4.6. Tingkat Kerapatan Vegetasi

| Kelas | Algoritma | | |
|-----------------|-----------|--------|--------|
| | NDVI | TNDVI | DVI |
| Non Vegetasi | 14.72% | 14.20% | 0.93% |
| Vegetasi Rendah | 23.50% | 22.26% | 31.23% |
| Vegetasi Sedang | 35.38% | 34.79% | 47.04% |
| Vegetasi Tinggi | 26.40% | 28.74% | 33.48% |
| Jumlah | 100% | 100% | 100% |

4.6. Verifikasi lapangan (Cek Lapangan)

Tujuan dari verifikasi lapangan atau cek lapangan adalah untuk mengetahui hasil klasifikasi yang telah dilakukan apakah sama dengan lapangan atau tidak. dalam penelitian ini verifikasi lapangan dilakukan secara acak.



Gambar 4.11. Titik Cek Lapangan

Berikut ini adalah data dan foto cek lapangan dari beberapa daerah di Kabupaten Bondowoso :

1. Kecamatan Bondowoso

a. Non Vegetasi

Koordinat Pengamatan 810087 E, 9123732 N



Gambar 4.12. Titik 1

b. Vegetasi Rendah

Koordinat Pengamatan 809887 E, 9122263 N



Gambar 4.13. Titik 2

c. Vegetasi Sedang

Koordinat Pengamatan 810499 E, 9123432 N



Gambar 4.14. Titik 3

d. Vegetasi Tinggi

Koordinat Pengamatan 810258 E, 9122268 N



Gambar 4.15. Titik 4

2. Kecamatan Tegal Ampel

a. Non Vegetasi

Koordinat Pengamatan 811783 E, 9129023 N



Gambar 4.16. Titik 5

b. Vegetasi Rendah

Koordinat Penelitian 811514 E, 912931 N



Gambar 4.17. Titik 6

c. Vegetasi Sedang

Koordinat Penelitian 811451 E, 9129332 N



Gambar 4.18. Titik 7

d. Vegetasi Tinggi

Koordinat Penelitian 812014 E, 9126697 N



Gambar 4.19. Titik 8

4.7. Uji Ketelitian Hasil Tiga Metode Klasifikasi

Pada tahapan ini dilakukan uji ketelitian hasil klasifikasi dari tiga metode dengan hasil verifikasi lapangan untuk menentukan apakah hasil interpretasi digital sesuai dengan hasil verifikasi lapangan dengan melihat tabel diatas.

$$\frac{\text{JumlahNilaiKebenaran}}{\text{JumlahNilaiKeseluruhan}} \times 100\% \dots\dots\dots(31)$$

- **Uji Ketelitian NDVI**

$$\frac{\text{JumlahNilaiKebenaran}}{\text{JumlahNilaiKeseluruhan}} \times 100\% .$$

$$= \frac{152}{177} \times 100\%$$

$$= 85.88 \%$$

- **Uji Ketelitian TNDVI**

$$\frac{\text{JumlahNilaiKebenaran}}{\text{JumlahNilaiKeseluruhan}} \times 100\% .$$

$$= \frac{158}{177} \times 100\%$$

$$= 89.27 \%$$

- **Uji Ketelitian DVI**

$$\frac{\text{JumlahNilaiKebenaran}}{\text{JumlahNilaiKeseluruhan}} \times 100\% .$$

$$= \frac{131}{177} \times 100\%$$

$$= 74.01 \%$$

Dari hasil klasifikasi diatas dapat diambil sebuah komparisasi (perbandingan) antara hasil Klasifikasi NDVI (Normalized Defference Vegetation Index), TNDVI (Transformed Normalized Defference Vegetation Index), dan DVI (Defference Vegetation Index), Untuk Keakuratan Hasil Klasifikasi yaitu pada Klasifikasi NDVI diperoleh hasil keakuratan klasifikasi yaitu sebesar 85.88 %,TNDVI 89.27 % dan DVI 74.01 %, jadi untuk perbandingan keakuratan Uji

ketelitian tiga metode yaitu NDVI, TNDVI, DVI, adalah TNDVI dengan matrik ketelitian 89.27 %.

4.8. Pembahasan Hasil Penelitian

Pembahasan ini dilakukan untuk mengetahui nilai index kerapatan .vegetasi dari masing-masing metode klasifikasi yang telah dilakukan.

4.8.1. NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*)

Dari hasil penelitian dihasilkan nilai index kerapatan vegetasi menggunakan klasifikasi NDVI adalah 85.88 %, dikarenakan beberapa faktor :

a. Hasil Klasifikasi

- Nilai Index Vegetasi Non Vegetasi : 0 – 41
- Nilai Index Vegetasi Rendah : 51 - 105
- Nilai Index Vegetasi Sedang : 107 - 172
- Nilai Index Vegetasi Tinggi : 175 - 255

b. Verifikasi lapangan

Verifikasi lapangan diambil sample sebanyak 177 dan kesesuaian sampel yang diambil dengan citra dengan metode NDVI adalah 152 titik.

4.8.2. TNDVI (*Tranfomed Normalized Difference Vegetation Index*)

Dari hasil penelitian dihasilkan nilai index kerapatan vegetasi menggunakan klasifikasi TNDVI adalah 89.27 %, dikarenakan beberapa faktor :

a Hasil Klasifikasi

- o Nilai Index Vegetasi Non Vegetasi : 0 – 54
- o Nilai Index Vegetasi Rendah : 64 – 120
- o Nilai Index Vegetasi Sedang : 124– 182
- o Nilai Index Vegetasi Tinggi : 186 – 255

b Verifikasi lapangan

Verifikasi lapangan diambil sample sebanyak 177 dan kesesuaian sampel yang diambil dengan citra dengan metode TNDVI adalah 158 titik.

4.8.3. DVI (*Difference Vegetation Index*)

Dari hasil penelitian dihasilkan nilai index kerapatan vegetasi menggunakan klasifikasi DVI adalah 74.01 %, dikarenakan beberapa faktor :

a Hasil Klasifikasi

- o Nilai Index Vegetasi Non Vegetasi : 10 - 29
- o Nilai Index Vegetasi Rendah : 38 - 82
- o Nilai Index Vegetasi Sedang : 86 - 141
- o Nilai Index Vegetasi Tinggi : 142 - 253

b. Verifikasi lapangan

Verifikasi lapangan diambil sample sebanyak 177 dan kesesuaian sampel yang diambil dengan citra dengan metode DVI adalah 131 titik.

BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diambil dari hasil penelitian Studi Komparisasi Tiga Metode Klsifikasi Untuk Identifikasi Kerapatan Vegetasi Menggunakan Citra Landsat TM-7 adalah sebagai berikut :

1. Dengan penggunaan data citra satelit Landsat TM-7 maka dapat diketahui estimasi tingkat kerapatan vegetasi di wilayah Kecamatan Bondowoso, melalui klasifikasi citra index vegetasi berdasarkan rumus NDVI, TNDVI, DVI.
2. Dari hasil penelitian dapat diketahui nilai kesalahan untuk koreksi geometrik (RMS Error) Citra Satelit Landsat TM-7 sebesar 9.55 meter.
3. Dari hasil penelitian studi komparisasi tiga metode diperoleh hasil uji ketelitian dari masing – masing metode yaitu, NDVI 85.88 %, TNDVI 89.27 %, DVI 74.01 %, dan dari hasil penelitian ini metode yang sesuai untuk mengetahui tingkat kerapatan di Kabupaten Bondowoso adalah dengan menggunakan metode TNDVI.

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 di lapangan.
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 vegetasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. **Sutanto, P, 1996, Penginderaan Jauh, Jilid 1, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.**
2. **Sutanto, P, 1996, Penginderaan Jauh, Jilid 2, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.**
3. **Wolf R.Paul, 1993, Elemen Fotogrametri, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.**
4. **Purbowoseso, Bambang, 1996, Penginderaan Jauh Terapan, CPLo, Universitas Georgia, Universitas Indonesia (UI – Press).**
5. **Kiefer, Ralph W, and Lillesand, Thomas M, 1990, Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.**
6. **Siahaan, Cristian.T, ST, Diktat Pengolahan Citra Digital.**
7. **Danoedoro, Projo, Pengolahan Citra Digital.**
8. **Triwijanarko, Wahyu Jati, Skripsi, 2006, Estimasi Tingkat Kerapatan Vegetasi Menggunakan Landsat 7 ETM.**
9. **Sumarti, Sri, Skripsi, 2005, Pemanfaatan Penginderaan Jauh Untuk Monitoring Kerusakan Hutan.**
10. **Kemah Kerja, Laporan, 2005, Inventarisasi Aset Pemerintahan Daerah Di Kelurahan Cempoko Mulyo Kecamatan Kepanjen Kabupaten Malang Menggunakan Citra Iconos 2003.**



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
JL. BENDUNGAN SIGURA-GURA NO. 2
MALANG

SEMINAR HASIL SKRIPSI JENJANG STRATA I (S1)
JURUSAN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA : AZIZ SYAIFUL ANWAR

NIM :

HARI, TGL. :

| NO | MATERI REVISI SKRIPSI |
|----|-------------------------|
| 01 | Sempurnakan TC |
| 02 | Sempurnakan tulisan |
| 03 | Sempurnakan pembicaraan |
| 04 | Kesimpulan |

Acc Revisi:
18/08/10
[Signature]

PANITERA,

DOSEN PENGUJI,

.....

.....



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
JL. BENDUNGAN SIGURA-GURA NO. 2
MALANG

SEMINAR HASIL SKRIPSI JENJANG STRATA I (S1)
JURUSAN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA : Rizki S. A
NIM : 0125051
HARI, TGL. :

| NO | MATERI REVISI SKRIPSI |
|----|---|
| | Flow chart. revisi Revisi di 8/15/08 |

PANITERA,

DOSEN PENGUJ,

.....

.....



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
JL. BENDUNGAN, SIGURA-GURA NO. 2
MALANG

SEMINAR HASIL SKRIPSI JENJANG STRATA I (S1)
JURUSAN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA : AZIZ SYAIFU ANWAR
NIM : 01.25.051
HARI, TGL. :

| NO | MATERI REVISI SKRIPSI |
|----|---|
| ① | perbaiki sintaks penulisan antar bab diberi satu spasi. penulisan gambar (hal 5) tidak perlu center rapat kanan saja. sumber tabel diambong ke tabel (hal. 15) hal (20) alpha (α), hal (40) WDU? TUD? ? hal (41) tahun sudah nama tempat has 54 koordinat apa? hal 75 gambar nya diperbaiki, hal (79) SOJ? hal (98) matrik? |
| ② | ACC REVISI GCE <i>[Signature]</i> |

PANITERA,

DOSEN PENGUJI,

[Signature]

LAMPIRAN
-
LAMPIRAN

Map Projection : SUTM 49
 Datum : WGS 84
 Rotation :

| Point | On | Locked | Cell-X | Cell-Y | To-X | To-Y | To-Z |
|-------|-----|--------|----------|----------|-------------|-------------|------|
| 1 | Yes | No | 824.781 | 519.077 | 811214.9212 | 9124477.074 | 0 |
| 2 | Yes | No | 839.569 | 520.675 | 811656.6225 | 9124424.534 | 0 |
| 3 | Yes | No | 861.34 | 523.305 | 812313.2587 | 9124347.691 | 0 |
| 4 | Yes | No | 822.221 | 525.772 | 811142.3645 | 9124270.019 | 0 |
| 5 | Yes | No | 739.233 | 481.17 | 808648.6123 | 9125627.243 | 0 |
| 6 | Yes | No | 795.579 | 529.871 | 810340.8051 | 9124150.908 | 0 |
| 7 | Yes | No | 796.542 | 562.074 | 810369.8462 | 9123184.867 | 0 |
| 8 | Yes | No | 790.355 | 580.812 | 810184.2784 | 9122622.585 | 0 |
| 9 | Yes | No | 776.629 | 622.91 | 809772.3277 | 9121359.674 | 0 |
| 10 | Yes | No | 746.881 | 695.346 | 808880.416 | 9119192.729 | 0 |
| 11 | Yes | No | 732.649 | 724.811 | 808454.5404 | 9118305.141 | 0 |
| 12 | Yes | No | 703.425 | 788.897 | 807551.4592 | 9116377.988 | 0 |
| 13 | Yes | No | 648.188 | 909.363 | 805903.1391 | 9112769.108 | 0 |
| 14 | Yes | No | 641.256 | 955.456 | 805695.3198 | 9111386.077 | 0 |
| 15 | Yes | No | 729.741 | 1012.306 | 808363.7231 | 9109678.748 | 0 |
| 16 | Yes | No | 756.213 | 939.801 | 809188.1582 | 9111831.541 | 0 |
| 17 | Yes | No | 726.548 | 924.717 | 808259.1002 | 9112286.95 | 0 |
| 18 | Yes | No | 683.684 | 564.598 | 806982.1624 | 9123104.091 | 0 |
| 19 | Yes | No | 659.627 | 285.858 | 806262.1111 | 9131471.263 | 0 |
| 20 | Yes | No | 625.136 | 177.581 | 805227.3879 | 9134718.997 | 0 |
| 21 | Yes | No | 952.117 | 305.377 | 815041.9574 | 9130890.234 | 0 |
| 22 | Yes | No | 897.565 | 498.62 | 813391.3837 | 9125091.636 | 0 |
| 23 | Yes | No | 1150.213 | 392.223 | 820995.1324 | 9128276.173 | 0 |
| 24 | Yes | No | 1264.634 | 411.826 | 824421.1677 | 9127694.001 | 0 |
| 25 | Yes | No | 1248.749 | 488.54 | 823930.0847 | 9125384.591 | 0 |
| 26 | Yes | No | 1314.825 | 580.712 | 825921.2892 | 9122612.879 | 0 |
| 27 | Yes | No | 1088.577 | 764.56 | 819164.7118 | 9117098.002 | 0 |

| Point | Cell-X | Cell-Y | Cell-X | Cell-Y | RMS |
|-------|----------|---------|----------|----------|--------|
| 1 | 824.781 | 519.077 | 824.725 | 518.992 | 0.1011 |
| 2 | 839.569 | 520.675 | 839.437 | 520.735 | 0.1453 |
| 3 | 861.34 | 523.305 | 861.307 | 523.285 | 0.0387 |
| 4 | 822.221 | 525.772 | 822.309 | 525.892 | 0.1478 |
| 5 | 739.233 | 481.17 | 739.251 | 480.713 | 0.4573 |
| 6 | 795.579 | 529.871 | 795.612 | 529.873 | 0.0329 |
| 7 | 796.542 | 562.074 | 796.58 | 562.057 | 0.0413 |
| 8 | 790.355 | 580.812 | 790.399 | 580.794 | 0.0478 |
| 9 | 776.629 | 622.91 | 776.679 | 622.876 | 0.0606 |
| 10 | 746.881 | 695.346 | 746.974 | 695.085 | 0.2763 |
| 11 | 732.649 | 724.811 | 732.79 | 724.664 | 0.2038 |
| 12 | 703.425 | 788.897 | 702.712 | 788.884 | 0.7125 |
| 13 | 648.188 | 909.363 | 647.815 | 909.146 | 0.4317 |
| 14 | 641.256 | 955.456 | 640.893 | 955.227 | 0.4289 |
| 15 | 729.741 | 1012.31 | 729.768 | 1012.067 | 0.2401 |
| 16 | 756.213 | 939.801 | 757.226 | 940.33 | 1.143 |
| 17 | 726.548 | 924.717 | 726.283 | 925.172 | 0.5269 |
| 18 | 683.684 | 564.598 | 683.749 | 564.802 | 0.2138 |
| 19 | 659.627 | 285.858 | 659.764 | 286.048 | 0.2341 |
| 20 | 625.136 | 177.581 | 625.3 | 177.861 | 0.3235 |
| 21 | 952.117 | 305.377 | 952.187 | 305.267 | 0.131 |
| 22 | 897.565 | 498.62 | 897.215 | 498.482 | 0.3766 |
| 23 | 1150.213 | 392.223 | 1150.465 | 392.264 | 0.2561 |
| 24 | 1264.634 | 411.826 | 1264.574 | 411.606 | 0.2279 |
| 25 | 1248.749 | 488.54 | 1248.219 | 488.555 | 0.5305 |
| 26 | 1314.825 | 580.712 | 1314.539 | 580.868 | 0.3258 |
| 27 | 1088.577 | 764.56 | 1089.505 | 764.712 | 0.9405 |

Average RMS error : 0.318
 Total RMS error : 8.596
 End of GCP details

| Titik | Koordinat UTM Zone 49 S | | NDVI | | | TNDVI | | | DVI | | | Data Lapangan |
|-------|-------------------------|------------|-----------------|------------|-------|-----------------|------------|-------|-----------------|------------|-------|-----------------|
| | X | Y | Class | Kesesuaian | Index | Class | Kesesuaian | Index | Class | Kesesuaian | Index | |
| 1 | 807485.61 | 9136374.19 | Vegetasi Sedang | + | 167 | Vegetasi Sedang | + | 182 | Vegetasi Sedang | + | 130 | Vegetasi Sedang |
| 2 | 808606.71 | 9134924.62 | Vegetasi Tinggi | + | 228 | Vegetasi Tinggi | + | 234 | Vegetasi Tinggi | + | 220 | Vegetasi Tinggi |
| 3 | 807662.08 | 9132195.75 | Vegetasi Sedang | + | 113 | Vegetasi Sedang | + | 131 | Vegetasi Sedang | + | 88 | Vegetasi Rendah |
| 4 | 806201.57 | 9130437.60 | Vegetasi Tinggi | + | 175 | Vegetasi Tinggi | + | 189 | Vegetasi Tinggi | + | 156 | Vegetasi Tinggi |
| 5 | 805228.79 | 9132978.94 | Vegetasi Rendah | + | 68 | Vegetasi Rendah | + | 84 | Vegetasi Sedang | + | 89 | Vegetasi Rendah |
| 6 | 804277.98 | 9134386.68 | Vegetasi Sedang | + | 141 | Vegetasi Sedang | + | 159 | Vegetasi Sedang | + | 139 | Vegetasi Sedang |
| 7 | 801653.73 | 9128394.75 | Vegetasi Sedang | + | 111 | Vegetasi Sedang | + | 128 | Vegetasi Sedang | + | 113 | Vegetasi Sedang |
| 8 | 801279.78 | 9127974.16 | Vegetasi Rendah | + | 92 | Vegetasi Rendah | + | 111 | Vegetasi Sedang | - | 109 | Vegetasi Rendah |
| 9 | 800894.05 | 9127329.36 | Vegetasi Sedang | + | 112 | Vegetasi Sedang | + | 130 | Vegetasi Rendah | - | 78 | Vegetasi Sedang |
| 10 | 800458.03 | 9127347.56 | Vegetasi Rendah | - | 73 | Vegetasi Rendah | - | 90 | Vegetasi Sedang | + | 99 | Vegetasi Sedang |
| 11 | 800393.18 | 9127029.99 | Vegetasi Rendah | + | 83 | Vegetasi Rendah | + | 100 | Vegetasi Sedang | - | 88 | Vegetasi Rendah |
| 12 | 799690.81 | 9126039.77 | Vegetasi Sedang | + | 139 | Vegetasi Sedang | + | 157 | Vegetasi Sedang | + | 118 | Vegetasi Sedang |
| 13 | 799287.81 | 9125815.24 | Vegetasi Sedang | + | 155 | Vegetasi Sedang | + | 171 | Vegetasi Sedang | + | 129 | Vegetasi Sedang |
| 14 | 797139.36 | 9124469.87 | Vegetasi Tinggi | + | 231 | Vegetasi Tinggi | + | 235 | Vegetasi Tinggi | + | 231 | Vegetasi Tinggi |
| 15 | 797146.16 | 9123621.78 | Vegetasi Tinggi | + | 189 | Vegetasi Tinggi | + | 201 | Vegetasi Tinggi | + | 184 | Vegetasi Tinggi |
| 16 | 805458.32 | 9128916.90 | Vegetasi Tinggi | + | 202 | Vegetasi Tinggi | + | 212 | Vegetasi Tinggi | + | 178 | Vegetasi Tinggi |
| 17 | 805742.49 | 9128840.87 | Vegetasi Sedang | + | 147 | Vegetasi Sedang | + | 164 | Vegetasi Sedang | + | 118 | Vegetasi Sedang |
| 18 | 805821.77 | 9128789.64 | Vegetasi Sedang | + | 150 | Vegetasi Sedang | + | 167 | Vegetasi Tinggi | - | 145 | Vegetasi Sedang |
| 19 | 805139.95 | 9125850.63 | Non Vegetasi | - | 32 | Non Vegetasi | - | 43 | Vegetasi Rendah | + | 52 | Vegetasi Rendah |
| 20 | 804933.19 | 9125787.02 | Vegetasi Sedang | + | 150 | Vegetasi Sedang | + | 167 | Vegetasi Sedang | + | 131 | Vegetasi Sedang |
| 21 | 804626.23 | 9125637.51 | Vegetasi Sedang | + | 159 | Vegetasi Sedang | + | 174 | Vegetasi Sedang | + | 141 | Vegetasi Sedang |
| 22 | 804456.05 | 9125546.86 | Vegetasi Sedang | + | 121 | Vegetasi Sedang | + | 139 | Vegetasi Sedang | + | 123 | Vegetasi Sedang |
| 23 | 804448.10 | 9125521.41 | Vegetasi Sedang | + | 126 | Vegetasi Sedang | + | 145 | Vegetasi Sedang | + | 131 | Vegetasi Sedang |
| 24 | 804225.44 | 9125414.85 | Vegetasi Rendah | + | 86 | Vegetasi Rendah | + | 104 | Vegetasi Rendah | + | 78 | Vegetasi Rendah |
| 25 | 804117.29 | 9125394.17 | Vegetasi Rendah | - | 105 | Vegetasi Sedang | + | 124 | Vegetasi Sedang | + | 101 | Vegetasi Sedang |
| 26 | 803851.68 | 9125327.37 | Vegetasi Sedang | + | 134 | Vegetasi Sedang | + | 152 | Vegetasi Sedang | + | 112 | Vegetasi Sedang |
| 27 | 807854.65 | 9126815.74 | Vegetasi Sedang | + | 151 | Vegetasi Sedang | + | 168 | Vegetasi Sedang | + | 130 | Vegetasi Sedang |
| 28 | 808150.22 | 9126350.62 | Vegetasi Sedang | + | 141 | Vegetasi Sedang | + | 159 | Vegetasi Sedang | + | 131 | Vegetasi Sedang |
| 29 | 808156.35 | 9126346.02 | Vegetasi Sedang | + | 141 | Vegetasi Sedang | + | 159 | Vegetasi Sedang | + | 131 | Vegetasi Sedang |
| 30 | 808550.59 | 9125785.93 | Vegetasi Rendah | + | 51 | Vegetasi Rendah | + | 64 | Vegetasi Rendah | + | 65 | Vegetasi Rendah |
| 31 | 808750.63 | 9125326.71 | Vegetasi Sedang | + | 122 | Vegetasi Sedang | + | 149 | Vegetasi Sedang | + | 116 | Vegetasi Sedang |
| 32 | 8087921.70 | 9124769.53 | Vegetasi Sedang | - | 172 | Vegetasi Tinggi | + | 186 | Vegetasi Sedang | - | 135 | Vegetasi Tinggi |
| 33 | 807907.15 | 9124642.19 | Vegetasi Sedang | + | 138 | Vegetasi Sedang | + | 156 | Vegetasi Sedang | + | 119 | Vegetasi Sedang |
| 34 | 807870.77 | 9124427.53 | Vegetasi Rendah | + | 100 | Vegetasi Rendah | + | 119 | Vegetasi Sedang | - | 104 | Vegetasi Rendah |

| Titik | Koordinat UTM Zone 49 S | | NDVI | | | TNDVI | | | DVI | | | Data Lapangan |
|-------|-------------------------|------------|-----------------|------------|-------|-----------------|------------|-------|-----------------|------------|-------|-----------------|
| | X | Y | Class | Kesesuaian | Index | Class | Kesesuaian | Index | Class | Kesesuaian | Index | |
| 35 | 807725.23 | 9124252.89 | Vegetasi Sedang | + | 137 | Vegetasi Sedang | + | 154 | Vegetasi Sedang | + | 128 | Vegetasi Sedang |
| 36 | 807594.25 | 9124289.27 | Vegetasi Tinggi | + | 176 | Vegetasi Tinggi | + | 190 | Vegetasi Tinggi | + | 145 | Vegetasi Sedang |
| 37 | 807325.02 | 912428.00 | Vegetasi Sedang | + | 115 | Vegetasi Sedang | + | 134 | Vegetasi Sedang | + | 132 | Vegetasi Sedang |
| 38 | 807444.56 | 9124529.23 | Vegetasi Tinggi | + | 181 | Vegetasi Tinggi | + | 194 | Vegetasi Tinggi | + | 172 | Vegetasi Tinggi |
| 39 | 807592.24 | 9124790.02 | Vegetasi Sedang | + | 146 | Vegetasi Sedang | + | 163 | Vegetasi Sedang | + | 130 | Vegetasi Sedang |
| 40 | 807323.99 | 9124733.18 | Vegetasi Sedang | + | 119 | Vegetasi Sedang | + | 137 | Vegetasi Sedang | + | 104 | Vegetasi Sedang |
| 41 | 806764.74 | 9125210.59 | Non Vegetasi | + | 23 | Non Vegetasi | + | 21 | Vegetasi Rendah | - | 72 | Non Vegetasi |
| 42 | 806673.80 | 9125274.25 | Vegetasi Sedang | + | 125 | Vegetasi Sedang | + | 143 | Vegetasi Sedang | + | 126 | Vegetasi Sedang |
| 43 | 806475.62 | 9124293.50 | Vegetasi Rendah | + | 61 | Vegetasi Rendah | + | 76 | Vegetasi Rendah | + | 98 | Vegetasi Rendah |
| 44 | 806503.92 | 9124296.65 | Non Vegetasi | + | 19 | Non Vegetasi | + | 26 | Vegetasi Rendah | + | 63 | Non Vegetasi |
| 45 | 806309.52 | 9124193.94 | Vegetasi Sedang | + | 115 | Vegetasi Sedang | + | 134 | Vegetasi Sedang | + | 132 | Vegetasi Sedang |
| 46 | 806231.93 | 9124301.44 | Vegetasi Sedang | + | 124 | Vegetasi Sedang | + | 141 | Vegetasi Sedang | + | 137 | Vegetasi Sedang |
| 47 | 806271.62 | 9124301.44 | Vegetasi Sedang | + | 142 | Vegetasi Sedang | + | 160 | Vegetasi Tinggi | - | 162 | Vegetasi Sedang |
| 48 | 807397.65 | 9123096.14 | Non Vegetasi | + | 15 | Non Vegetasi | + | 20 | Vegetasi Rendah | - | 57 | Non Vegetasi |
| 49 | 807238.58 | 9122671.09 | Vegetasi Rendah | + | 87 | Vegetasi Rendah | + | 104 | Vegetasi Sedang | - | 96 | Vegetasi Rendah |
| 50 | 810500.14 | 9122363.96 | Vegetasi Sedang | + | 126 | Vegetasi Sedang | + | 138 | Vegetasi Sedang | + | 138 | Vegetasi Sedang |
| 51 | 810053.03 | 9122251.48 | Vegetasi Tinggi | + | 176 | Vegetasi Tinggi | + | 190 | Vegetasi Tinggi | + | 152 | Vegetasi Tinggi |
| 52 | 809887.52 | 9122263.45 | Vegetasi Rendah | + | 87 | Vegetasi Rendah | + | 105 | Vegetasi Sedang | + | 91 | Vegetasi Rendah |
| 53 | 810258.44 | 9122268.24 | Vegetasi Tinggi | + | 205 | Vegetasi Tinggi | + | 213 | Vegetasi Tinggi | + | 186 | Vegetasi Tinggi |
| 54 | 810421.17 | 9122617.62 | Non Vegetasi | - | 13 | Non Vegetasi | - | 17 | Vegetasi Rendah | + | 64 | Vegetasi Rendah |
| 55 | 810499.83 | 9123432.64 | Vegetasi Rendah | + | 102 | Vegetasi Rendah | + | 120 | Vegetasi Sedang | - | 112 | Vegetasi Rendah |
| 56 | 810069.30 | 9123746.18 | Non Vegetasi | + | 0 | Non Vegetasi | + | 0 | Vegetasi Rendah | - | 38 | Non Vegetasi |
| 57 | 809898.55 | 9123594.90 | Vegetasi Tinggi | + | 223 | Vegetasi Tinggi | + | 228 | Vegetasi Tinggi | + | 173 | Vegetasi Tinggi |
| 58 | 809909.64 | 9124094.14 | Vegetasi Rendah | + | 60 | Vegetasi Rendah | + | 76 | Vegetasi Sedang | - | 91 | Vegetasi Rendah |
| 59 | 810080.65 | 9124437.50 | Vegetasi Rendah | + | 83 | Vegetasi Rendah | + | 100 | Vegetasi Sedang | - | 88 | Vegetasi Rendah |
| 60 | 809969.36 | 9124941.01 | Vegetasi Rendah | - | 87 | Vegetasi Rendah | - | 104 | Vegetasi Sedang | + | 96 | Vegetasi Rendah |
| 61 | 809684.61 | 9125020.87 | Vegetasi Tinggi | + | 210 | Vegetasi Tinggi | + | 219 | Vegetasi Tinggi | + | 172 | Vegetasi Tinggi |
| 62 | 811576.31 | 9124290.63 | Non Vegetasi | + | 0 | Non Vegetasi | + | 0 | Non Vegetasi | + | 10 | Non Vegetasi |
| 63 | 811819.34 | 9124077.51 | Non Vegetasi | + | 20 | Non Vegetasi | + | 27 | Vegetasi Rendah | - | 57 | Non Vegetasi |
| 64 | 811967.08 | 9123839.60 | Vegetasi Sedang | + | 138 | Vegetasi Sedang | + | 156 | Vegetasi Sedang | + | 123 | Vegetasi Sedang |
| 65 | 811115.83 | 9122329.10 | Vegetasi Rendah | + | 99 | Vegetasi Rendah | + | 117 | Vegetasi Sedang | - | 92 | Vegetasi Rendah |
| 66 | 811125.11 | 9122353.45 | Vegetasi Rendah | + | 98 | Vegetasi Rendah | + | 116 | Vegetasi Sedang | - | 86 | Vegetasi Rendah |
| 67 | 811655.90 | 3125722.92 | Vegetasi Rendah | - | 70 | Vegetasi Rendah | - | 86 | Vegetasi Sedang | + | 92 | Non Vegetasi |
| 68 | 811735.04 | 9125883.81 | Non Vegetasi | + | 14 | Non Vegetasi | + | 19 | Vegetasi Rendah | - | 63 | Non Vegetasi |

| Titik | Koordinat UTM Zone 49 S | | NDVI | | TNDVI | | DVI | | Data Lapangan | | | |
|-------|-------------------------|------------|-----------------|------------|-------|-----------------|------------|-------|-----------------|------------|-------|-----------------|
| | X | Y | class | Kesesuaian | Index | Class | Kesesuaian | Index | class | Kesesuaian | Index | |
| 69 | 812014.81 | 9126697.96 | Vegetasi Tinggi | + | 183 | Vegetasi Tinggi | + | 196 | Vegetasi Tinggi | + | 143 | Vegetasi Tinggi |
| 70 | 812041.83 | 9126608.50 | Vegetasi Tinggi | + | 188 | Vegetasi Tinggi | + | 200 | Vegetasi Tinggi | + | 163 | Vegetasi Tinggi |
| 71 | 812221.14 | 9127309.60 | Vegetasi Rendah | + | 88 | Vegetasi Rendah | + | 106 | Vegetasi Sedang | - | 104 | Vegetasi Rendah |
| 72 | 812434.85 | 9128159.50 | Vegetasi Sedang | + | 109 | Vegetasi Sedang | + | 128 | Vegetasi Sedang | + | 105 | Vegetasi Sedang |
| 73 | 812390.64 | 9128378.12 | Non Vegetasi | + | 32 | Non Vegetasi | + | 42 | Vegetasi Rendah | - | 61 | Non Vegetasi |
| 74 | 812036.26 | 9128727.00 | Vegetasi Rendah | - | 73 | Vegetasi Rendah | - | 90 | Vegetasi Sedang | + | 84 | Vegetasi Sedang |
| 75 | 811991.73 | 9128750.97 | Vegetasi Sedang | + | 141 | Vegetasi Sedang | + | 159 | Vegetasi Sedang | + | 139 | Vegetasi Sedang |
| 76 | 811803.35 | 9128016.99 | Vegetasi Rendah | + | 75 | Vegetasi Rendah | + | 93 | Vegetasi Sedang | - | 90 | Vegetasi Rendah |
| 77 | 811783.95 | 9128023.84 | Vegetasi Rendah | + | 69 | Vegetasi Rendah | + | 86 | Vegetasi Rendah | + | 71 | Vegetasi Rendah |
| 78 | 811514.51 | 912831.83 | Vegetasi Rendah | + | 87 | Vegetasi Rendah | + | 105 | Vegetasi Sedang | + | 110 | Vegetasi Rendah |
| 79 | 811451.71 | 9128332.10 | Vegetasi Rendah | - | 82 | Vegetasi Rendah | - | 100 | Vegetasi Sedang | + | 106 | Vegetasi Sedang |
| 80 | 811226.65 | 9130064.96 | Vegetasi Rendah | - | 102 | Vegetasi Rendah | - | 116 | Vegetasi Sedang | - | 91 | Non Vegetasi |
| 81 | 813054.38 | 9127970.11 | Vegetasi Sedang | + | 107 | Vegetasi Sedang | + | 126 | Vegetasi Sedang | + | 108 | Vegetasi Sedang |
| 82 | 813315.53 | 9127838.86 | Vegetasi Rendah | + | 73 | Vegetasi Rendah | + | 90 | Vegetasi Sedang | - | 99 | Vegetasi Rendah |
| 83 | 813621.33 | 9127702.20 | Vegetasi Sedang | + | 147 | Vegetasi Sedang | + | 164 | Vegetasi Tinggi | + | 142 | Vegetasi Sedang |
| 84 | 813986.67 | 9127736.02 | Vegetasi Sedang | + | 113 | Vegetasi Sedang | + | 131 | Vegetasi Sedang | + | 106 | Vegetasi Sedang |
| 85 | 813894.66 | 9127515.47 | Non Vegetasi | + | 9 | Non Vegetasi | + | 10 | Vegetasi Rendah | - | 50 | Vegetasi Rendah |
| 86 | 814297.10 | 9126375.35 | Vegetasi Rendah | + | 51 | Vegetasi Rendah | + | 65 | Vegetasi Rendah | + | 75 | Vegetasi Rendah |
| 87 | 813722.10 | 9125993.60 | Vegetasi Rendah | + | 92 | Vegetasi Rendah | + | 111 | Vegetasi Sedang | - | 92 | Vegetasi Rendah |
| 88 | 813775.32 | 9125594.59 | Vegetasi Sedang | + | 145 | Vegetasi Sedang | + | 161 | Vegetasi Sedang | + | 112 | Vegetasi Sedang |
| 89 | 813860.16 | 9125553.80 | Vegetasi Rendah | - | 105 | Vegetasi Rendah | + | 124 | Vegetasi Sedang | + | 110 | Vegetasi Sedang |
| 90 | 814180.83 | 9125475.10 | Vegetasi Rendah | + | 102 | Vegetasi Rendah | + | 119 | Vegetasi Sedang | - | 91 | Vegetasi Sedang |
| 91 | 814401.13 | 9125375.05 | Vegetasi Sedang | + | 145 | Vegetasi Sedang | + | 161 | Vegetasi Sedang | + | 141 | Vegetasi Sedang |
| 92 | 814525.96 | 9125254.81 | Vegetasi Sedang | + | 159 | Vegetasi Sedang | + | 174 | Vegetasi Sedang | + | 141 | Vegetasi Sedang |
| 93 | 814492.00 | 9125036.34 | Vegetasi Tinggi | + | 184 | Vegetasi Tinggi | + | 197 | Vegetasi Sedang | - | 131 | Vegetasi Tinggi |
| 94 | 814591.13 | 9124918.85 | Vegetasi Rendah | + | 102 | Vegetasi Rendah | + | 120 | Vegetasi Sedang | - | 122 | Vegetasi Rendah |
| 95 | 814525.96 | 9124917.93 | Vegetasi Rendah | + | 98 | Vegetasi Rendah | + | 116 | Vegetasi Sedang | - | 102 | Vegetasi Rendah |
| 96 | 813660.89 | 9124270.68 | Vegetasi Sedang | + | 132 | Vegetasi Sedang | + | 150 | Vegetasi Sedang | + | 122 | Vegetasi Sedang |
| 97 | 813595.11 | 9128954.71 | Vegetasi Rendah | + | 69 | Vegetasi Rendah | + | 86 | Vegetasi Rendah | + | 75 | Vegetasi Rendah |
| 98 | 813580.92 | 9128401.40 | Non Vegetasi | + | 0 | Non Vegetasi | + | 0 | Vegetasi Rendah | - | 57 | Non Vegetasi |
| 99 | 813634.13 | 9128057.35 | Vegetasi Sedang | + | 130 | Vegetasi Sedang | + | 149 | Vegetasi Sedang | + | 141 | Vegetasi Sedang |
| 100 | 813655.50 | 9123397.53 | Vegetasi Rendah | + | 75 | Vegetasi Rendah | + | 93 | Vegetasi Sedang | - | 92 | Vegetasi Rendah |
| 101 | 814076.41 | 9121500.45 | Vegetasi Sedang | + | 109 | Vegetasi Sedang | + | 127 | Vegetasi Sedang | + | 94 | Vegetasi Sedang |
| 102 | 813622.58 | 9121137.38 | Vegetasi Rendah | - | 81 | Vegetasi Rendah | - | 98 | Vegetasi Sedang | + | 108 | Vegetasi Sedang |

| Titik | Koordinat UTM Zone 49 S | | NDVI | | | TNDVI | | | DVI | | | Data Lapangan |
|-------|-------------------------|------------|-----------------|------------|-------|-----------------|------------|-------|-----------------|------------|-------|-----------------|
| | X | Y | class | Kesesuaian | Index | class | Kesesuaian | Index | class | Kesesuaian | Index | |
| 103 | 814661.70 | 9124482.16 | Vegetasi Rendah | - | 105 | Vegetasi Sedang | + | 124 | Vegetasi Sedang | + | 128 | Vegetasi Sedang |
| 104 | 814620.43 | 9124349.76 | Vegetasi Sedang | + | 137 | Vegetasi Sedang | + | 154 | Vegetasi Sedang | + | 124 | Vegetasi Sedang |
| 105 | 814524.17 | 9124253.51 | Vegetasi Rendah | + | 54 | Vegetasi Rendah | + | 69 | Vegetasi Rendah | + | 75 | Vegetasi Rendah |
| 106 | 814535.59 | 9123964.73 | Vegetasi Sedang | + | 124 | Vegetasi Sedang | + | 142 | Vegetasi Sedang | + | 130 | Vegetasi Sedang |
| 107 | 814791.73 | 9128667.80 | Vegetasi Sedang | + | 132 | Vegetasi Sedang | + | 149 | Vegetasi Sedang | + | 116 | Vegetasi Sedang |
| 108 | 811452.26 | 9118408.47 | Vegetasi Sedang | - | 172 | Vegetasi Tinggi | + | 186 | Vegetasi Tinggi | + | 144 | Vegetasi Tinggi |
| 109 | 811526.11 | 9117588.35 | Vegetasi Sedang | + | 115 | Vegetasi Sedang | + | 132 | Vegetasi Sedang | + | 112 | Vegetasi Sedang |
| 110 | 811700.80 | 9117507.44 | Non Vegetasi | + | 39 | Non Vegetasi | + | 50 | Vegetasi Rendah | - | 77 | Non Vegetasi |
| 111 | 811665.07 | 9117273.36 | Vegetasi Tinggi | + | 210 | Vegetasi Tinggi | + | 219 | Vegetasi Tinggi | + | 178 | Vegetasi Tinggi |
| 112 | 811799.97 | 9116697.17 | Vegetasi Rendah | + | 60 | Vegetasi Rendah | + | 74 | Vegetasi Rendah | + | 63 | Vegetasi Rendah |
| 113 | 808563.73 | 9116999.19 | Vegetasi Tinggi | + | 177 | Vegetasi Tinggi | + | 191 | Vegetasi Tinggi | + | 151 | Vegetasi Tinggi |
| 114 | 806493.84 | 9116568.36 | Vegetasi Rendah | + | 51 | Vegetasi Rendah | + | 64 | Vegetasi Rendah | + | 82 | Vegetasi Rendah |
| 115 | 805521.43 | 9118574.51 | Vegetasi Rendah | - | 105 | Vegetasi Sedang | + | 124 | Vegetasi Sedang | + | 110 | Vegetasi Rendah |
| 116 | 805115.24 | 9117128.42 | Vegetasi Rendah | - | 70 | Vegetasi Rendah | - | 86 | Vegetasi Sedang | + | 102 | Vegetasi Rendah |
| 117 | 805169.05 | 9118351.70 | Non Vegetasi | + | 27 | Non Vegetasi | + | 37 | Vegetasi Rendah | - | 66 | Non Vegetasi |
| 118 | 803192.46 | 9117275.57 | Vegetasi Sedang | + | 149 | Vegetasi Sedang | + | 165 | Vegetasi Tinggi | - | 159 | Vegetasi Sedang |
| 119 | 802718.65 | 9117104.02 | Vegetasi Sedang | + | 124 | Vegetasi Sedang | + | 142 | Vegetasi Sedang | + | 122 | Vegetasi Sedang |
| 120 | 802245.55 | 9117184.95 | Vegetasi Sedang | - | 156 | Vegetasi Sedang | - | 174 | Vegetasi Tinggi | + | 142 | Vegetasi Tinggi |
| 121 | 801187.29 | 9117595.80 | Vegetasi Tinggi | + | 255 | Vegetasi Tinggi | + | 255 | Vegetasi Tinggi | + | 253 | Vegetasi Tinggi |
| 122 | 800041.89 | 9117240.97 | Vegetasi Tinggi | + | 235 | Vegetasi Tinggi | + | 239 | Vegetasi Tinggi | + | 186 | Vegetasi Sedang |
| 123 | 808352.52 | 9118599.83 | Vegetasi Tinggi | + | 181 | Vegetasi Tinggi | + | 194 | Vegetasi Tinggi | + | 165 | Vegetasi Tinggi |
| 124 | 807572.70 | 9111995.21 | Vegetasi Sedang | + | 129 | Vegetasi Sedang | + | 148 | Vegetasi Sedang | + | 133 | Vegetasi Sedang |
| 125 | 807548.37 | 9109996.43 | Vegetasi Rendah | - | 81 | Vegetasi Rendah | - | 98 | Vegetasi Sedang | + | 90 | Vegetasi Sedang |
| 126 | 805323.12 | 9114140.63 | Vegetasi Sedang | + | 122 | Vegetasi Sedang | + | 139 | Vegetasi Sedang | + | 125 | Vegetasi Sedang |
| 127 | 804792.21 | 9112946.76 | Vegetasi Rendah | + | 58 | Vegetasi Rendah | + | 74 | Vegetasi Rendah | + | 82 | Vegetasi Rendah |
| 128 | 804151.88 | 9111827.40 | Non Vegetasi | + | 0 | Non Vegetasi | + | 0 | Non Vegetasi | + | 29 | Non Vegetasi |
| 129 | 803763.70 | 9111678.98 | Vegetasi Tinggi | + | 190 | Vegetasi Tinggi | + | 202 | Vegetasi Tinggi | + | 156 | Vegetasi Tinggi |
| 130 | 803872.93 | 9111405.47 | Vegetasi Sedang | + | 116 | Vegetasi Sedang | + | 134 | Vegetasi Sedang | + | 97 | Vegetasi Sedang |
| 131 | 802816.19 | 9118546.39 | Vegetasi Sedang | + | 149 | Vegetasi Sedang | + | 165 | Vegetasi Sedang | + | 103 | Vegetasi Sedang |
| 132 | 811526.80 | 9114225.92 | Non Vegetasi | + | 22 | Non Vegetasi | + | 28 | Vegetasi Rendah | - | 65 | Non Vegetasi |
| 133 | 811549.07 | 9114087.26 | Non Vegetasi | + | 32 | Non Vegetasi | + | 42 | Vegetasi Rendah | - | 76 | Non Vegetasi |
| 134 | 811646.24 | 9118189.46 | Non Vegetasi | - | 20 | Non Vegetasi | - | 27 | Vegetasi Rendah | + | 57 | Vegetasi Rendah |
| 135 | 811499.41 | 9112136.57 | Vegetasi Sedang | + | 108 | Vegetasi Sedang | + | 127 | Vegetasi Sedang | + | 95 | Vegetasi Sedang |
| 136 | 811409.90 | 9112091.82 | Vegetasi Rendah | + | 91 | Vegetasi Rendah | + | 108 | Vegetasi Sedang | - | 94 | Vegetasi Rendah |

| Titik | Koordinat UTM Zone 49 S | | NDVI | | | TNDVI | | | DVI | | | Data Lapangan |
|-------|-------------------------|------------|-----------------|------------|-------|-----------------|------------|-------|-----------------|------------|-------|-----------------|
| | X | Y | class | Kesesuaian | Index | class | Kesesuaian | Index | class | Kesesuaian | Index | |
| 137 | 811397.78 | 9111957.96 | Non Vegetasi | + | 41 | Non Vegetasi | + | 54 | Vegetasi Rendah | - | 70 | Non Vegetasi |
| 138 | 811404.74 | 9111842.32 | Vegetasi Rendah | + | 81 | Vegetasi Rendah | + | 98 | Vegetasi Sedang | - | 89 | Vegetasi Rendah |
| 139 | 811372.57 | 9111768.41 | Vegetasi Rendah | + | 51 | Vegetasi Rendah | + | 64 | Vegetasi Rendah | + | 82 | Vegetasi Rendah |
| 140 | 811364.74 | 9111769.28 | Vegetasi Rendah | + | 68 | Vegetasi Rendah | + | 83 | Vegetasi Sedang | - | 92 | Vegetasi Rendah |
| 141 | 811320.40 | 9111602.96 | Vegetasi Sedang | + | 113 | Vegetasi Sedang | + | 131 | Vegetasi Sedang | + | 98 | Vegetasi Sedang |
| 142 | 815551.25 | 9116458.76 | Non Vegetasi | + | 32 | Non Vegetasi | + | 42 | Vegetasi Rendah | - | 70 | Non Vegetasi |
| 143 | 815616.81 | 9116531.47 | Vegetasi Tinggi | + | 184 | Vegetasi Tinggi | + | 197 | Vegetasi Tinggi | + | 155 | Vegetasi Tinggi |
| 144 | 815687.13 | 9116544.58 | Vegetasi Tinggi | + | 189 | Vegetasi Tinggi | + | 201 | Vegetasi Tinggi | + | 179 | Vegetasi Tinggi |
| 145 | 815894.79 | 9116422.08 | Vegetasi Rendah | + | 87 | Vegetasi Rendah | + | 105 | Vegetasi Rendah | - | 72 | Vegetasi Rendah |
| 146 | 815693.09 | 9116337.18 | Non Vegetasi | + | 32 | Non Vegetasi | + | 42 | Vegetasi Rendah | - | 70 | Non Vegetasi |
| 147 | 815675.21 | 9116158.39 | Vegetasi Rendah | - | 79 | Vegetasi Rendah | - | 95 | Vegetasi Sedang | + | 91 | Vegetasi Sedang |
| 148 | 816532.21 | 9115632.75 | Vegetasi Sedang | - | 153 | Vegetasi Sedang | - | 168 | Vegetasi Tinggi | + | 160 | Vegetasi Tinggi |
| 149 | 816628.04 | 9115671.40 | Vegetasi Rendah | + | 87 | Vegetasi Rendah | + | 105 | Vegetasi Rendah | + | 72 | Vegetasi Rendah |
| 150 | 816612.86 | 9115865.87 | Vegetasi Sedang | + | 146 | Vegetasi Sedang | + | 163 | Vegetasi Sedang | + | 130 | Vegetasi Sedang |
| 151 | 816803.06 | 9115723.81 | Vegetasi Sedang | + | 116 | Vegetasi Sedang | + | 134 | Vegetasi Sedang | + | 109 | Vegetasi Sedang |
| 152 | 817080.87 | 9115635.66 | Vegetasi Tinggi | + | 200 | Vegetasi Tinggi | + | 211 | Vegetasi Tinggi | + | 176 | Vegetasi Tinggi |
| 153 | 816816.09 | 9116153.10 | Vegetasi Rendah | + | 78 | Vegetasi Rendah | + | 95 | Vegetasi Rendah | + | 81 | Vegetasi Rendah |
| 154 | 816691.92 | 9116292.74 | Vegetasi Sedang | + | 146 | Vegetasi Sedang | + | 163 | Vegetasi Sedang | + | 119 | Vegetasi Tinggi |
| 155 | 816648.80 | 9116410.27 | Vegetasi Tinggi | + | 214 | Vegetasi Tinggi | + | 222 | Vegetasi Tinggi | + | 184 | Vegetasi Tinggi |
| 156 | 816597.07 | 9116516.75 | Vegetasi Sedang | + | 134 | Vegetasi Sedang | + | 152 | Vegetasi Sedang | + | 118 | Vegetasi Sedang |
| 157 | 816887.15 | 9117290.73 | Vegetasi Sedang | + | 143 | Vegetasi Sedang | + | 160 | Vegetasi Tinggi | - | 149 | Vegetasi Sedang |
| 158 | 816933.22 | 9117147.56 | Vegetasi Sedang | + | 120 | Vegetasi Sedang | + | 138 | Vegetasi Sedang | + | 103 | Vegetasi Sedang |
| 159 | 818144.15 | 9117260.09 | Vegetasi Tinggi | + | 196 | Vegetasi Tinggi | + | 207 | Vegetasi Tinggi | + | 169 | Vegetasi Tinggi |
| 160 | 818901.08 | 9117107.37 | Vegetasi Sedang | + | 121 | Vegetasi Sedang | + | 139 | Vegetasi Sedang | + | 94 | Vegetasi Sedang |
| 161 | 818926.63 | 9117342.55 | Vegetasi Sedang | + | 164 | Vegetasi Sedang | + | 179 | Vegetasi Tinggi | - | 148 | Vegetasi Sedang |
| 162 | 818726.23 | 9117683.23 | Vegetasi Sedang | + | 119 | Vegetasi Sedang | + | 137 | Vegetasi Sedang | + | 113 | Vegetasi Sedang |
| 163 | 818878.54 | 9118015.88 | Vegetasi Sedang | + | 133 | Vegetasi Sedang | + | 152 | Vegetasi Sedang | + | 126 | Vegetasi Sedang |
| 164 | 818818.42 | 9118148.15 | Vegetasi Sedang | + | 143 | Vegetasi Sedang | + | 160 | Vegetasi Sedang | + | 133 | Vegetasi Sedang |
| 165 | 818754.29 | 9118272.39 | Vegetasi Tinggi | + | 219 | Vegetasi Tinggi | + | 226 | Vegetasi Tinggi | + | 210 | Vegetasi Tinggi |
| 166 | 816332.64 | 9111736.47 | Vegetasi Rendah | - | 96 | Vegetasi Rendah | - | 115 | Vegetasi Sedang | + | 105 | Vegetasi Sedang |
| 167 | 816946.49 | 9125310.85 | Vegetasi Rendah | + | 54 | Vegetasi Rendah | + | 68 | Vegetasi Sedang | - | 89 | Vegetasi Rendah |
| 168 | 817692.14 | 9125320.49 | Vegetasi Tinggi | + | 196 | Vegetasi Tinggi | + | 207 | Vegetasi Tinggi | + | 175 | Vegetasi Tinggi |
| 169 | 819483.39 | 9124553.22 | Vegetasi Rendah | - | 92 | Vegetasi Rendah | - | 111 | Vegetasi Sedang | + | 92 | Vegetasi Sedang |
| 170 | 820998.65 | 9123416.78 | Non Vegetasi | - | 7 | Non Vegetasi | - | 10 | Vegetasi Rendah | + | 52 | Vegetasi Rendah |

| Titik | Koordinat UTM Zone 49 S | | NDVI | | | TNDVI | | | DVI | | | Data Lapangan |
|-------|-------------------------|------------|-----------------|------------|-------|-----------------|------------|-------|-----------------|------------|-------|-----------------|
| | X | Y | class | Kesesuaian | Index | class | Kesesuaian | Index | class | Kesesuaian | Index | |
| 171 | 822706.08 | 9128760.80 | Vegetasi Rendah | + | 65 | Vegetasi Rendah | + | 80 | Vegetasi Rendah | + | 82 | Non Vegetasi |
| 172 | 820674.89 | 9122687.76 | Vegetasi Sedang | + | 153 | Vegetasi Sedang | + | 169 | Vegetasi Sedang | + | 123 | Vegetasi Sedang |
| 173 | 824104.87 | 9121442.25 | Vegetasi Sedang | + | 149 | Vegetasi Sedang | + | 165 | Vegetasi Sedang | + | 128 | Vegetasi Sedang |
| 174 | 825672.67 | 9121121.77 | Vegetasi Tinggi | + | 183 | Vegetasi Tinggi | + | 196 | Vegetasi Tinggi | + | 178 | Vegetasi Tinggi |
| 175 | 824916.38 | 9120449.13 | Vegetasi Tinggi | + | 193 | Vegetasi Tinggi | + | 205 | Vegetasi Tinggi | + | 152 | Vegetasi Tinggi |
| 176 | 822425.59 | 9121734.15 | Vegetasi Sedang | - | 146 | Vegetasi Sedang | - | 163 | Vegetasi Tinggi | + | 145 | Vegetasi Tinggi |
| 177 | 822733.66 | 9121651.40 | Vegetasi Sedang | + | 119 | Vegetasi Sedang | + | 137 | Vegetasi Sedang | + | 112 | Vegetasi Sedang |

Keterangan :

- + Seuai
- Tidak Seuai

Area Summary Report for ndvi_class1.ers

| Class/Region | Hectares | Sq. Km | Acres | Sq. Miles |
|-----------------|----------|---------|------------|-----------|
| non vegetasi | 10346.49 | 103.465 | 25566.736 | 39.948 |
| vegetasi rendah | 16518.06 | 165.181 | 40817.018 | 63.777 |
| vegetasi sedang | 24871.86 | 248.719 | 61459.709 | 96.031 |
| vegetasi tinggi | 18553.41 | 185.534 | 45846.478 | 71.635 |
| All | 70289.82 | 702.899 | 173689.941 | 271.391 |

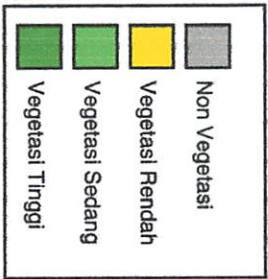
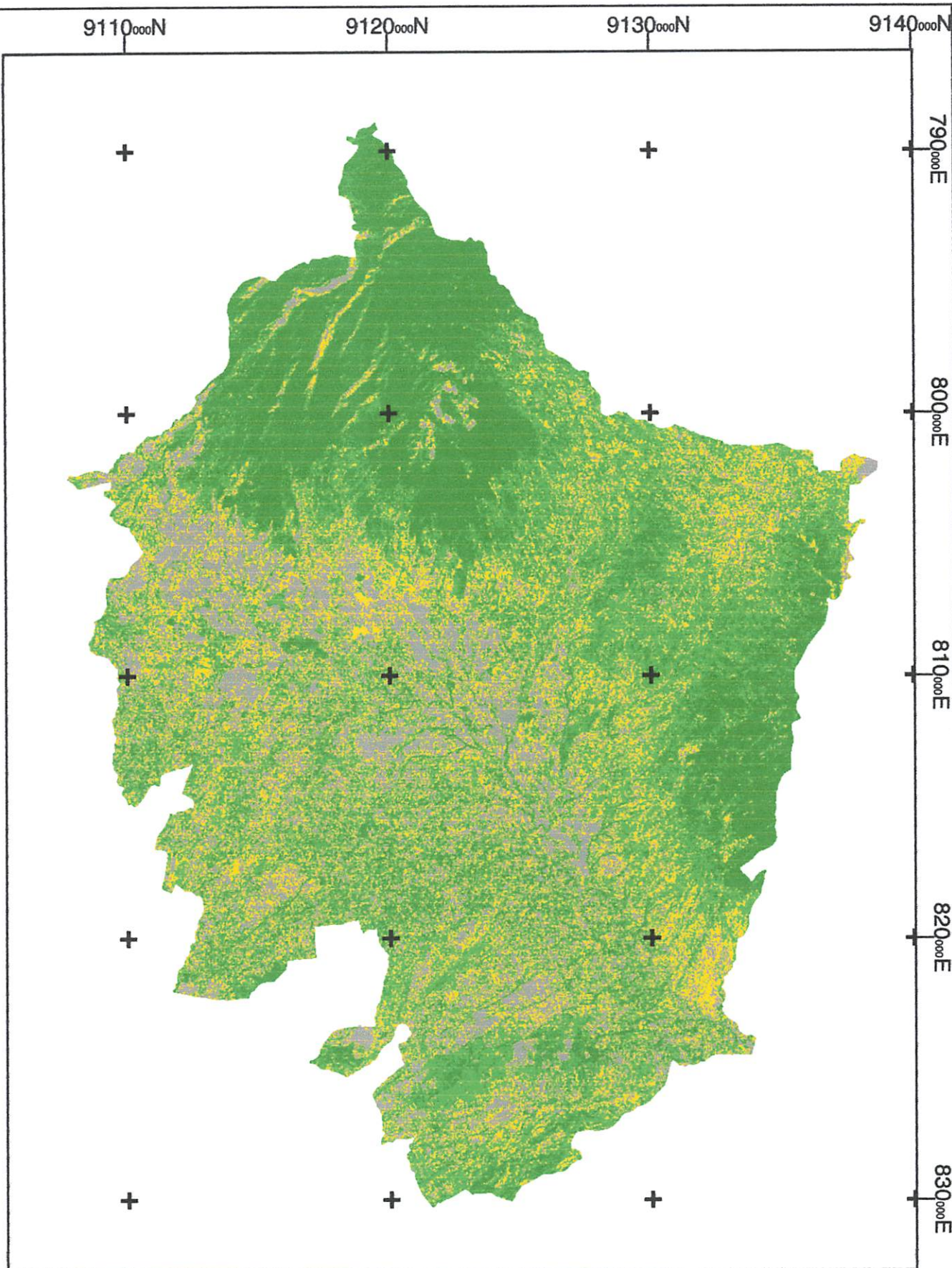
Area Summary Report for tndvi_class1.ers

| Class/Region | Hectares | Sq. Km | Acres | Sq. Miles |
|-----------------|----------|---------|-----------|-----------|
| non vegetasi | 9984.06 | 99.841 | 24671.151 | 38.549 |
| vegetasi rendah | 15645.78 | 156.458 | 38661.567 | 60.409 |
| vegetasi sedang | 24456.96 | 244.57 | 60434.469 | 94.429 |
| vegetasi tinggi | 20203.02 | 202.03 | 49922.753 | 78.004 |
| All | 70289.82 | 702.899 | 173689.94 | 271.391 |

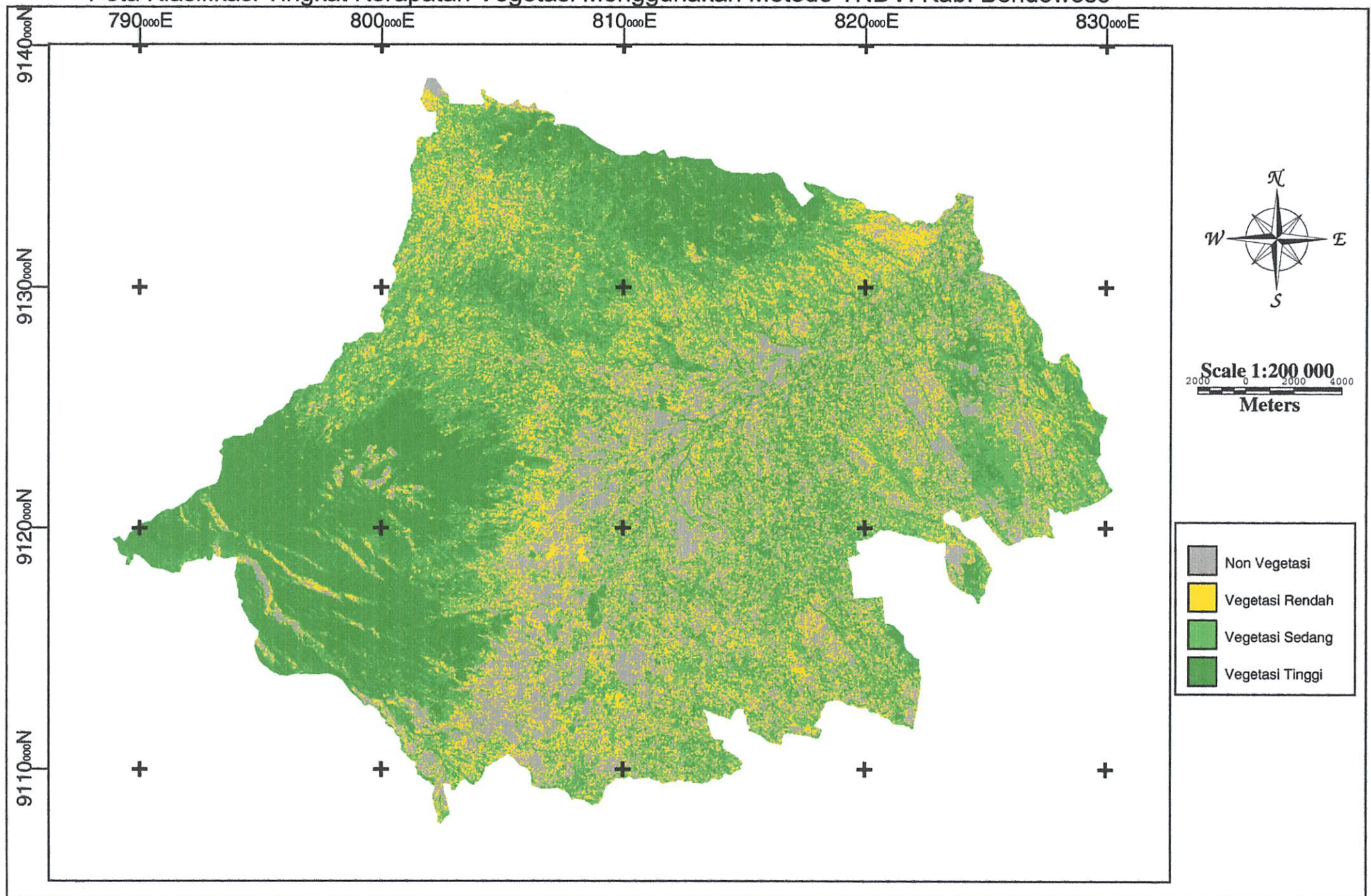
Area Summary Report for dvi_class1.ers

| Class/Region | Hectares | Sq. Km | Acres | Sq. Miles |
|-----------------|----------|-----------|------------|-----------|
| non vegetasi | 656.73 | 6.567 | 1622.815 | 2.536 |
| vegetasi rendah | 13033.17 | 130.332 | 32205.667 | 50.321 |
| vegetasi sedang | 33064.92 | 330.649 | 81705.203 | 127.664 |
| vegetasi tinggi | 23535 | 58156.256 | 90.869 | |
| All | 70289.82 | 702.898 | 173689.941 | 271.39 |

Peta Klasifikasi Tingkat Kerapatan Vegetasi Menggunakan Metode NDVI Kab. Bondowoso



Peta Klasifikasi Tingkat Kerapatan Vegetasi Menggunakan Metode TNDVI Kab. Bondowoso



Peta Klasifikasi Tingkat Kerapatan Vegetasi Menggunakan Metode DVI Kab. Bondowoso

