

TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN CITRA LANDSAT 7 ETM UNTUK MONITORING PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN (Studi Kasus: Kabupaten Gresik)



Diajukan Oleh :

YANI WIDYASTUTI
01.25.047

Bidang Keahlian :
Penginderaan Jauh (Remote Sensing)

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

REKAMEN BUKU

REKAMEN BUKU Y. TADJUMA. ARTIO MATAKAMARU
KARANGANYA PERUSAHAAN PENGOLAHAN
(Kantor: Kantor: Kantor: Kantor)

MILIK
PERUSAHAAN
TIM LAIN

REKAMEN BUKU
REKAMEN BUKU
REKAMEN BUKU

REKAMEN BUKU
(Kantor: Kantor: Kantor: Kantor)

REKAMEN BUKU
REKAMEN BUKU
REKAMEN BUKU
REKAMEN BUKU

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Tugas Akhir :

**PEMANFAATAN CITRA LANDSAT 7 ETM UNTUK
MONITORING PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN
(STUDI KASUS : KABUPATEN GRESIK)**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Mencapai Gelar Sarjana S-1
Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Diajukan Oleh :

YANI WIDYASTUTI

01.25.047

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I

(Ir. Leo Pantimena, MSc)

Dosen Pembimbing II

(Ir. Pradono Joanes D Deo, Msi)

Menyetujui :



Dosen Pembimbing III

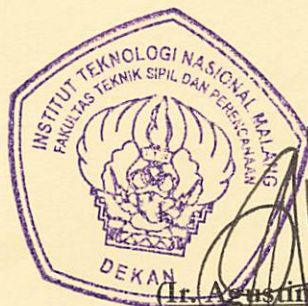
(Hery Purwanto, ST, M.Sc)

LEMBAR PENGESAHAN

Dipertabangkan dihadapan panitia penguji Tugas Akhir Jurusan Teknik Geodesi
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang
Dan diterima untuk memenuhi sebagian syarat-syarat guna memperoleh
Gelara Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi

Pada Hari/Tanggal : SABTU, 19 Januari 2008

Panitia Ujian Tugas Akhir,



Ketua

(Ir. Agustina Nurul H, MTP)

Dekan F.T.S.P

Sekretaris

(Hery Purwanto, ST, M.Sc)

Ketua Jurusan Teknik Geodesi S1

Anggota Penguji,

Penguji I

(Ir. Agus Darpono, MT)

Penguji II

(Ir. M. Nurhadi, MT)

Penguji III

(Ir. Jasmani, M.Kom)

Kata Pengantar

Bismillabirohmanirohim,

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir yang berjudul “PEMANFAATAN CITRA LANDSAT 7 ETM UNTUK MONITORING PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN”, (Studi Kasus: Kabupaten Gresik) dengan sebaik mungkin.

Penyusunan laporan Tugas Akhir ini merupakan syarat bagi setiap mahasiswa untuk menyelesaikan studi jenjang S-1 pada Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam penyusunan laporan ini melibatkan banyak pihak, untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang
2. Ibu Ir. Agustina Nurul H, MTP selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang
3. Bapak Hery Purwanto, ST, MSc selaku Kepala Jurusan Teknik Geodesi
4. Bapak Ir. Leo Pantimena, MSc selaku Dosen Pembimbing I
5. Bapak Ir. Pradono Joanes D. Deo selaku Dosen Pembimbing II
6. Bapak Christian Tongam Siahaan, ST selaku Dosen Wali

7. Seluruh Dosen Teknik Geodesi
8. Rekan-rekan Teknik Geodesi
9. Segenap Civitas Akademika Institut Teknoogi Nasional Malang

Penulis menyadari sepenuhnya bila dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini banyak terdapat kekurangan, untuk itu saran dan kritik sangat penulis harapkan. Semoga laporan ini bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya dan mahasiswa Teknik Geodesi pada khususnya. Amin...

Malang, Maret 2008

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Kata Pengantar	i
Lembar Persembahan	iii
Daftar Isi	v
Daftar Gambar	viii
Daftar Tabel	xi

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Manfaat Penelitian	3
1.4. Batasan Penelitian.....	3
1.5. Tinjauan Pustaka	3

BAB II DASAR TEORI

2.1. Definisi Penginderaan Jauh	5
2.1.1. Teknologi Penginderaan Jauh	5
2.1.2. Sistem Penginderaan Jauh.....	6
2.1.3. Citra Penginderaan Jauh.....	9
2.2. Karakteristik Citra Satelit Landsat	11
2.2.1. Karakteristik Spasial Citra Landsat.....	14
2.2.2. Karakteristik Spektral Citra Landsat	14
2.2.3. Karakteristik Temporal Citra Landsat.....	15

2.4. Pengolahan Citra Digital.....	16
2.4.1. Pemulihan Citra.....	16
2.4.2. Citra Composit.....	20
2.4.3. Penajaman Citra.....	21
2.5. Analisa dan Klasifikasi Citra Digital.....	22
2.5.1. Analisa Citra.....	22
2.5.2. Citra Digital.....	24
2.5.3. Klasifikasi Digital.....	26
2.6. Pengertian Perubahan Tutupan Lahan.....	33

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian.....	35
3.2. Data Dan Alat Penelitian.....	36
3.3. Tahapan Penelitian.....	41
3.4. Proses Digitalisasi Peta.....	42
3.4.1. Digitasi Peta.....	42
3.4.2. Editing Peta.....	45
3.4.2.1. Proses Editing Dengan TRIM.....	45
3.4.2.2. Proses Editing Dengan EXTEND.....	46
3.5. Proses Pengolahan Citra.....	47
3.5.1. Menampilkan Data Raster.....	48
3.5.2. Pembuatan Citra Composit.....	49
3.5.3. Import Data Vektor.....	50
3.5.4. Menampilkan Data Vektor.....	52
3.5.5. Koreksi Geometri.....	52
3.5.6. Cropping Citra.....	55
3.5.7. Klasifikasi Citra.....	57
3.5.7.1. Menentukan Sampel Area.....	57
3.5.7.2. Proses Klasifikasi Terbimbing.....	60
3.5.8. Perhitungan Statistik.....	62

BAB. IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Proses Pengolahan Citra	64
4.1.1. Citra Composite	64
4.1.2. Koreksi Geometri	65
4.1.3. Analisa Cropping Citra Landsat.....	68
4.1.4. Klasifikasi Terbimbing	71
4.1.5. Analisa Luasan Tutupan Lahan.....	69
4.1.6. Cek Lapangan / Verifikasi Lapangan.....	76
4.1.7. Analisa Perubahan Tutupan Lahan	84

BAB.V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan.....	93
5.2. Saran.....	94

DAFTAR PUSTAKA.....	95
----------------------------	-----------

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

- 2.1. Sistem Penginderaan Jauh
- 2.2. Konfigurasi Satelit Landsat
- 2.3. Polar Khas Orbit Landsat Harian
- 2.4. Citra Landsat-7 ETM *Composit 542*
- 2.5. Histogram Citra Landsat dari *Composit 542 Contrast Enhancement*
- 2.6. (a) Citra Digital dalam Bentuk Angka Matematik
(b) Sistem Koordinat Digital
- 2.7. Metode Klasifikasi Parallelipiped
- 2.8. Metode Klasifikasifikasi Jarak Minimum Terhadap Rerata
- 2.9. Metode Klasifikasi Kemiripan Maksimum
- 2.10. Tahap Klasifikasi Terbimbing
- 2.11. Kelas Spektral pada Citra Dua Saluran
- 3.1. Diskripsi Wilayah Penelitian
- 3.2. Tampilan Awal Software AutoCAD MAP 2000i
- 3.3. Tampilan Menu Insert Raster Image
- 3.4. Tampilan File Raster Image
- 3.5. Menu Insert Raster Image
- 3.6. Tampilan Layer untuk Proses Digitasi
- 3.7. Proses Digitasi Peta
- 3.8. Tampilan objek garis yang belum dipotong (*TRIM*)
- 3.9. Tampilan objek garis yang sudah dipotong (*TRIM*)
- 3.10. Tampilan objek garis yang belum ditambah (*EXTEND*)
- 3.11. Tampilan objek garis yang sudah dipotong (*EXTEND*)
- 3.12. (a) Tampilan Citra Landsat 7 TM Daerah Kab. Gresik Tahun Perekaman 1997.
(b) Tampilan Citra Landsat 7 ETM Daerah Kab. Gresik Tahun Perekaman 2002
- 3.13. (a) Citra Landsat 7 ETM Tahun 2002 Daerah Kab. Gresik Kombinasi Band 542. (b) Citra Landsat 7 TM Tahun 1997 Daerah Gresik Kombinasi Band 542

- 3.14. Kotak Dialog *Import Vektor dan GIS Format*
- 3.15. Kotak Dialog *Import AutoCAD_DXF*
- 3.16. Tampilan Data Vektor Sungai dan Jalan Hasil Import
- 3.17. *GCP Setup*
- 3.18. Proses Proyeksi Geometrik Citra Gresik Tahun Perekaman 1997
- 3.19. Proses Koreksi Geometrik Citra Gresik Tahun Perekaman 2002
- 3.20. (a) Tampilan Citra Landsat TM Tahun Perekaman Tahun 1997 Hasil Pemotongan dan. (b) Tampilan Citra Landsat ETM Tahun Perekaman 2002 Hasil Pemotongan
- 3.21. Beberapa Contoh Objek *Training Sample* pada Citra
- 3.22. *Area Sample* Citra Landsat TM Tahun 1997 dan (b) *Area Sample* Citra Landsat ETM Tahun 2002
- 3.23. Kotak Dialog *Edit Class Region Color And Name*
- 3.24. Kotak Dialog *Supervised Classification*
- 3.25. (a) Hasil Klasifikasi Citra Landsat TM Tahun 1997 dan (b) Hasil Klasifikasi Citra Landsat ETM Tahun 2002
- 3.26. (a) Hasil Filter Citra Landsat TM Tahun 1997 dan (b) Hasil Filter Citra Landsat ETM Tahun 2002
- 3.27. Kotak Dialog *Calculate Static*
- 3.28. Kotak Dialog *Report Setup*
- 3.29. Tampilan Area Summary Report Citra Kab. Gresik, Kec. Balongpanggang Tahun Perekaman Tahun 2002
- 4.1. (a) Citra Landsat TM Tahun Perekaman 1997 Komposit 542 dan (b) Citra Landsat ETM Perekaman Tahun 2002 Komposit 542
- 4.2. Tampilan Citra Landsat Hasil Pemotongan Terhadap Batas Kab. Gresik
(a) Citra Landsat Perekaman Tahun 1997 dan (b) Citra Landsat Perekaman Tahun 2002
- 4.3. (a) Tampilan Citra Landsat TM Tahun 1997 Hasil Klasifikasi dan (b) Tampilan Citra Landsat ETM Tahun 2002 Hasil Klasifikasi
- 4.4. (a) Tampilan Citra Landsat TM Tahun 1997 Hasil *Filtering* dan (b) Tampilan Citra Landsat ETM Tahun 2002 Hasil *Filtering*

- 4.5. Titik-Titik Cek Lapangan
- 4.6. Lokasi Verifikasi Lapangan 1, Jenis Lahan: Ladang
- 4.7. Lokasi Verifikasi Lapangan 2, Jenis Lahan: Tambak
- 4.8. Lokasi Verifikasi Lapangan 3, Jenis Lahan: Tambak
- 4.9. Lokasi Verifikasi Lapangan 4, Jenis Lahan: Tubuh Sungai
- 4.10. Lokasi Verifikasi Lapangan 5, Jenis Lahan: Pemukiman
- 4.11. Lokasi Verifikasi Lapangan 6, Jenis Lahan: Sawah
- 4.12. Lokasi Verifikasi Lapangan 7, Jenis Lahan: Ladang
- 4.13. Lokasi Verifikasi Lapangan 8, Jenis Lahan: Tambak
- 4.14. Lokasi Verifikasi Lapangan 9, Jenis Lahan: Sawah
- 4.15. Lokasi Verifikasi Lapangan 10, Jenis Lahan: Mangrove
- 4.16. Lokasi Verifikasi Lapangan 11, Jenis Lahan: Sawah
- 4.17. Lokasi Verifikasi Lapangan 12, Jenis Lahan: Tambak
- 4.18. Lokasi Verifikasi Lapangan 13, Jenis Lahan: Pemukiman
- 4.19. Lokasi Verifikasi Lapangan 14, Jenis Lahan: Tambak
- 4.20. Lokasi Verifikasi Lapangan 15, nis Lahan: Sawah
- 4.21. Tampilan Citra yang Mengalami Perubahan Luasan dari lahan Ladang menjadi Pemukiman
- 4.22. Tampilan Citra yang Mengalami Perubahan Luasan dari lahan Kosong menjadi Pemukiman
- 4.23. Tampilan Citra yang Mengalami Perubahan Luasan dari lahan Kebun menjadi lahan Kosong

DAFTAR TABEL

- 2.1. Tabel Resolusi Spasial atau IFOV pada Masing-masing Saluran
- 2.2. Karakteristik Spektral Tiap Saluran pada Satelit Landsat-7 ETM
- 4.1. Hasil GCP Citra Landsat Tahun Perekaman 2002
- 4.2. Hasil GCP Citra Landsat Tahun Perekaman 1997
- 4.3. Data Nilai Luasan tiap Kelas Citra Landsat ETM Perekaman Tahun 2002
- 4.4. Data Nilai Luasan tiap Kelas Citra Landsat ETM Perekaman Tahun 1997
- 4.5. Tabel Verifikasi Lapangan yang Menunjukkan Perbedaan antara Hasil Klasifikasi dengan Keadaan di Lapangan
- 4.6. *Matrik Confusion*
- 4.7. Data Perubahan Tutupan Lahan dari Tahun 1997 Sampai dengan Tahun 2002
- 4.8. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Balongpanggang
- 4.9. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Benjeng
- 4.10. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Dukun
- 4.11. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Ujungpangkah
- 4.12. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Panceng
- 4.13. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Wringinanom
- 4.14. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Driyorejo
- 4.15. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Kedamean
- 4.16. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Menganti
- 4.17. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Cerme
- 4.18. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Kebomas
- 4.19. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Dukuksampean
- 4.20. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Bungah
- 4.21. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Sidayu
- 4.22. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Manyar
- 4.23. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Gresik

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Data tutupan lahan dan perubahannya sangat penting untuk membuat keputusan yang berhubungan dengan pengelolaan sumber daya lahan, salah satunya dengan memanfaatkan data satelit penginderaan jauh untuk mengidentifikasi, memonitor perubahan tutupan lahan dan lingkungan yang berkembang seiring dengan perkembangan teknologi citra digital.

Penutup lahan berkaitan dengan jenis kenampakan yang ada di permukaan bumi seperti lahan terbangun, air, vegetasi, lahan terbuka. (*Lillsand/Kiefer,1997*). Data citra digital digunakan untuk pengamatan, identifikasi tutupan lahan dengan memanfaatkan dua atau lebih data citra dengan waktu perekaman citra yang berbeda, sehingga diperoleh suatu tutupan lahan yang berbeda pula, dari data tersebut dapat diketahui perubahan tutupan lahannya seiring dengan perkembangan suatu wilayah. Berdasarkan pada pengamatan penutup lahan diharapkan dapat memonitor perubahan tutupan lahan yang diakibatkan penggunaan lahan atau karena kegiatan yang lain.

Dewasa ini, sebagian besar survey penutup lahan menggunakan citra dari pesawat terbang/citra satelit dan survey lapangan dibatasi hanya dengan uji lapangan dari hasil interpretasi. Resolusi spasial menentukan jumlah detail yang dapat diinterpretasi dengan pasti. Seperti salah satu data citra satelit penginderaan jauh yaitu citra Landsat ETM (*Enhance Thematik Mapper*) yang berasal dari satelit penginderaan jauh

Land satellite (Landsat), mempunyai 7 (tujuh) buah saluran band dan resolusi spasial 30 meter dan saluran 8 atau gelombang pankrometik yang mempunyai resolusi spasial 15 meter. Citra Landsat ETM relatif cukup baik untuk berbagai kajian klasifikasi tutupan lahan, karena hasilnya memungkinkan dalam membedakan kenampakan lahan seperti persawahan, perkebunan, pemukiman, tambak dan sungai.

Data satelit yang berupa raw data atau data mentah harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dilakukan untuk kegiatan pemetaan. Sehingga diperlukan pengolahan awal secara sistematis pada fasilitas pengolahan data untuk mengoreksi terhadap distorsi besaran radiometrik dan geometrik dengan melakukan koreksi geometrik dan radiometrik.

Studi keruangan dengan menggunakan citra satelit tersebut mempunyai beberapa kelebihan yaitu proses *up dating* lebih cepat dan mudah dari suatu wilayah dapat dilakukan secara berkala dan citra Landsat memiliki kanal lebih banyak, berarti lebih padat informasinya. Data seluruh Indonesia dapat diliput setiap 18 atau 26 hari sekali dengan luas 185x185 km, seluruh Indonesia hanya mencakup 150 citra Landsat sedangkan untuk citra yang lain, SPOT misalnya dengan luas 60x60 km liputan, Sehingga mencakup 1050 citra. Dengan demikian studi dengan menggunakan citra satelit khususnya Landsat TM dapat dijadikan alternatif untuk memonitor perubahan tutupan lahan.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian adalah mengidentifikasi perubahan tutupan lahan untuk kegiatan monitoring di Kabupaten Gresik berdasarkan data citra pada waktu atau tahun perekaman yang berbeda yaitu citra Landsat perekaman tahun 1997 dan citra Landsat perekaman tahun 2002.

1.3. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat sebagai bahan informasi pada masyarakat dan pemerintah setempat mengenai perubahan tutupan lahan sesuai tahun citra yang digunakan sebagai masukan pada pengambil keputusan, akademisi, investor untuk membantu dalam pembangunan dan pengelolaan di Kabupaten Gresik, Jawa Timur.

1.4. Batasan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Citra Landsat perekaman tahun 1997 dan Citra Landsat perekaman tahun 2002, dengan metode *maksimum likelihood* untuk mengetahui perubahan luasan tutupan lahan yang meliputi lahan sawah, kebun, ladang, pemukiman, lahan kosong, tambak di Kabupaten Gresik.

1.5. Tinjauan Pustaka

Kelebihan yang dimiliki oleh citra penginderaan jauh antara lain (Sutanto,1992):

1. Citra menggambarkan objek, daerah dan gejala di permukaan bumi dengan wujud objek aslinya.

2. Karakteristik objek yang tidak tampak dapat diwujudkan dalam bentuk citra sehingga dimungkinkan pengenalan objeknya.

3. Ctra dapat dibuat secara cepat meskipun untuk daerah yang sulit dijelajahi.

Lahan merupakan material dasar dari suatu lingkungan (*situs*), yang diartikan berkaitan dengan sejumlah karakteristik alami yaitu iklim, geologi, topografi, hidrologi, dan biologi. (Lo. C,P – Universitas Indonesia,1996)

Tutupan lahan yang menggambarkan “konstruksi vegetasi dan buatan yang menutup permukaan lahan”, konstruksi tersebut seluruhnya tampak secara langsung dari citra penginderaan jauh. (Lo, C,P – Universitas Indonesia,1996)

Perubahan lahan yang terjadi banyak disebabkan oleh kegiatan-kegiatan yang terjadi pada penggunaan lahan sesuai dengan tingkat kebutuhan manusia dan tingkat kegiatan manusia. Tingkat perubahan lahan adalah bertambahnya suatu kelas lahan yang diikuti oleh berkurangnya kelas perubahan lahan pada suatu daerah dengan kurun waktu tertentu dan terjadi secara berkelanjutan. (Tri Raharjo T.N,2005)

Data citra satelit yang berupa *raw* data atau data mentah harus dilakukan pengolahan terlebih dulu sebelum digunakan untuk kegiatan pemetaan. Pemetaan yang diperoleh bisa merupakan hasil interpretasi citra satelit atau berupa foto lokasi daerah yang direkam. (Makalah Forum Ilmiah Tahunan Ikatan Surveyor Indonesia /FIT-ISI,2005)

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Definisi Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan suatu teknik untuk mengumpulkan informasi mengenai objek dan lingkungannya dari jarak jauh tanpa sentuhan fisik. Dalam hal ini menggunakan pesawat terbang atau satelit. Biasanya teknik ini menghasilkan beberapa bentuk citra yang selanjutnya diproses dan diinterpretasi guna memperoleh data yang bermanfaat untuk aplikasi di bidang pertanian, arkeologi, kehutanan, geografi, geologi, perencanaan dan bidang-bidang lainnya. Tujuan utama penginderaan jauh ialah mengumpulkan data sumberdaya alam dan lingkungan.

2.1.1. Teknologi Penginderaan Jauh

Teknik penginderaan jauh (*remote sensing*) secara umum adalah suatu cara mengamati suatu objek di muka bumi tanpa mengadakan kontak langsung secara fisik dengan yang diamati tersebut (*Sutanto, 1992*). Ini berarti bahwa pengamatan objek di muka bumi dilakukan dengan cara mengukur radiasi gelombang elektromagnetik yang dipancarkan maupun dipantulkan oleh gelombang tersebut.

Rahasia alam memeperlihatkan bahwa objek di muka bumi memancarkan gelombang elektromagnetik yang khas pada spektrum radiasi gelombang tampak (*visible*), infrared thermal, infrared maupun gelombang mikro. Pada profil jalur energi radiasi elektromagnetik untuk kegiatan penginderaan jauh pasif (*passive remote sensing*), sumber energi yang dipakai adalah sumber matahari. Radiasi matahari tersebut lalu dipantulkan atau dipancar-ulangkan kembali untuk kemudian direkam oleh sebuah

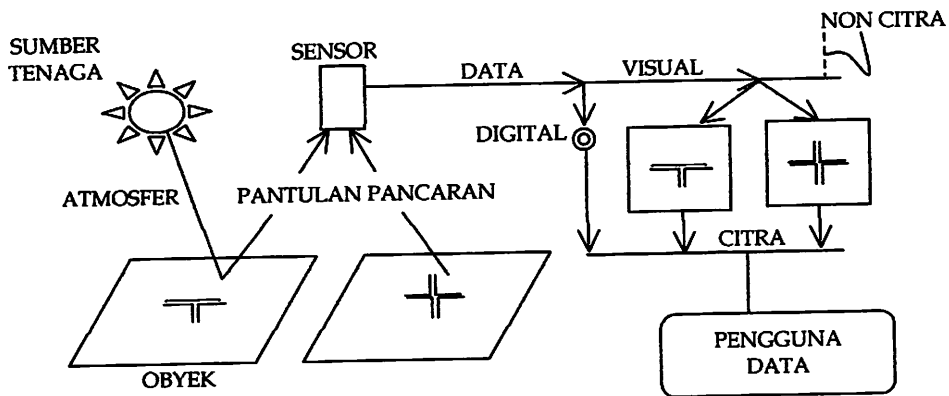
sensor yang dipasang pada sebuah pelataran/*platform*. Sensor dirancang untuk mampu menangkap pantulan radasi gelombang visible, infrared maupun *termal infrared*, sedang *platform* dapat berbentuk pesawat terbang, satelit maupun *space shuttle*, sedang pada teknik penginderaan aktif, sumber energi dibawa sendiri dari dalam platform.

Saat satelit memantau suatu daerah yang dipantau, sensor-sensor di dalam perut satelit merekam radiasi gelombang elektromagnetik dan objek yang diamati. Data direkam dalam bentuk digital dan kemudian dikirimkan ke stasiun-stasiun bumi yang tersebar diseluruh dunia. Data dalam bentuk digital ini kemudian dapat diolah dengan komputer guna menghasilkan citra satelit untuk kemudian diterapkan dalam berbagai perencanaan termasuk kegiatan monitoring perubahan tutupan lahan. Pengolahan data dapat dilakukan dengan komputer *mikro*, *mini*, *mainframe* maupun *supercomputer*, sesuai kebutuhan dan sasaran yang diharapkan. Kelebihan yang dimiliki oleh citra penginderaan jauh antara lain (*Sutanto,1992*):

1. Citra menggambarkan objek, daerah dan gejala di permukaan bumi dengan wujud objek aslinya.
2. Karakteristik objek yang tidak tampak dapat diwujudkan dalam bentuk citra sehingga dimungkinkan pengenalan objeknya.
3. Citra dapat dibuat secara cepat meskipun untuk daerah yang sulit dijelajahi.

2.1.2. Sistem Penginderaan Jauh

Konsep dasar penginderaan jauh terdiri atas beberapa elemen atau komponen yang meliputi sumber tenaga, atmosfer, interaksi tenaga dengan obyek di permukaan bumi, sensor, sistem pengolahan data dan berbagai penggunaan data. (*Sutanto,1986*)



Gambar 2.1 Sistem Penginderaan Jauh

1. Sumber tenaga

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

2. Atmosfer

Semua sistem penginderaan jauh tentu melalui atmosfer dengan jarak atau panjang jalur tertentu. Pengaruh total atmosfer berbeda-beda sesuai dengan jarak yang dilalui, besarnya sinyal tenaga yang diindera, kondisi atmosfer, dan panjang gelombang yang digunakan. Oleh karena itu pengaruh atmosfer sangat bervariasi menurut panjang gelombang, waktu dan tempat. Atmosfer biasanya merumitkan

masalah yang ditimbulkan oleh variasi sumber tenaga, dan atmosfer juga membatasi bagian spektrum elektromagnetik yang dapat digunakan dalam penginderaan jauh.

3. Interaksi antara tenaga dan objek

Interaksi antara tenaga dan objek atau benda sesuai dengan azas kekekalan tenaga, Ada tiga interaksi apabila tenaga mengenai suatu benda, yaitu objek akan dipantulkan, diserap, diteruskan atau ditransmisikan.

4. Sensor penginderaan jauh

Sensor adalah alat perekam objek bumi. Sensor dipasang pada wahana (*platform*) dan letaknya jauh dari objek yang diindera, maka diperlukan tenaga elektromagnetik yang dipancarkan atau dipantulkan oleh objek tersebut. Sensor terbatas kemampuannya untuk mengindera objek kecil. Batas kemampuan memisahkan setiap objek dinamakan resolusi. *Resolusi* suatu sensor merupakan indikator tentang kemampuan sensor atau kualitas sensor dalam merekam objek. Di dalam citra resolusi merupakan parameter limit atau daya pisah objek yang masih dapat dibedakan. Empat resolusi yang biasa digunakan sebagai parameter kemampuan sensor, yaitu *resolusi spasial*, *resolusi spektral*, *resolusi radiometrik* dan *resolusi temporal*

Resolusi spasial adalah ukuran objek terkecil yang masih dapat disajikan, dibedakan, dan dikenali pada citra. *Resolusi spektral* merupakan daya pisah objek berdasarkan besarnya spektrum elektromagnetik yang digunakan untuk perekaman data. *Resolusi radiometrik* adalah kemampuan sistem sensor untuk mendeteksi perbedaan pantulan terkecil, atau kepekaan sensor terhadap perbedaan terkecil kekuatan sinyal. Sedangkan *resolusi termal* adalah perbedaan suhu (*temperatur*) yang masih dapat dibedakan oleh sensor penginderaan jauh sistem termal.

Sistem penginderaan jauh yang paling baik dapat diketahui dengan memperhatikan sistem penginderaan jauh yang ideal yaitu sebagai berikut:

1. Tenaga elektromagnetik pada semua panjang gelombang dan pada radiasi (*intensitas*) seragam dihasilkan oleh sumber yang ideal.
2. Tenaga memancar dari sumbernya, tanpa kehilangan atau modifikasi atmosferik, mencapai objek yang seragam.
3. Tenaga pada berbagai panjang gelombang secara selektif berinteraksi dengan objek, menghasilkan sinyal balik yang unik dari sinar yang dipantulkan dan dipancarkan.
4. Sinyal yang dikembalikan bergerak tanpa modifikasi atmosferik dan mencapai sensor yang peka terhadap tenaga pada semua panjang gelombang dan setiap tingkat radiasi.
5. Dalam waktu yang sama, tingkat radiasi dan tanggapan sesuai dengan panjang gelombangnya direkam, diproses ke dalam suatu format yang dapat dikenali sebagai sifat unik bagi tipe objek tertentu yang teramati dalam keadaan fisik, kimiawi, dan biologik khusus. Data sensor itu diproses secara teliti menjadi informasi sumber daya.

Informasi yang diperoleh tentang kenampakan bumi tersedia secara langsung dalam bentuk yang bermanfaat bagi pengguna.

2.1.3. Citra Penginderaan Jauh

Data penginderaan jauh dapat berupa citra dan atau non citra. Citra penginderaan jauh adalah gambaran suatu obyek dari pantulan atau pancaran radiasi elektromagnetik objek, yang direkam dengan cara optik, elektro-optik, atau

elektronik, citra penginderaan jauh merupakan gambaran yang mirip dengan wujud aslinya atau paling tidak berupa gambaran planimetriknya, sehingga citra merupakan keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik, analog, dan digital. Data non citra dapat berupa grafik, diagram dan numerik.

1. Citra bersifat optik

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

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).

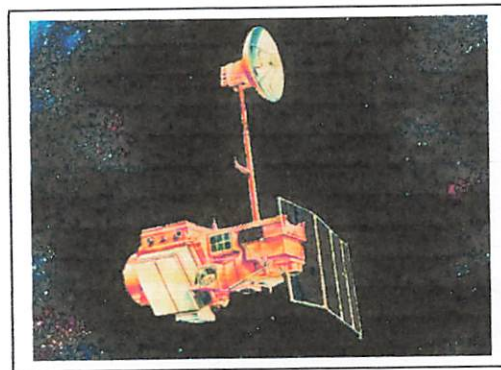
3. Citra bersifat digital

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.

2.2. 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.



Gambar 2.2. Konfigurasi satelit Landsat

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 mengoptimalkan 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 antiminide (*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*).

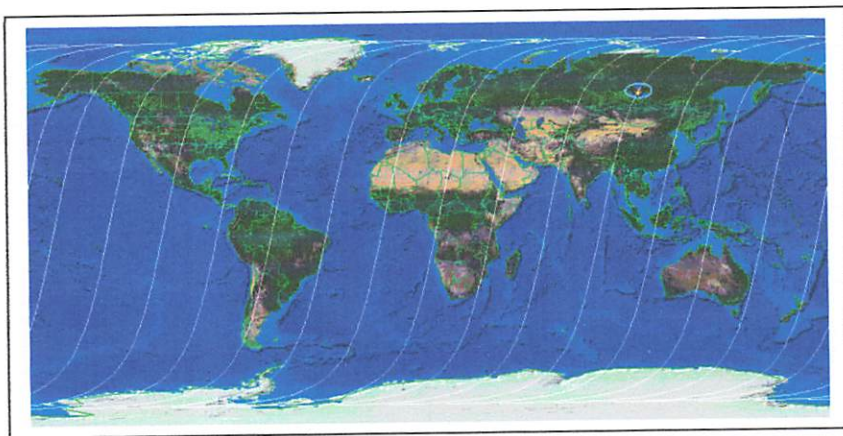
Resolusi spasial citra Landsat TM non-termal adalah 30 meter. Namun dalam posisi geometric yang menggunakan proyeksi SOM (*Space Oblique Mercator*) ukuran pikselnya $28,5 \times 28,5$ meter. Hasil proses data TM di stasiun bumi menggunakan proyeksi UTM (*Universal Transverse Mercator*) atau proyeksi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

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



Gambar 2.3 Polar Khas Orbit Landsat Harian

2.2.1. Karakteristik Spasial Citra Landsat-7 ETM

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 (*Instantenous Field of View /IFOV*).

Tabel 2.1 Tabel Resolusi Spasial atau *IFOV* pada Masing-masing Saluran.

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

Sumber: www.brsi.msu.edu

2.2.2. Karakteristik Spektral Citra Landsat-7 ETM

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 Landsat-7 ETM

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 serepan 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
7	2,090 μm – 2,350 μm	Inframerah tengah	Suatu saluran inframerah thermal yang dikenal bermanfaat untuk klasifikasi vegetasi, analisa gangguan vegetasi, pemisahan kelembapan tanah dan sejumlah gejala lain yang berhubungan dengan panas

Sumber : Lo, 1986 (dalam Sutanto 1987)

2.2.3. Karakteristik Temporal Citra Landsat-7 ETM

Landsat 7 merupakan satelit dengan orbit yang selaras matahari (*sun synchronous*), dan melintas di ekuator pada waktu lokal pukul 10:00 pagi. Landsat ETM 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. Pengolahan Citra Digital

Pada dasarnya semua citra digital yang diperoleh melalui perekaman sensor tak lepas dari kesalahan, yang disebabkan oleh mekanisme perekaman dan gerakan sensor. Faktor objek dan geometri bumi serta kondisi atmosfer saat perekaman, sehingga perlu dilakukan perbaikan atau pemulihan citra. Pengolahan digital dapat dikelompokkan dalam tiga kelompok yaitu *Pra pengolahan data* mencakup rektifikasi dan restorasi citra, *pembuatan citra komposit*, *penajaman citra*, serta *kalsifikasi citra*. (Purwadhi,2001)

2.4.1. Pemulihan Citra

Citra yang diperoleh dari hasil perekaman sensor tidak lepas dari kesalahan yang diakibatkan oleh mekanisme perekaman sensornya gerakan dan wujud geometri bumi serta kondisi atmosfer di saat perekaman. Kesalahan yang terjadi pada proses

pembentukan citra perlu dikoreksi supaya aspek radiometrik dan geometrik yang dikandung oleh citra tersebut benar-benar dapat mendukung pemanfaatan untuk suatu aplikasi tertentu. Pemulihan citra dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu: (1) koreksi geometrik dan (2) koreksi radiometrik

1. Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik dilakukan untuk memperbaiki nilai piksel supaya sesuai dengan seharusnya. Biasanya mempertimbangkan faktor-faktor gangguan atmosfer sebagai sumber kesalahan utama. Pada koreksi ini diasumsikan bahwa nilai piksel terendah pada suatu kerangka liputan seharusnya nol. Apabila nilai terendah piksel pada kerangka liputan tersebut bukan nol, maka nilai penambahan tersebut dipandang sebagai hasil dari hamburan atmosfer.

2. Koreksi geometrik

Berdasarkan sumberdaya distorsi atau kesalahan geometrik dapat dikelompokkan menjadi 2 tipe, yaitu:

1. Kesalahan internal yang disebabkan oleh konfigurasi sensornya, yaitu:
 - a. Pembelokan arah penyorotan menyebabkan distorsi panoramik
 - b. Abrasi sub-sistem optik karena kemiringan cermin penyiam (*scan mirror*) sehingga cakupan tidak tegak lurus.
 - c. Sistem penyiam (*scanning sistem*) yang tidak lancar karena kecepatan cermin penyiam (*scan*) berubah yang mengakibatkan pergeseran lokasi setiap piksel.

2. Kesalahan geometrik karena kesalahan eksternal disebabkan oleh:

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

Citra Landsat mengandung berbagai distorsi geometrik yang harus dikoreksi.

Koreksi geometrik ini memiliki tujuan yaitu:

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

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

Distorsi acak dikoreksi dengan menggunakan analisis titik ikat medan atau *Ground Control Point* (GCP). Metode ini memerlukan ketersediaan peta teliti yang sesuai dengan daerah liputan citra dan titik-titik ikat medan yang dapat dikenali pada citra. Titik ikat medan merupakan kenampakan yang lokasinya diketahui dan secara tepat dapat diketahui posisinya pada citra satelit. Kenampakan yang baik sebagai titik ikat antara lain perpotongan jalan raya, tubuh air kecil, perpotongan sungai dan lain-lain. Pada proses koreksi diletakkan sejumlah besar titik ikat medan ditempatkan sesuai koordinat citra (u, v) dan koordinat peta (Sistem grid UTM).

Koreksi geometrik adalah koreksi yang berkaitan dengan mengubah koordinat citra menjadi koordinat yang lebih mendekati lapangan dengan menentukan GCP yaitu titik kontrol tanah yang digunakan sebagai titik ikat untuk menyamakan koordinat citra dengan koordinat peta dalam satu sistem proyeksi peta yang sama distribusi penyebaran titik yang merata.

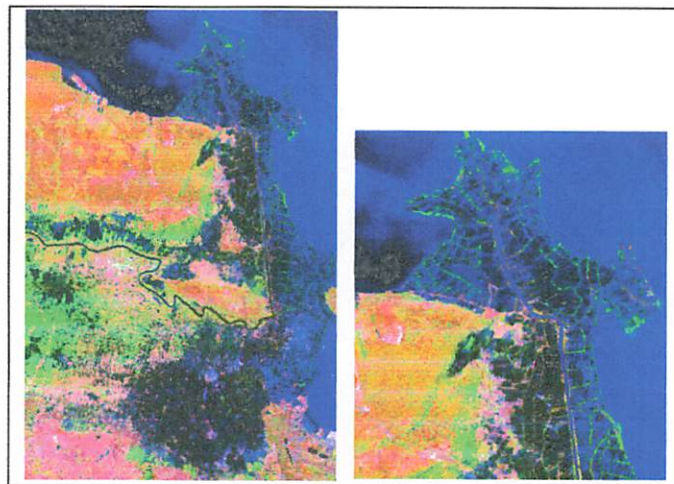
Ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan GCP (*Ground Control Point*) yaitu:

1. Titik tersebut harus jelas kenampakannya antara citra dengan peta.
2. Titik harus terletak pada lokasi yang stabil, tidak berubah (persimpangan jalan, pojok bangunan dan sebagainya)

3. Diusahakan jangan pada sungai atau garis pantai yang mempunyai perubahan tinggi.
4. Diusahakan distribusi titik harus merata dan mewakili cakupan citra.

2.4.2. Citra Composit

Dalam penginderaan jauh dikenal 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 objek, pemilihan sample dan aspek estetika citra 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*), saluran 4 (*green*), dan saluran 2 (*blue*).



Gambar 2.4. Citra Landsat-7 ETM *Composit* 542

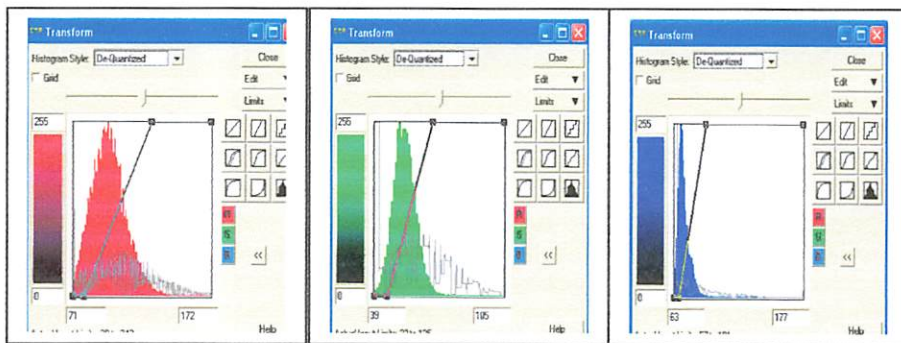
2.4.3. Penajaman Citra

Penajaman citra merupakan algoritma yang diterapkan pada data penginderaan jauh untuk menghasilkan kenampakan citra yang memudahkan bagi penerapan analisa visual atau proses selanjutnya. Penajaman citra bertujuan untuk meningkatkan mutu citra, baik untuk memperoleh keindahan gambar maupun untuk analisa citra.

Beberapa algoritma penajaman kontras yang digunakan, yaitu:

1. Perentangan kontras (*Contrast stretching*)

Kontras citra dapat dimanipulasi dengan merentangkan nilai kecerahan pikselnya. Perentangan yang efektif dapat dilakukan dengan memperhatikan bentuk histogramnya. Citra asli yang biasanya mempunyai rentang nilai lebih sempit dari 0 – 255 perlu direntangkan sehingga kualitas citranya lebih baik. Hasil perentangan adalah citra baru, yang bila digambarkan histogramnya berupa kurva yang lebih lebar.



Gambar 2.5. Histogram Citra Landsat dari *Composit 542 Contrast Enhancement*

2. Ekualisasi histogram (*Histogram equalization*)

Secara garis besar algoritma ekualisasi histogram dapat dibagi menjadi tiga tahap yaitu:

- ❖ Perhitungan untuk menurunkan histogram yang dipertajam
- ❖ Menentukan jumlah kelas kecerahan yang baru
- ❖ Menghitung dan menandai piksel demi piksel untuk kemudian mengelompokkan ke tiap kelas kecerahan yang tersedia.

Setelah melakukan langkah tahapan ekualisasi, maka dengan sendirinya citra dengan nilai kecerahan baru segera dihasilkan.

2.5. Analisa Dan Klasifikasi Citra Digital

Analisa dan klasifikasi citra digital bertujuan untuk menyajikan informasi yang ada pada citra dalam bentuk digital. Informasi hasil klasifikasi citra dari pengolahan data citra yang ada, selanjutnya dilakukan analisis sesuai dengan kebutuhan pengguna dalam penyajian informasi yang ingin dicapai.

2.5.1. Analisa Citra

Analisa data pada penginderaan jauh dibedakan atas cara interpretasi secara visual dan numerik. Dimana interpretasi secara numerik dilakukan dengan menggunakan komputer. Hasil interpretasi atau informasi yang berasal dari kedua cara tersebut dapat disajikan dalam bentuk table, peta, dan diskripsi. (*Sutanto, 1986*)

Dengan digunakannya sistem satelit dalam teknik penginderaan jauh maka dapat dikumpulkan permukaan bumi dalam jumlah yang besar, karena perekaman data dapat mencakup daerah bumi yang relatif cukup luas. Perkembangan sistem penginderaan jauh dalam penggunaan berbagai sensor berikut cara perekaman datanya, telah diikuti pula dengan perkembangan teknik visual dan teknik digital dalam analisis dan pengelolaan datanya.

Cara konvensional yang dipakai adalah teknik visual, umumnya data yang akan dianalisis dan diolah berbentuk citra (citra optik atau citra analog) dan non citra. Citra berupa gambaran yang mirip ujud aslinya atau paling tidak berupa gambaran planimetrik, data non citra pada umumnya berupa garis atau grafik.

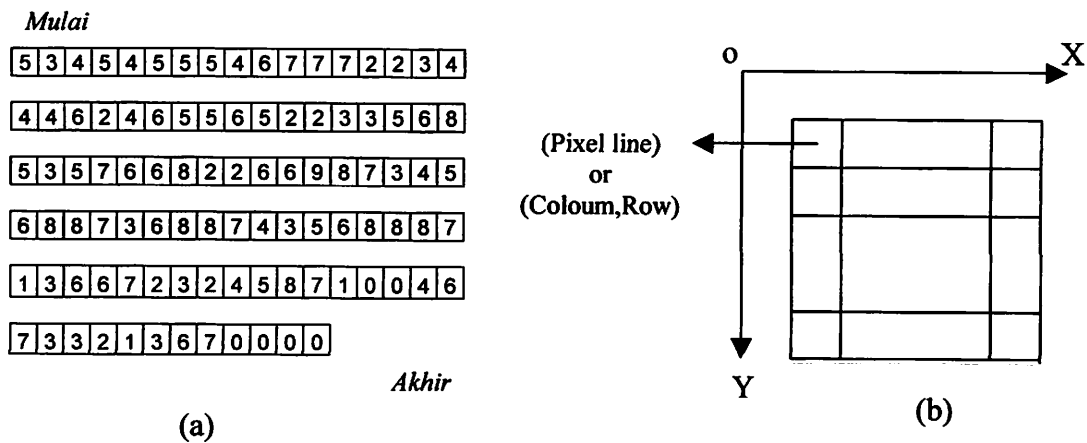
Pengolahan data secara visual memerlukan waktu yang relatif cukup lama, dan informasi yang dapat digali dari data yang tersedia sangat dibatasi oleh kemampuan data dan daya ingat manusia dalam menginterpretasi data. Maka dari itu lebih baik digunakan analisis dengan bantuan komputer yang memungkinkan pola spektral didalam data penginderaan jauh dikaji secara lengkap. Cara ini memungkinkan proses analisis data lebih banyak, waktu proses lebih cepat dan memungkinkan proses analisis data lebih banyak dan memungkinkan pemanfaatan seluas-luasnya, serta lebih menghemat biaya bila dibandingkan dengan teknik interpretasi visual.

Menurut perolehan data penginderaan jauh dapat dikelompokkan menjadi 2 cara yaitu pasif dan aktif. Penginderaan jauh pasif ialah penginderaan jauh dimana sensor hanya menerima pantulan gelombang dari objek-objek di permukaan bumi. Sedangkan penginderaan jauh aktif ialah sensor mengeluarkan pancaran gelombang dan menerima pantulan tenaganya.

2.5.2. Citra Digital

Citra merupakan keluaran suatu sistem perekaman data yang dapat bersifat optik berupa foto, maupun bersifat analog berupa visual-visual video, atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu pita magnetik.

Data yang diterima merupakan data mentah (*raw data*), langsung direkam pada media rekaman pita magnetik yaitu HDDT (*High Density Digital Tape*) merupakan media menyimpan data dalam arsip stasiun bumi LAPAN dalam format komunikasi HDDT tersebut dibaca ulang (*playback*), pada fasilitas pengolahan data penginderaan jauh, dan data digital ditransformasikan dari format komunikasi menjadi format citra, yang disebut *framing*. Data citra digital hasil *framing* tersebut direkam dalam bentuk elektronik pada media rekaman CCT (*Computer Compatible Tape*) atau media rekaman yang lain (*CDROM atau Flasdisk*) untuk diolah lebih lanjut secara digital sesuai aplikasi yang diperlukan. Data dasar (*bulk data*) direkam pada CCT untuk pengguna yang mempunyai fasilitas pra pengolahan data koreksi radiometrik (*penyeragaman response detector, distorsi sistem optik sensor dan koreksi putaran rotasi bumi di bawah orbit satelit*)



Gambar 2.6. (a) Citra digital dalam bentuk angka matematik dan (b) Sistem koordinat digital

Setiap unsur citra disebut *pixel* (piksel), dan memiliki koordinat (X,Y) pada ruang diskrit yang menyajikan suatu sampling kontinue dari permukaan bumi. Nilai piksel citra menyajikan suatu sampling radiasi permukaan bumi. Nilai piksel biasa disebut intensitas citra (*image intensity*) atau derajat keabuan (*grey level*). Masing-masing derajat keabuan dihubungkan kesuatu *spektrum band*. Ada 2 konsep penting pada citra digital, yang digunakan untuk proses kuantisasi dari ruang fisik kontinue ke ruang citra diskrit, yaitu ruang citra (*image space*) dan ruang ciri (*feature space*). Ruang citra berkaitan dengan koordinat spasial citra dinotasikan I dengan unsur $m \times n$, dimana m adalah jumlah baris dan n adalah jumlah kolom.

Untuk menyatakan titik-titik koordinat pada dominan spasial atau bidang, dan untuk menyatakan nilai keabuan atau warna suatu citra, maka secara teoritis citra dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas citra, yaitu *Citra Kontinu-kontinu*, *Kontinu Distrik*, *Distrik-kontinu* dan *Distrik-distrik*. **Kontinu** dinyatakan dengan presisi angka tak terhingga, sedangkan **Distrik** dinyatakan dengan presisi angka terhingga (0-1).

Komputer digital bekerja dengan angka-angka presisi tak terhingga, dengan demikian hanya citra dari kelas distrik-distrik yang dapat diolah dengan komputer. Citra dari kelas tersebut disebut sebagai citra digital. Citra digital merupakan suatu *array* dua dimensi atau suatu matriks yang elemen-elemennya menyatakan tingkat keabuan dari elemen gambar, jadi informasi yang terkandung bersifat distrik. Citra digital tidak selalu merupakan hasil langsung data rekaman suatu sistem. Dengan demikian untuk mendapatkan suatu citra digital diperlukan suatu proses konversi, sehingga citra tersebut selanjutnya dapat diproses dengan komputer.

2.5.3. Klasifikasi Digital

Klasifikasi citra bertujuan untuk mengelompokan atau membuat segmentasi mengenai kenampakan-kenampakan yang homogen dengan teknik kuantitatif. Prosedur operasi dilakukan dengan pengamatan dan evaluasi setiap piksel yang terkandung didalam citra, dan dikelompokan pada setiap kelompok informasi.

Prosedur klasifikasi citra secara digital bertujuan untuk melakukan kategorisasi secara otomatis dari semua piksel citra kedalam kelas penutup lahan atau suatu tema tertentu. Secara umum data multispektral boleh dikatakan menggunakan bentuk klasifikasi pola spektral data untuk kategorisasi setiap piksel berbasis numerik. Perbedaan tipe kenampakan menunjukkan perbedaan kombinasi dasar nilai digital piksel pada sifat pantulan dan pancaran spektral yang dimilikinya, dan harus diingat bahwa pola spektral tidak semua sesuai dengan karakter geometri. Bentuk “pola” cukup berhubungan dengan ukuran radian yang diperoleh dari setiap piksel berdasarkan jenis saluran atau panjang gelombang yang merekamnya.

Klasifikasi secara digital dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu:

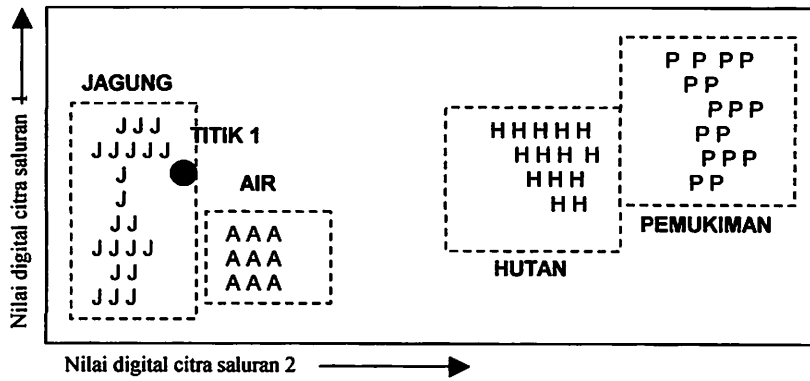
1. Klasifikasi nilai piksel didasarkan pada contoh daerah yang diketahui jenis objek dan nilai spektralnya, disebut klasifikasi terbimbing atau terselia (*supervised classification*).

Klasifikasi terbimbing digunakan data penginderaan jauh multispektral yang berbasis numerik, maka pengenalan polanya merupakan proses otomatis dengan bantuan komputer. Konsep penyajian data dalam bentuk numeris atau grafis atau diagram melukiskan satu garis penyiaman (*scanning*) data penginderaan jauh pada suatu medan yang terdiri atas beberapa penutup lahan. Setiap obyek sepanjang garis penyiaman diilustrasikan dalam suatu bujur sangkar yang memuat histogram pantulan

atau pancaran objek permukaan bumi dalam bentuk digital setiap saluran (digambarkan dalam satu saluran yang mewakili saluran biru, hijau, merah, inframerah dekat, dan inframerah termal). Jenis penutup lahan yang berbeda pada garis siaman yaitu air, vegetasi, lahan terbuka, lahan terbangun. Jenis penutup lahan tersebut menunjukkan berbeda pola spektral yang sangat khas, yaitu perbedaan nilai digital yang dapat diukur pada setiap saluran. Dan ini merupakan dasar bagi interpretasi citra secara otomatis dengan prosedur pola pengenalan spektral.

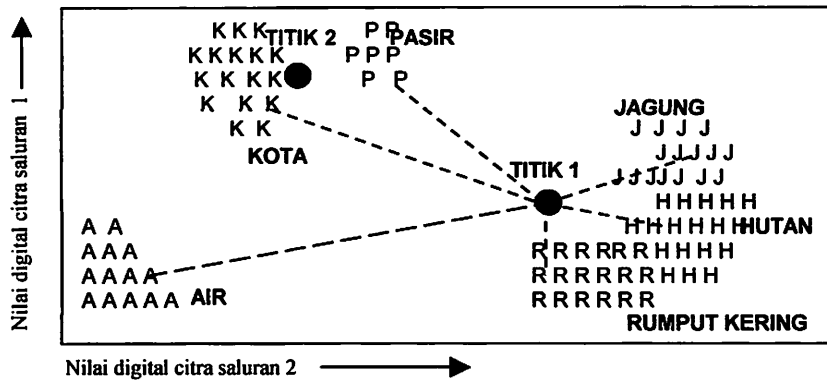
Setiap pengkelasan (klasifikasi) citra digital secara terselia (*supervised*) dapat dilakukan;

1. wilayah objek dengan mengambil kategori daerah-daerah yang homogen atau wilayah yang ketetapan (*decision region*) dalam bentuk analog bidang segi empat yang biasa disebut "*parallelipipeds*". Seperti pada gambar 2.6, wilayah ketetapan kategori "Air" lebih besar dari pada Jagung, Oleh karena itu titik 1 akan lebih cocok masuk pada kelas "Jagung". Meskipun demikian akan dijumpai kesulitan apabila kisaran katergori piksel yang bertampalan. Bagi piksel pengamatan piksel tak dikenal akan diklasifikasikan pada kelas yang belum jelas atau secara bebas akan dapat ditempatkan pada salah satu kelas dari kategori piksel yang bertampalan



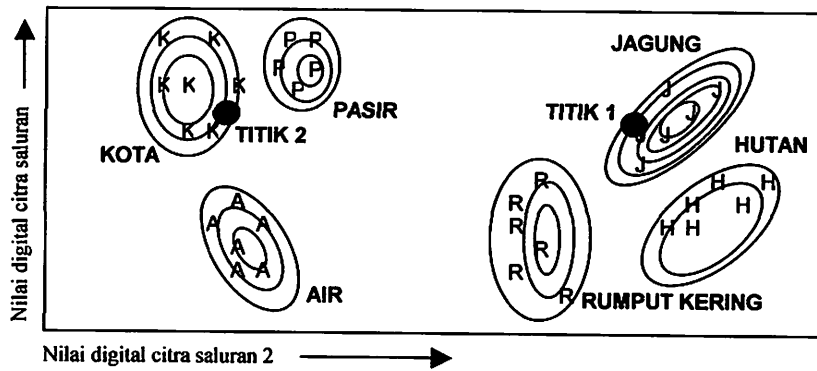
Gambar 2.7. Metode Klasifikasi *Parallelepiped*

2. Pengkelasan berdasarkan jarak minimum rata-rata kelas merupakan klasifikasi terbimbing yang paling sederhana, yaitu dengan cara menentukan nilai rata-rata kelas yang disebut vektor rata-rata (mean vector). Nilai piksel dua saluran digunakan sebagai koordinat posisi seperti yang ditunjukkan pada diagram pencar dari citra saluran 1 dan citra saluran 2 seperti pada gambar 2.7. Piksel tak dikenal diberi tanda titik 1 dan titik 2, titik 1 mempunyai jarak terhadap rata-rata nilai piksel penutupan lahan (digambarkan dengan garis putus-putus). Jarak terpendek titik satu ternyata terhadap nilai rata-rata piksel "Rumput kering". Maka titik 1 dapat dikelompokkan kedalam kelas "Rumput kering". Namun apabila jarak terpendek tersebut melebihi dari jarak yang ditetapkan sebelumnya maka akan dikelompokkan kedalam kelas piksel "tak dikenal". Metode jarak minimum rata-rata kelas memiliki keterbatasan karena metode ini kurang peka terhadap perbedaan varisan tanggapan spektral. Sebagai contoh titik 2 pada gambar 2.7. menurut metode jarak minimum rata-rata kelas masuk kedalam kelas "Pasir" padahal menurut kenyataan variabelitas nilai piksel lebih besar masuk kedalam kelas "Kota".



Gambar 2.8. Metode Klasifikasi Jarak Minimum Terhadap Rerata

3. Pengkelasan kemiripan maksimum (*maksimum likelihood*), yaitu mengevaluasi baik secara kuantitatif varian maupun korelasi-korelasi pola tanggapan spektral kategori ketika mengklasifikasikan piksel tak dikenal, dengan suatu asumsi bahwa distribusi titik (*pixel*) yang berbentuk data latihan (*sample*) mempunyai kategori yang bersifat distribusi normal (*Gaussian*). Pola dasar klasifikasi kemiripan maksimum terutama pada pembuatan garis batas “garis tinggi probabilitas nilai densitas piksel sama” yang digambarkan dalam bentuk elipsoid pada diagram pencarnya yang menunjukkan daerah atau wilayah ketetapan kepekaan spektral piksel seperti terlihat pada gambar 2.8. pada gambar tersebut piksel titik 1 secara tepat dapat ditetapkan pada kategori “Jagung” karena masuk dalam garis kontur yang menunjukkan probabilitas kesamaan kepekaan untuk nilai penutupan lahan “Jagung”.



Gambar 2.9. Metode Klasifikasi Kemiripan Maksimum

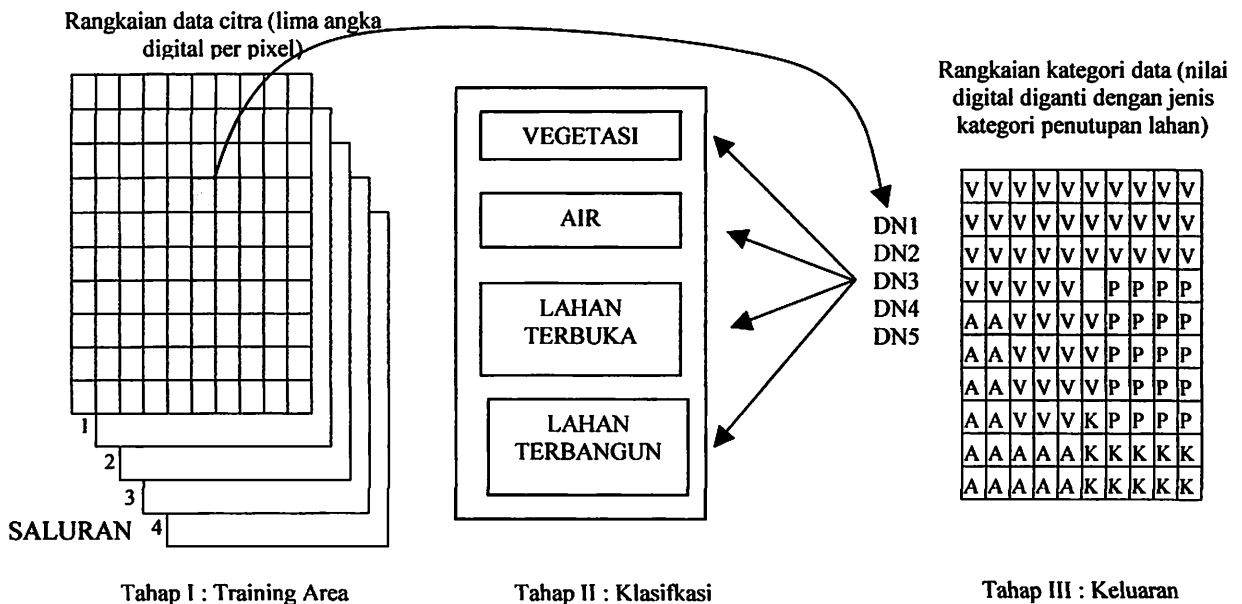
Ada beberapa strategi klasifikasi yang menggunakan daerah rangkaian latihan (*training set*) pola tanggapan spektral kelompok sebagai kunci interpretasi, dimana piksel yang tidak teridentifikasi jenis tutupannya diklasifikasikan ke dalam kelas yang sesuai dengan nilai piksel pada diagram pancar dengan huruf yang menunjukkan kelompoknya.

Klasifikasi terselia yang didasarkan pada pengenalan pola spektral (*spectral pattern recognition*) terdiri atas tiga tahap, sebagai berikut;

1. Tahap training sample : analisis menyusun kunci interpretasi dan mengembangkan secara numerik spektral untuk setiap kenampakan dengan memeriksa batas daerah (*training areas*).
4. Tahap klasifikasi : Setiap piksel pada serangkaian data citra dibandingkan setiap kategori pada kunci interpretasi numerik, yaitu menentukan nilai piksel yang tak dikenal dan paling mirip dengan kategori yang sama. Perbandingan setiap piksel citra dengan kategori pada kunci interpretasi dikerjakan secara

numerik dengan menggunakan berbagai strategi klasifikasi diantaranya, Jarak minimum rata-rata kelas, paralelepiped, kemiripan maksimum.

5. Tahap keluaran : Hasil matrik dideliniasi sehingga terbentuk peta penutup lahan dan dibuat table matrik luas berbagai jenis tutupan lahan pada citra.



Gambar 2.10. Tahap Klasifikasi Terbimbing

2. Klasifikasi tanpa daerah contoh yang diketahui jenis objek dan nilai spektralnya, disebut klasifikasi tak-terbimbing atau tak-terseleksi (*unsupervised classification*).

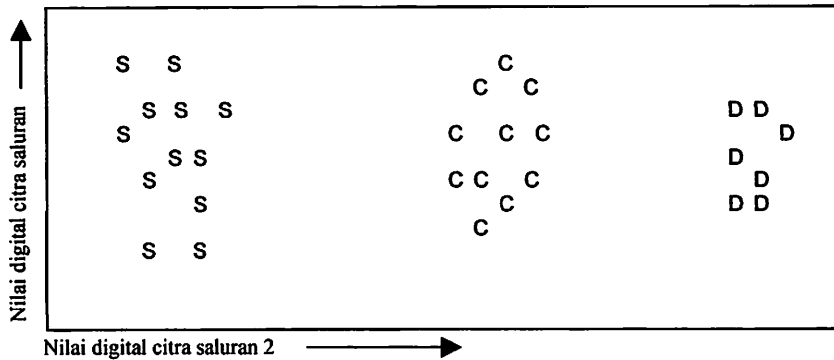
Klasifikasi tak terseleksi menggunakan algoritma untuk mengkaji atau menganalisis sejumlah besar piksel yang tidak dikenal dan membaginya dalam sejumlah kelas berdasarkan pengelompokan nilai digital citra. Kelas yang dihasilkan dari klasifikasi tak terseleksi adalah kelas spektral. Oleh karena itu pengelompokan kelas didasarkan

pada nilai natural spektral citra, dan identitas nilai spektral tidak dapat diketahui secara dini. Hal ini sebabkan analisisnya belum menggunakan data rujukan seperti rujukan citra skala besar untuk menentukan identitas dan nilai informasi setiap kelas spektral. Data citra yang lebih dari satu saluran sulit untuk menggambarkan nilai citra untuk identifikasi secara visual dan untuk mengelompokkan spektral secara natural. Oleh karena itu, tersedia teknik statistik yang dapat digunakan untuk mengelompokkan secara otomatis rangkaian n dimensional hasil pengamatan ke kelas spectral natural. Klasifikasi tak terselia dilakukan dalam rangka n dimensional dengan cara mengelompokkan objek menurut sifat spektral naturalnya sama, dapat dikelompokkan ke dalam kategori tertentu, prosedur ini disebut analisis kelompok (*cluster analysis*).

Analisis cluster merupakan studi yang mempelajari algoritma yang mencari bentuk struktur data yang sesuai. *Algoritma clustering* merupakan penyusunan matriks pola (*pattern matrix*) atau menyusun matrik desimilasi atau matrik keserupaan (*dissimilarity matrix*) dalam proses penentuan cluster.

Pendekatan tak terbimbing dengan memperhatikan serangkaian data dua saluran. Pengelompokan data secara ada adanya dapat dikenali secara visual dengan menggambarkannya pada suatu diagram pencar. Sebagai contoh pada gambar 2.9. digambarkan nilai piksel yang diperoleh dari suatu daerah hutan. Pada diagram pencar tampak adanya tiga pengelompokan. Setelah membandingkan data citra hasil klasifikasi dengan data rujukan lapangan, dapat diketahui bahwa satu kelompok sesuai

dengan hutan gugur daun musiman, satu dengan hutan berdaun jarum, dan lain pepohonan campuran keduanya (ditandai dengan huruf D, C, dan S).



Gambar 2.11. Kelas Spektral pada Citra Dua Saluran

2.6. Pengertian Perubahan Tutupan Lahan

Pengertian lahan adalah suatu wilayah dipermukaan bumi yang mempunyai sifat-sifat agak tetap atau pengulangan sifat-sifat biosfer secara vertikal diatas maupun wilayah tersebut termasuk atmosfer tanah, geologi, geomorfologi, hidrologi, vegetasi, dan lainnya yang merupakan hasil aktivitas manusia dimasa lampau maupun sekarang dan perluasan sifat-sifat tersebut mempunyai pengaruh terhadap penggunaan lahan oleh manusia disaat sekarang maupun dimasa yang akan datang. (Anonim,1996). Lahan juga diartikan, merupakan material dasar dari suatu lingkungan (situs), yang diartikan berkaitan dengan sejumlah karakteristik alami yaitu iklim, geologi, topografi, hidrologi, dan biologi. (Lo, C,P – Universitas Indonesia,1996)

Sedangkan penutup lahan adalah semua kenampakan alamiah buatan mahluk hidup yang menutup suatu permukaan lahan, dan penutup lahan ini dapat digunakan untuk mendapatkan penggunaan lahan. (Sutanto, 1979)

Perubahan tutupan lahan yang terjadi disebabkan oleh kegiatan-kegiatan yang terjadi pada penggunaan lahan sesuai dengan tingkat kebutuhan manusia dan tingkat kegiatan manusia. Tingkat perubahan tutupan lahan adalah bertambahnya kelas tutupan lahan yang diikuti oleh berkurangnya kelas tutupan lahan lainnya pada suatu daerah dengan kurun waktu tertentu dan terjadi secara berkelanjutan.

Pengetahuan tentang pengertian penutup lahan dan perubahan lahan sangat penting karena diperlukan untuk berbagai kegiatan perencanaan dan pengolahan yang berhubungan dengan permukaan bumi.

Jenis tutupan lahan dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Vegetasi: kelas tutupan lahan vegetasi dikelompokkan menjadi tiga kelompok tutupan lahan, setelah dilakukan verifikasi lapangan, interpretasi (*asosiasi*).

Ketiga tutupan lahan tersebut adalah:

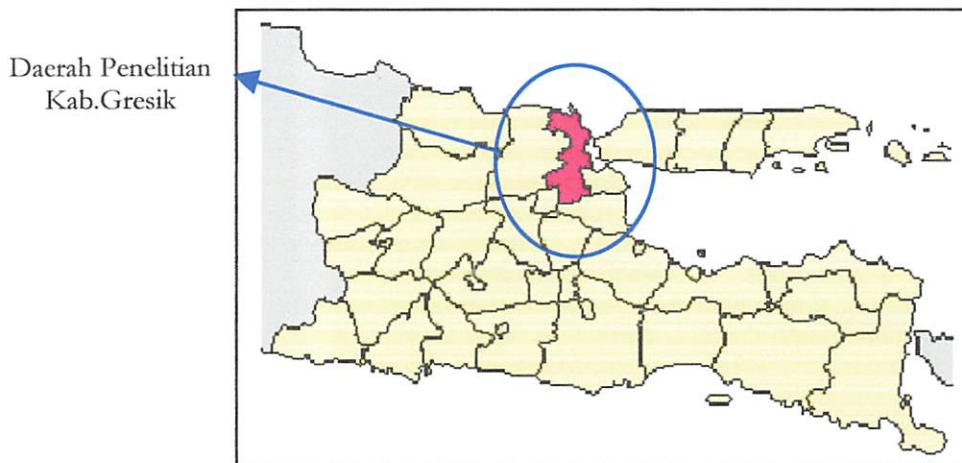
- Sawah
 - Kebun
 - Ladang
2. Lahan Kosong
 3. Pemukiman
 4. Tambak
 5. Tubuh Air

BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN

III.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yaitu di Kabupaten Gresik, merupakan salah satu daerah yang terletak di Jawa Timur. Kabupaten Gresik memiliki luas sebesar 1.137,05 km² dengan jumlah penduduk sekitar 1 juta jiwa. Secara geografis terletak antara 112° 21' s/d 112° 39' Bujur Timur dan 06° 49' s/d 07° 24' Lintang Selatan, dengan batas administrasi yaitu:

- ❑ Sebelah Utara : Laut Jawa
- ❑ Sebelah Selatan : Kotamadya Surabaya
- ❑ Sebelah Timur : Selat Madura
- ❑ Sebelah Barat : Kabupaten Lamongan



Gambar 3.1. Deskripsi Wilayah Penelitian

III.2. Data dan Alat Penelitian

Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi:

A. Data Spasial

- Peta RBI Kab. Gresik Skala 1 : 25.000
- Citra Landsat 7 ETM tahun perekaman 1997
- Ctra Landsat 7 ETM tahun perekaman 2002

B. Peralatan Yang Digunakan Untuk Pemrosesan Data

1. Perangkat Lunak

- AutoCAD Map 2000i

Perangkat lunak AutoCAD Map 2000i adalah perangkat yang digunakan dalam penggambaran grafis atau untuk mengubah data analog menjadi data digital dengan cara digitasi.

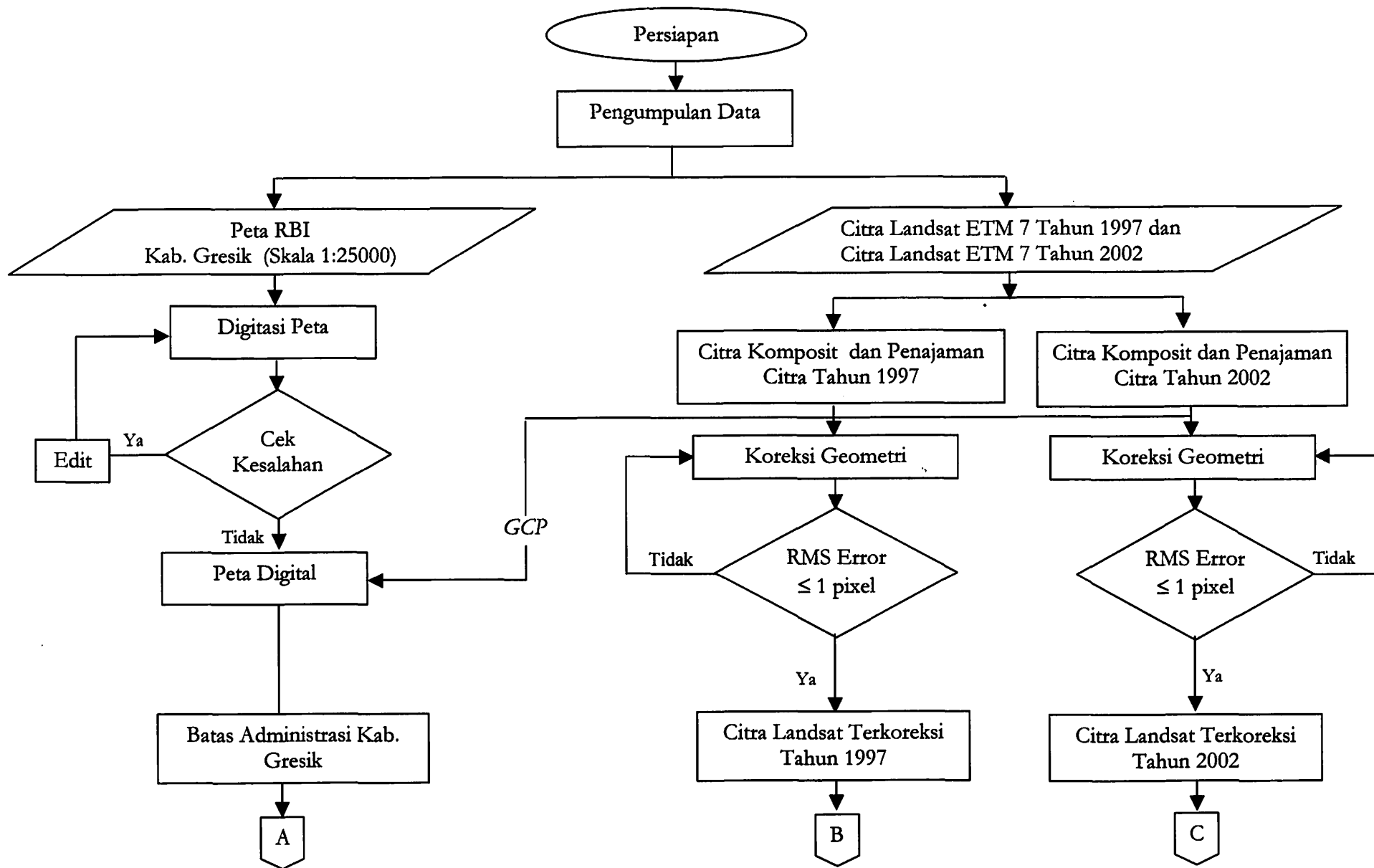
- ER Mapper 6.4

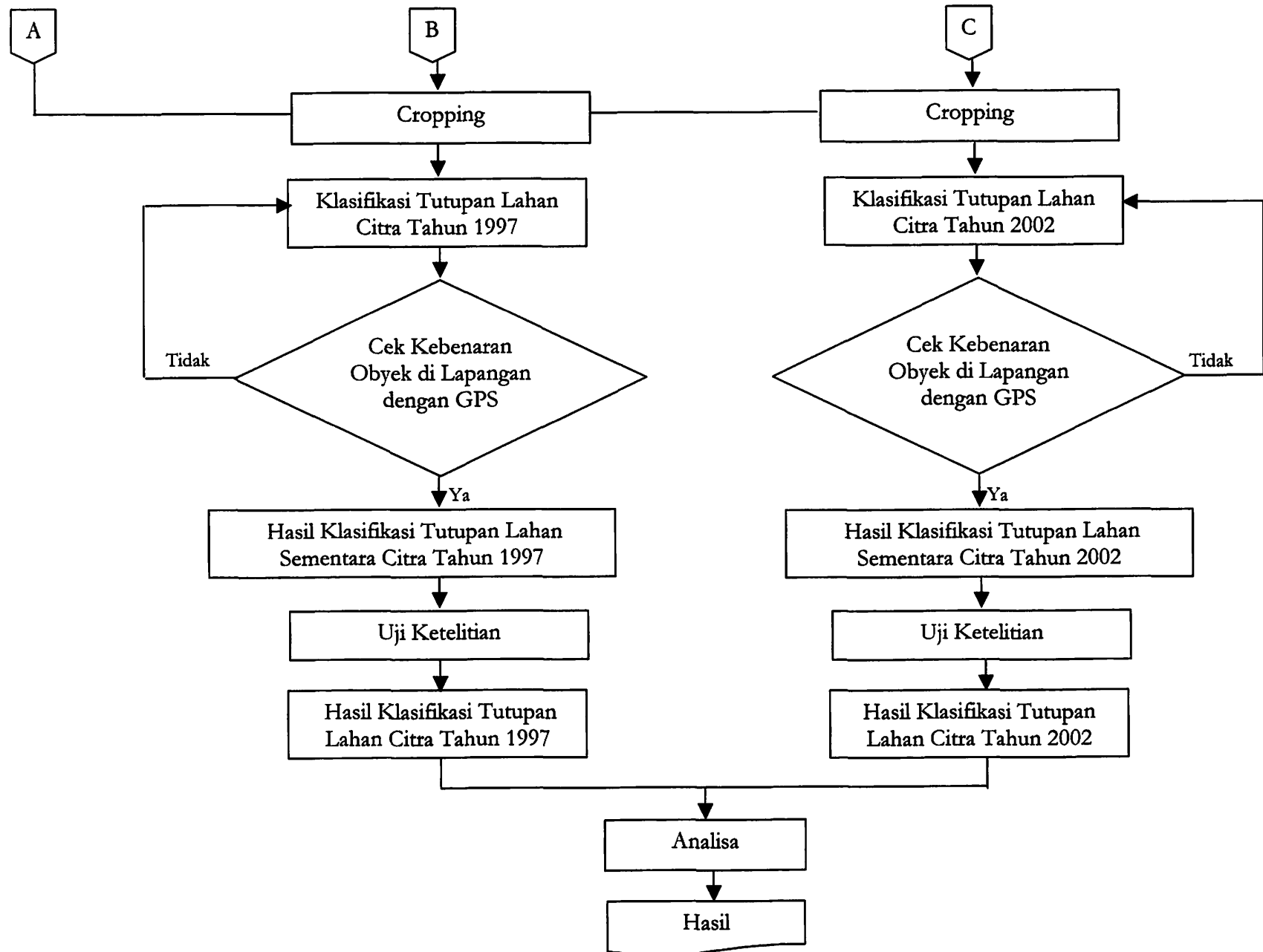
Perangkat lunak yang digunakan untuk pemrosesan data citra Landsat ETM 7

2. Perangkat Keras

- CPU
- Monitor
- Keyboard + Mouse
- Printer

3. Diagram Alir Penelitian





Keterangan Diagram Alir Penelitian :

1. *Persiapan*

Persiapan penelitian yaitu pengumpulan peralatan dan bahan yang dibutuhkan dalam pelaksanaan penelitian meliputi hardware, software, Citra Landsat ETM 7 dan Peta RBI Kabupaten Gresik.

2. *Peta Rupa Bumi Indonesia*

Peta RBI yang digunakan adalah Peta RBI wilayah Kabupaten Gresik, pada peta tersebut dilakukan digitasi untuk mendapatkan data vektor yang berupa objek-objek yang dibutuhkan dalam proses koreksi geometrik seperti jalan, sungai dan batas wilayah untuk pemotongan daerah penelitian.

3. *Citra Composit*

Penyusunan citra komposit dimaksudkan untuk memperoleh gambaran visual yang lebih baik seperti halnya melihat foto udara inframerah berwarna, sehingga pengamatan obyek, pemilihan sampel dan aspek estetika citra dapat diperbaiki. Dalam teori warna, dikenal ada 3 (tiga) warna dasar, yaitu biru, hijau, dan merah. Kombinasi dari warna tersebut akan menghasilkan warna-warna lain, pada penelitian ini menggunakan komposit band 5 4 2, dimana band tersebut merupakan yang paling baik untuk tujuan kenampakan kelas tutupan lahan. Penajaman citra bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra dalam analisa 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 geometrik menggunakan metode *image to map*, dimana peta yang digunakan untuk mengkoreksi adalah peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Kabupaten Gresik, dan pengambilan titik-titik GCP harus menyebar dan tidak berubah atau tetap misalnya: perempatan jalan.

5. *Cropping Citra*

Pada proses *cropping* atau pemotongan Citra Landsat, ini dilakukan berdasarkan peta batas wilayah Kabupaten Gresik. Pemotongan ini dilakukan pada kedua citra yaitu citra perekaman tahun 1997 dan perekaman tahun 2002 yang berguna untuk memperjelas lokasi sehingga mempermudah dalam proses interpretasi.

6. *Klasifikasi Terbimbing*

Klasifikasi terbimbing *maksimum likelihood* dipilih dalam penelitian ini, karena metode ini adalah metode yang paling optimal dibandingkan dengan metode-metode lainnya. Hal ini disebabkan metode maksimum likelihood dapat mengatasi yang tidak dapat diselesaikan secara teliti oleh metode-metode lainnya. Metode maksimum likelihood menggunakan peluang setiap kelas jarak *Mahalanobis* untuk mengklasifikasi setiap piksel pada saluran citra. Suatu piksel akan masuk menjadi suatu anggota kelas yang paling mungkin berdasarkan ketetapan atau kaidah *Bayesian*. Prinsip pada kaidah Bayesian antara lain adalah piksel yang memiliki peluang maksimum suatu kelas ditetapkan sebagai anggota kelas yang baru, piksel

yang mungkin dapat masuk ke dalam beberapa klas maka dimasukkan ke dalam klas *overlap* dan piksel yang tidak berada dalam jangkauan probabilitas seluruh klas yang ada, maka dimasukkan ke dalam klas null. Hasil klasifikasi memiliki kualitas yang baik jika tidak terlalu banyak klas nullnya.

7. Verifikasi Lapangan

Verifikasi 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.

8. Uji Ketelitian

yaitu untuk menentukan seberapa besar peta tersebut dapat dipercaya.

9. Analisa

Diketahui dari hasil klasifikasi tutupan lahan kedua Citra Landsat yang dihitung seberapa besar perubahannya.

III.3. Tahapan Penelitian

Adapun tahapan pekerjaan yang dilakukan yaitu:

1. Proses Digitalisasi Peta

Proses digitalisasi bertujuan untuk memperoleh data digital atau *vektor* untuk membantu proses koreksi geometri dan proses *cropping* dalam pengolahan citra.

2. Proses pengolahan citra ini bertujuan untuk memperoleh informasi tutupan lahan terbaru pada daerah Kabupaten Gresik, pada proses ini juga dilakukan

proses koreksi geometri yang bertujuan untuk memperoleh citra dengan sistem koordinat dan proyeksi seperti pada peta dasar dalam hal ini yang digunakan adalah Peta Rupa Bumi Indonesia.

3. Klasifikasi Tutupan Lahan Citra Tahun 1997 dan Citra Tahun 2002

Klasifikasi ini adalah melakukan pengkelasan pada kedua citra satelit berdasarkan nilai spektral tiap piksel. Pertama yang dilakukan yaitu menentukan sample area dan kemudian dilakukan proses klasifikasi terbimbing.

4. Analisa Perubahan Tutupan Lahan

Dalam proses perhitungan perubahan tutupan lahan bertujuan untuk mengetahui luasan perubahan lahan yang terjadi di Kabupaten Gresik.

III.4. Proses Digitalisasi Peta

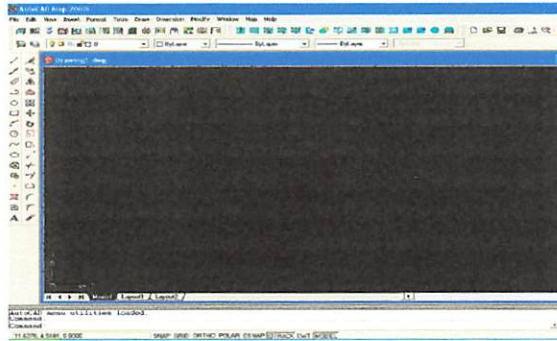
Dalam kegiatan digitalisasi ini yang pertama yaitu melakukan digitasi peta untuk membuat peta dalam format digital karena peta yang ada masih berupa *hard Copy* (cetakan)

III.4.1. Digitasi Peta

Digitasi peta ini dilakukan dengan metode digitasi *On Screen* atau langsung pada layar komputer dimana peta dalam bentuk lembaran atau cetakan tersebut harus terlebih dahulu di-*Scan* untuk mendapatkan peta dalam bentuk Digital sehingga siap untuk didigit.

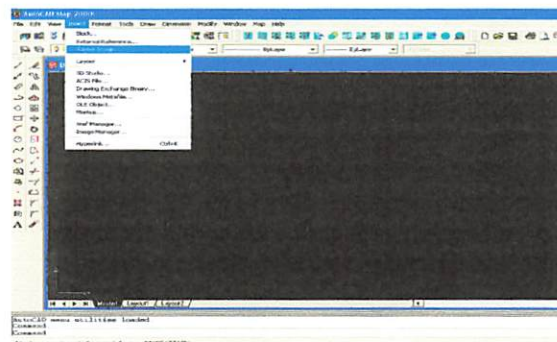
Adapun prosesnya sebagai berikut:

1. Buka *Software AutoCAD Map 2000i*;



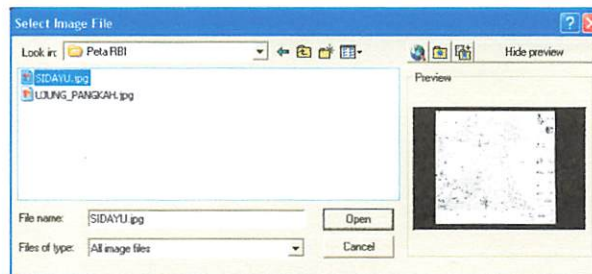
Gambar 3.2. Tampilan Awal *Software AutoCAD Map 2000i*

2. Tekan *Insert* → *Raster image*, untuk menampilkan data raster peta yang ada ke layar monitor;



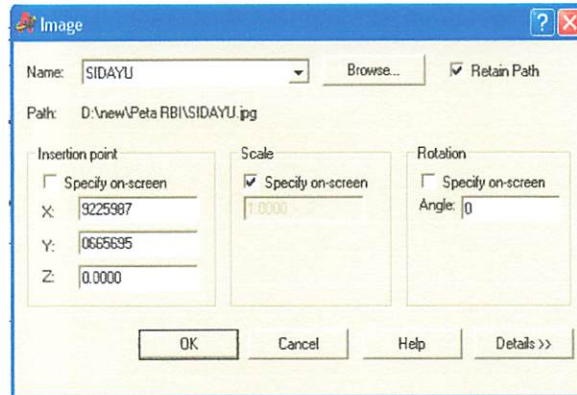
Gambar 3.3. Tampilan Menu *Insert Raster Image*

3. Pilih *image* yang akan ditampilkan;




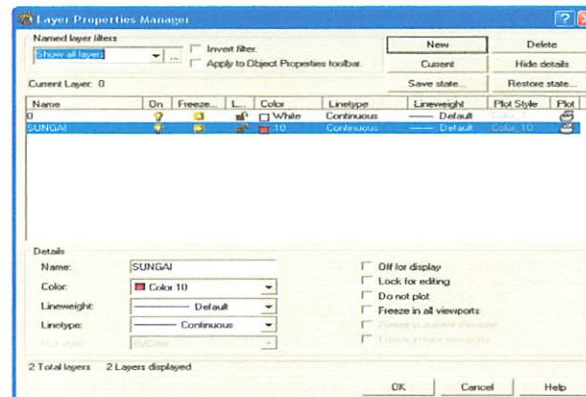
Gambar 3.4. Tampilan File *Raster Image*

4. Masukkan koordinat peta sesuai dengan peta *hard copy*, dimana koordinat yang dimasukan yaitu koordinat pada ujung kiri bawah;




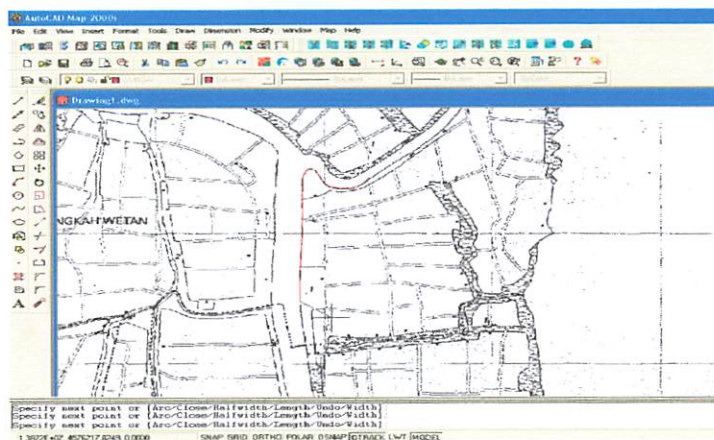
Gambar 3.5. Menu *Insert Raster Image*

5. Tekan *Insert* → *Layer* atau tekan icon  untuk membuat layer sesuai dengan objek yang akan didigitasi, yaitu layer sungai dan jalan;



Gambar 3.6. Tampilan Layer untuk Proses Digitasi

6. Lakukan proses digitasi peta dengan perintah yang ada sesuai dengan objeknya. Perintah yang digunakan yaitu menekan icon  (*Polyline*) pada *toolbar*. Setelah proses digitasi selesai simpan file digitasi dengan format *.dxf*;



Gambar 3.7. Proses Digitasi Peta


III.4.2. Editing Peta

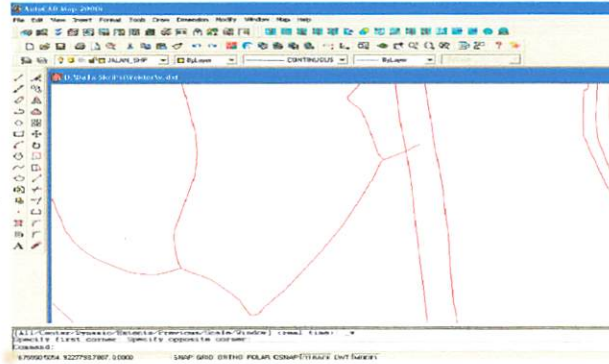
Setelah dilakukan proses digitasi maka dilakukan proses editing peta dimana peta yang telah berbentuk digital masih memiliki kesalahan berupa kelebihan garis dan kekurangan garis.

III.4.2.1. Proses Editing Dengan Trim

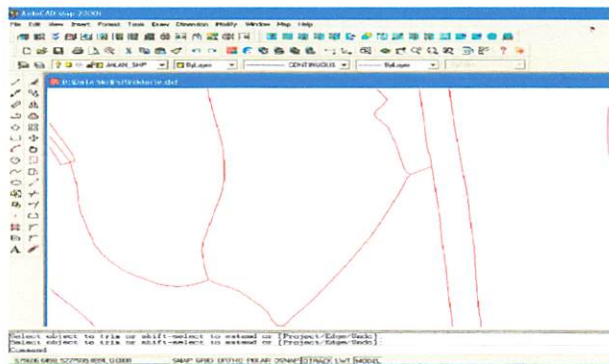
Proses editing dengan menggunakan perintah *TRIM* ini berguna untuk mengedit obyek yang terdapat kesalahan berupa kelebihan garis.

Adapun prosesnya adalah sebagai berikut:

1. Menekan *icon Trim*  atau dengan perintah command bar dengan mengetikkan *TRIM*;
2. Klik objek sebagai batas untuk memotong garis yang berlebihan;
3. Kemudian klik objek yang akan dipotong;



Gambar 3.8. Tampilan Objek Garis yang Belum Dipotong (*TRIM*)




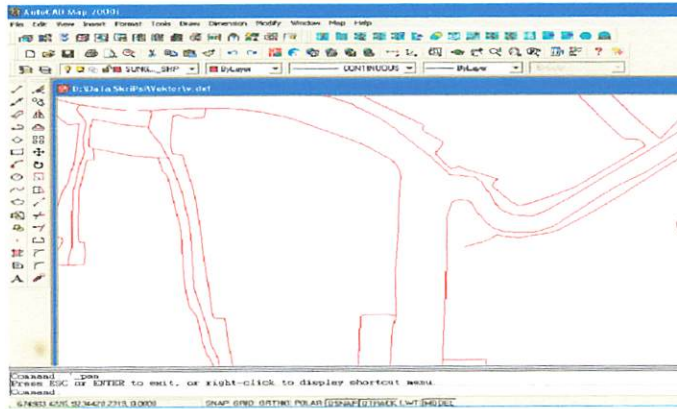
Gambar 3.9. Tampilan Objek Garis yang Sudah Dipotong (*TRIM*)

III.4.2.2. Proses Editing dengan Extend

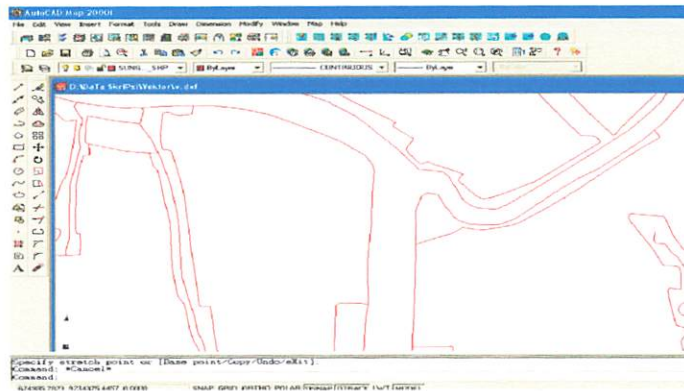
Proses editing dengan menggunakan perintah *extend*, berguna untuk mengedit objek yang terdapat kesalahan berupa kelebihan garis.

Adapun prosesnya adalah sebagai berikut:

1. Menekan *icon Extend*  atau dengan perintah *command bar* dengan mengetikkan *EXTEND*;
2. Klik objek sebagai batas untuk menambah Garis;
3. Kemudian klik objek garis yang akan ditambah;
4. Setelah itu klik kanan untuk melihat hasil pemotongan atau tekan *enter*;



Gambar 3.10. Tampilan Objek Garis Sebelum Ditambah (*EXTEND*)



Gambar 3.11. Tampilan Objek Garis Sesudah Ditambah (*EXTEND*)

III.5. Proses Pengolahan Citra

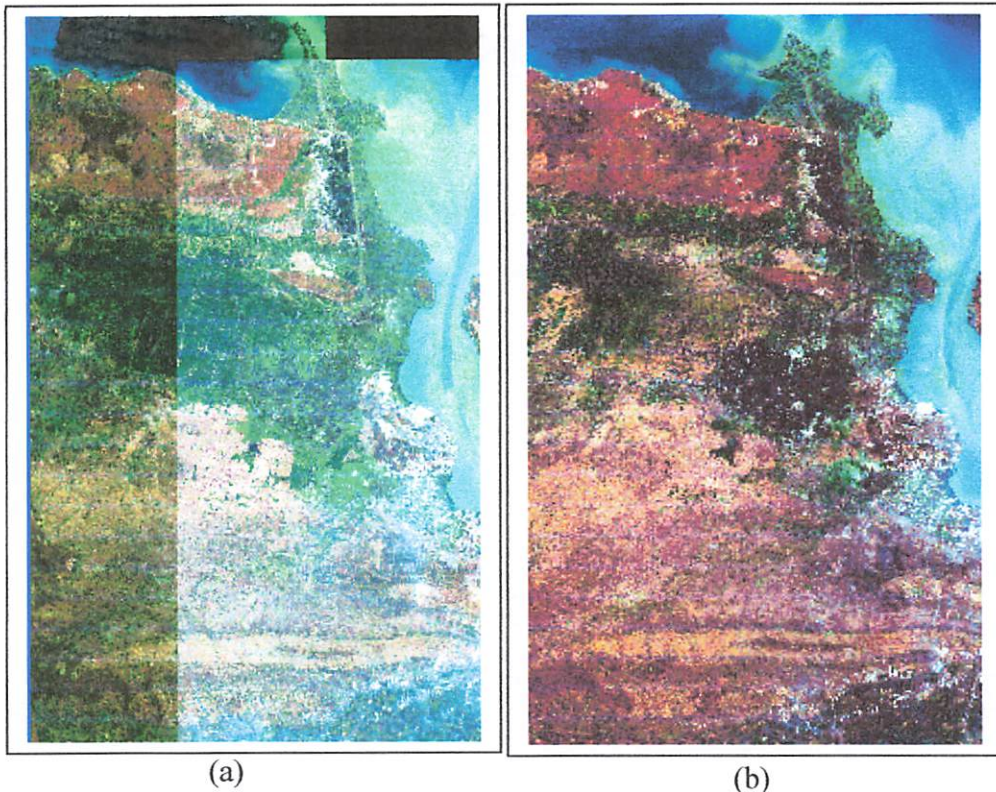
Proses pengolahan citra dimulai dari menampilkan data *raster* dan *vektor*, memperbaiki tampilan citra yang berupa kombinasi band yang ada pada citra, koreksi geometri dilakukan untuk menyamakan sistem proyeksi citra pada bidang datar dengan sistem proyeksi peta dan dalam tahap ini juga dilakukan interpretasi digital metode klasifikasi terbimbing maksimum likelihood, serta perhitungan statistik untuk mengetahui luasan lahan. Adapun tahapan pekerjaan pada pengolahan data citra Landsat Kabupaten Gresik adalah sebagai berikut:

III.5.1. Menampilkan Data Raster

Menampilkan data Citra Landsat ETM 7 daerah Gresik ke layar monitor dengan perangkat lunak *ER Mapper 6.4*

Adapun tahapan pekerjaanya adalah sebagai berikut:

1. Aktifkan Program ER Mapper 6.4 ;
2. Dari Toolbars klik *File* → *Open*
3. Pada layar monitor akan muncul kotak dialog *Open* dan Pilih *Dataset* yang akan ditampilkan;
4. Pilih file yang berisi citra dalam ekstension .ers misalnya: Gresik2002.ers, klik OK. Pada toolbar klik *refresh* untuk menampilkan gambar citra dengan jelas pada layar monitor.






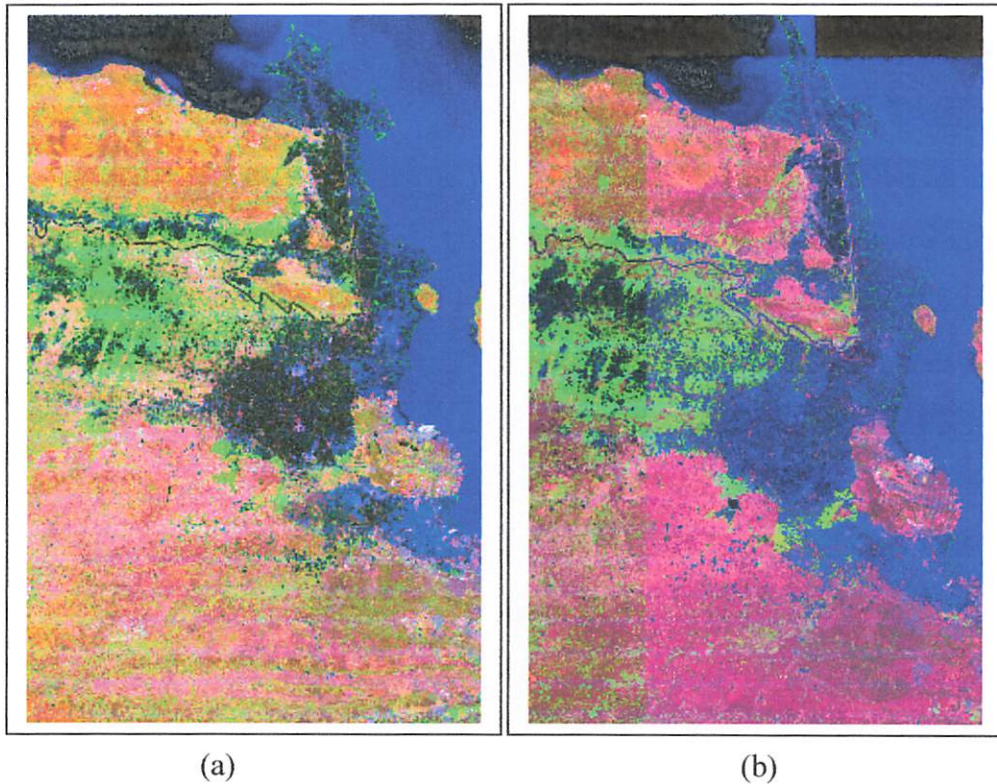
Gambar 3.12. (a). Tampilan Citra Landsat 7 TM Daerah Kab. Gresik Tahun Perekaman 1997
(b). Tampilan Citra Landsat 7 ETM Daerah Kab. Gresik Tahun Perekaman 2002

III.5.2. Pembuatan Citra Composit

Dalam penelitian ini dibuat kombinasi dari band yang ada pada citra Landsat ETM daerah Gresik untuk membantu mengidentifikasi dan interpretasi tutupan lahan dipermukaan bumi.

Adapun langkah-langkah nya sebagai berikut :

1. Buka Citra Landsat 7 ETM daerah Gresik dengan memilih *icon*  akan nampak tampilan citra dalam window algoritm yang masih berwarna Greyscale, dalam kotak dialog algorithm yang akan tampak jenis surfacena Pseudocolor dan layernya juga Pseudocolor ;
2. Untuk membuat kombinasi warna kita harus membuat kombinasi dalam layer Red, Green, Blue yaitu dengan mengaktifkan kelompok toolbar foresty dalam menu Toolbar, lalu pilih *icon*  maka secara otomatis akan tampil citra landsat sudah dalam kombinasi warna, dalam kotak dialog algorithm terlihat jenis surfacena Red, Green dan Blue dengan Red layer diisi band 3, Blue layer diisi band 2, Green layer layer diisi band 1 ;
3. Dari susunan band diatas dapat diubah-buah kombinasi menjadi *Red layer* diisi band 5, *Green layer* diisi 4, *Blue layer* diisi band 2 serta kombinasi-kombinasi band lainya sesuai dengan keperluan ;
4. Hasil kombinasi band tersebut disimpan dalam format algorithm ekstension *.ers* misalnya: GRSK02.ers dengan memilih *icon*  ;



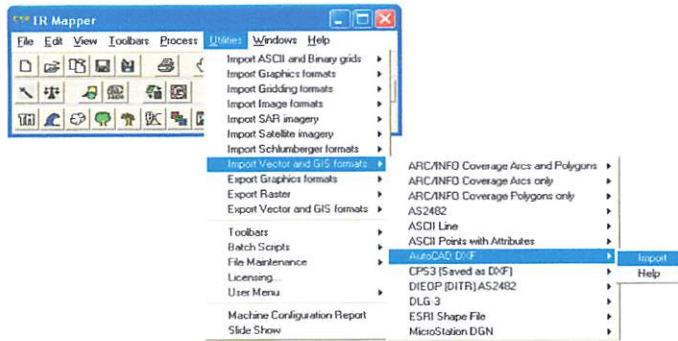
Gambar 3.13. (a). Citra Landsat 7 ETM Tahun 2002 Daerah Gresik Kombinasi Band 542
 (b). Citra Landsat 7 TM Tahun 1997 Daerah Gresik Kombinasi Band 542

III.5.3. Import Data Vektor

Data vektor yang diimport adalah data spasial sungai dan jalan dari peta Rupa Bumi Indonesia daerah Gresik yang digunakan untuk Koreksi Geometri.

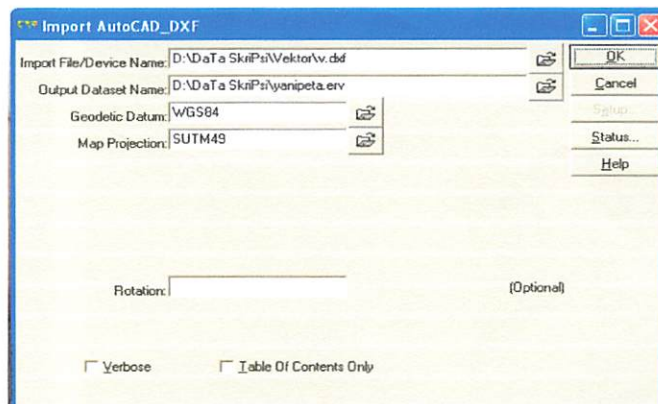
Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Pilih menu *Utilities*, pilih sub menu *Import Vektor and GIS Format*
 ↔ *AutoCAD DXF*, pilih *Import* ;



Gambar 3.14. Kotak Dialog *Import Vector dan GIS Format*



2. Akan muncul kotak dialog *Import AutoCad DXF*, isikan file yang berisi vektor Sungai dan jalan dengan ekstension *.dxf* misal: *v.dxf* yang akan diimport pada kolom import File/Device Name, dan isikan file hasil yang akan disimpan dengan ekstension *.erv*, misal: *yanipeta.erv* pada kolom Output Dataset Name, setelah itu input file pilih *Geodetic Datum* (Menggunakan WGS 84) serta *Map Projection* (menggunakan SUMT49) sesuai dengan daerah studi.



Gambar 3.15. Kotak Dialog *Import AutoCAD_DXF*

III.5.4. Menampilkan Data Vektor

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

1. Pilih *icon*  setelah muncul kotak dialog algorithm pilih buton *Edit* ↔ *Add Vektor Layer* ↔ *Annotation/Map Composite* ;
2. Akan muncul layer *Annotation Layer*, pilih file yang berisi sungai dan jalan misal: *yanipeta.erv* yang akan ditampilkan lewat *icon*  | *Dynamic Link Chooser* ;
3. Hasil tersebut disimpan dalam ekstension *.alg*, misal: *vektor.alg* ;



Gambar 3.16. Tampilan Data *Vektor* Sungai dan Jalan Hasil *Import*


III.5.5. Koreksi Geometrik

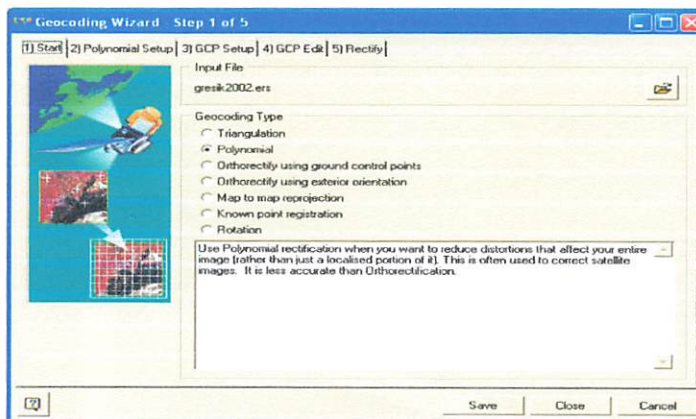
Koreksi Geometrik Citra Landsat ETM 7 Gresik dengan data spasial sungai dan jalan dari peta Rupa Bumi Indonesia.

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

Pilih menu *proses dan Geocoding Wizard* dan akan muncul kotak dialog *Geocoding Wizard*.




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

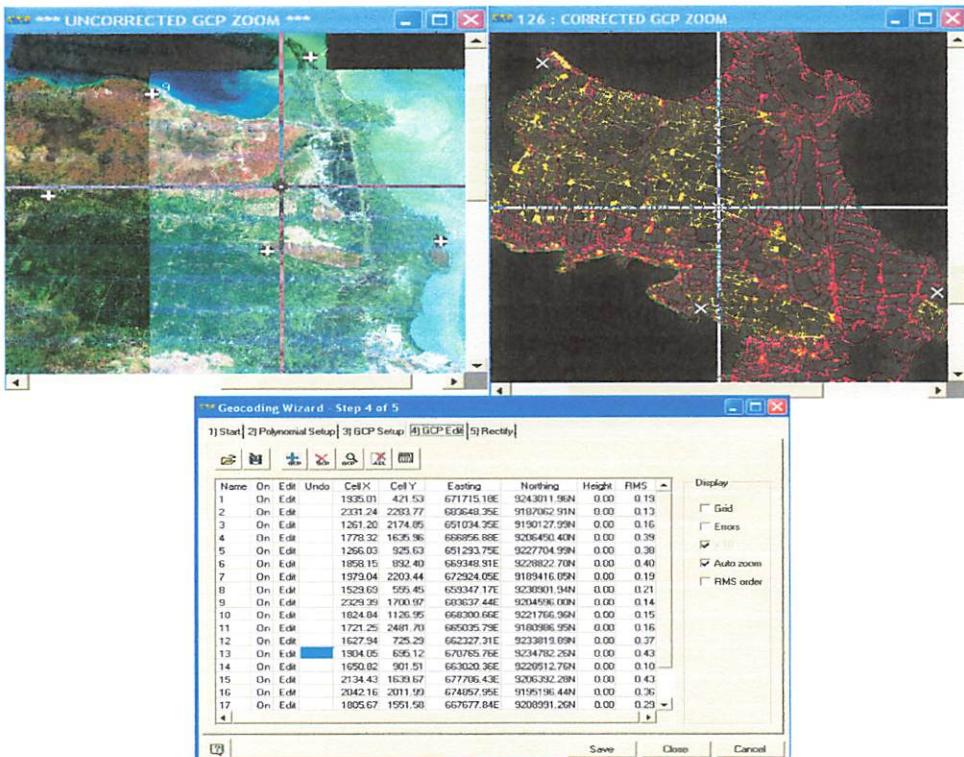
1. Pilih file dalam ekstension *.ers* misal: *gresik.2002.ers* yang akan di koreksi geometri, pilih icon  (*Load algorithm or dataset*) serta tentukan *Geocoding Tipe*-nya adalah *Polynomial*;
2. Tahap kedua, pilih *triangulasi setup* tentukan *type Polinomial Order* adalah *Liner*;
3. Tahap ketiga, pilih *GCP setup* tentukan *GPC Picking Method* dengan memilih *Goecoded image, vector or algorithm* dan tentukan nama file acuan misal: *yanipeta.erv* Pada *Output Coordinate Space* akan nampak Datum dan sistem proyeksi dari hasil citra akhir;



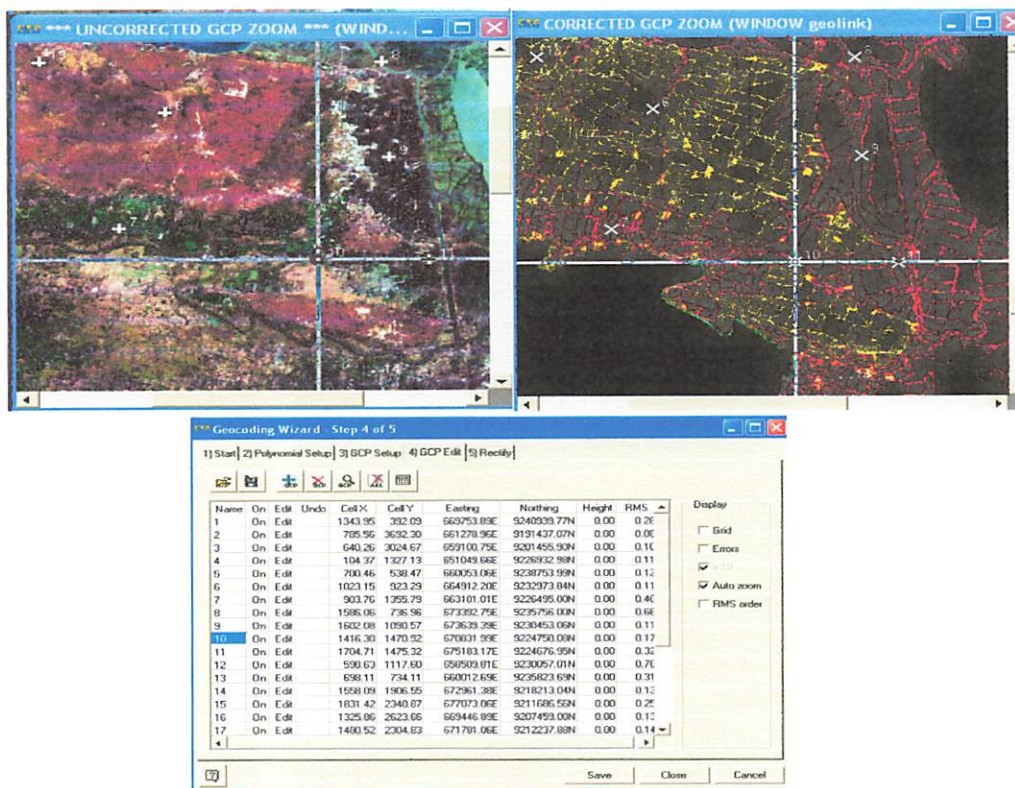
Gambar 3.17. *GCP Setup*

4. Tahap keempat, pilih *GCP edit* kemudian menentukan titik kontrol yang merupakan titik sekutu yang sama pada citra dengan acuan vektor, yaitu belokan sungai, titik perempatan jalan, perpotongan antara jalan dan sungai.

- Gunakan icon  untuk membuat atau menambah titik kontrol baru, kemudian dengan menggunakan icon  tentukan titik kontrol pada windows citra dan selanjutnya ke windows acuan vektor. Untuk menghapus titik kontrol yang salah, pilih icon  :
- Demikian selanjutnya sampai diperoleh penyebaran titik kontrol yang banyak dan merata.
- Dalam penelitian ini jumlah titik kontrol yang digunakan sebanyak 20 titik untuk citra Landsat Tahun 2002 dan Citra Landsat Tahun 1997.
- Tahap kelima, pilih *rectify* kemudian menentukan *Output Info* (nama yang akan disimpan) dalam ekstensi .ers misal: *rek.ers* \longleftrightarrow *save file and start rectification*



Gambar 3.18. Proses Koreksi Geometrik Citra Gresik Tahun Perckaman 1997



Gambar 3.19. Proses Koreksi Geometrik Citra Gresik Tahun Perakaman 2002

III.5.6. Pemotongan Citra / *Cropping*





Pada citra Landsat 7 ETM daerah Gresik dilakukan pemotongan sesuai dengan daerah penelitian yaitu Kabupaten Gresik. Pemotongan citra berdasarkan batas administrasi Kabupaten Gresik.

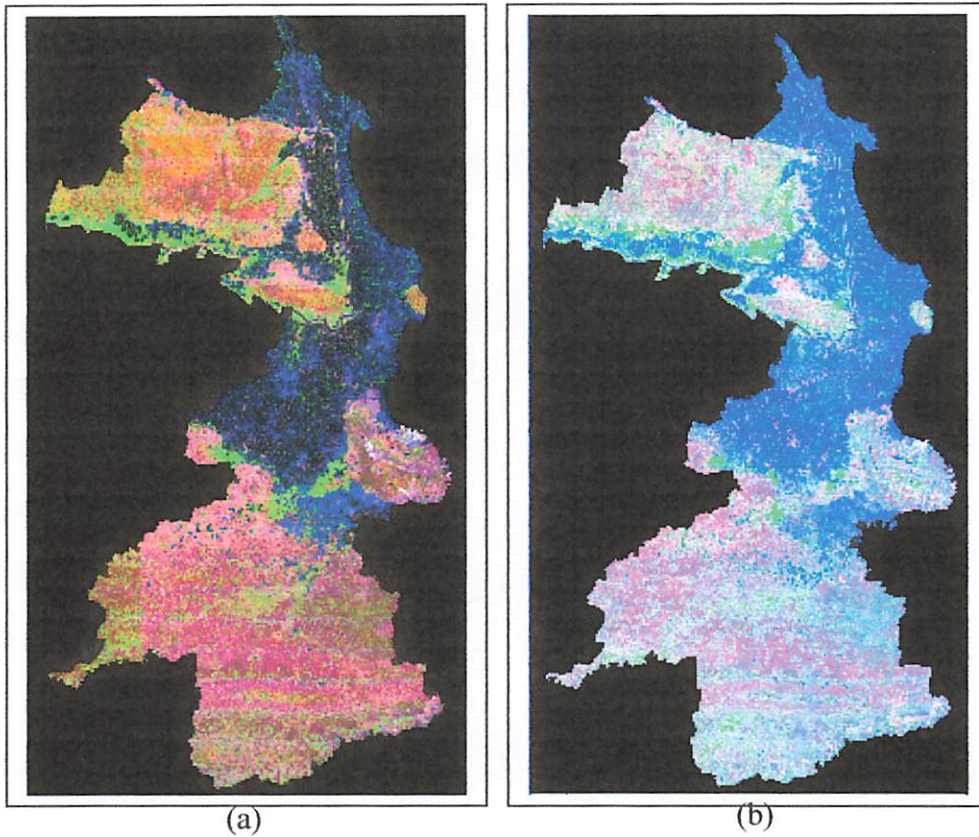
Adapun langkah-langkah untuk memotong citra adalah sebagai berikut:

1. Pilih Menu *Process* ↔ *Poligon* ↔ *Region Conversion* ↔ *Vektor dataset poligon to region* ;

2. Kemudian akan tampil kotak dialog *Vektor to Region Conversion*, lalu *Input Vektor Dataset* ekstension *.erv* misalnya: *batas_gresik.erv* serta *Output Region Dataset* isikan citra yang sudah terkoreksi misal: *rek.ers*. dilanjutkan dengan menekan tombol *OK* ;

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

3. Buka Citra Landsat 7 ETM Gresik dengan memilih icon  , setelah muncul kotak dialog *Algorithm*, arahkan kursor ke layer *pseudocolor*, kemudian *duplicate layer* dengan menekan icon  tersebut sebanyak enam layer ;
4. Ganti nama tiap layer *pseudocolor* menjadi *Band1*, *Band2*, ... sampai band 6,7. Isikan pula tiap layer *Band* tersebut sesuai dengan *Band* yang ada ;
5. Setelah itu pada layer *pseudo* pertama (*Band 1*), tekan tombol *edit formula* atau dengan menekan tombol icon  , kemudian akan tampil kotak dialog *Edit Formula* ;
6. Pada kotak dialog *Edit Formula*, pilih menu bar *Standart* ↔ *Inside region poligon test*, kemudian klik *Region* dilanjutkan dengan *Input* batas penelitian misalnya: *bts_utm_shp*;
7. Lakukan juga terhadap *layer pseudo* lain dengan menekan tombol **Ps** kemudian tutup kembali kotak dialog *Edit Formula* ;
8. Akan tampak citra yang sudah terpotong kemudian pilih icon *Save As*  , pilih file of type *ER Mapper Dataset* ekstension *.ers* hasilnya disimpan dalam file misal dengan nama: *GRSK02.ers* kemudian tunggu prosesnya;



Gambar 3.20. (a). Tampilan Citra Landsat TM Tahun Perekaman 1997 Hasil Pemotongan dan (b). Tampilan Citra Landsat ETM Tahun Perekaman 2002 Hasil Pemotongan

III.5.7. Klasifikasi Citra

Klasifikasi disini bertujuan membuat kelas-kelas pada citra satelit berdasarkan nilai spektral tiap piksel yang ada. Dalam penelitian ini dilakukan dengan Proses Klasifikasi Multispektral Terbimbing.



Langkah-langkah Klasifikasi tersebut adalah sebagai berikut ;

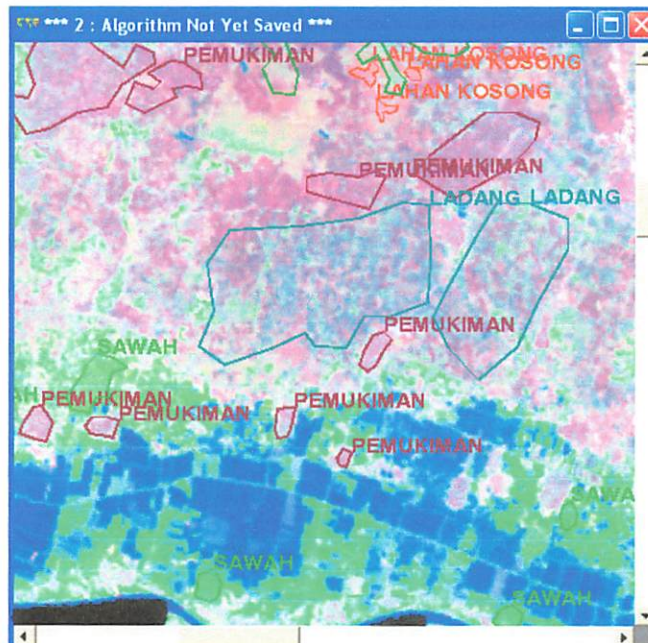
III.5.7.1. Menentukan Sampel Area

Pekerjaan yang dilakukan dalam proses penentuan area sample antara lain:

1. Buka citra Landsat 7 ETM daerah Gresik kombinasi band 542, misal:

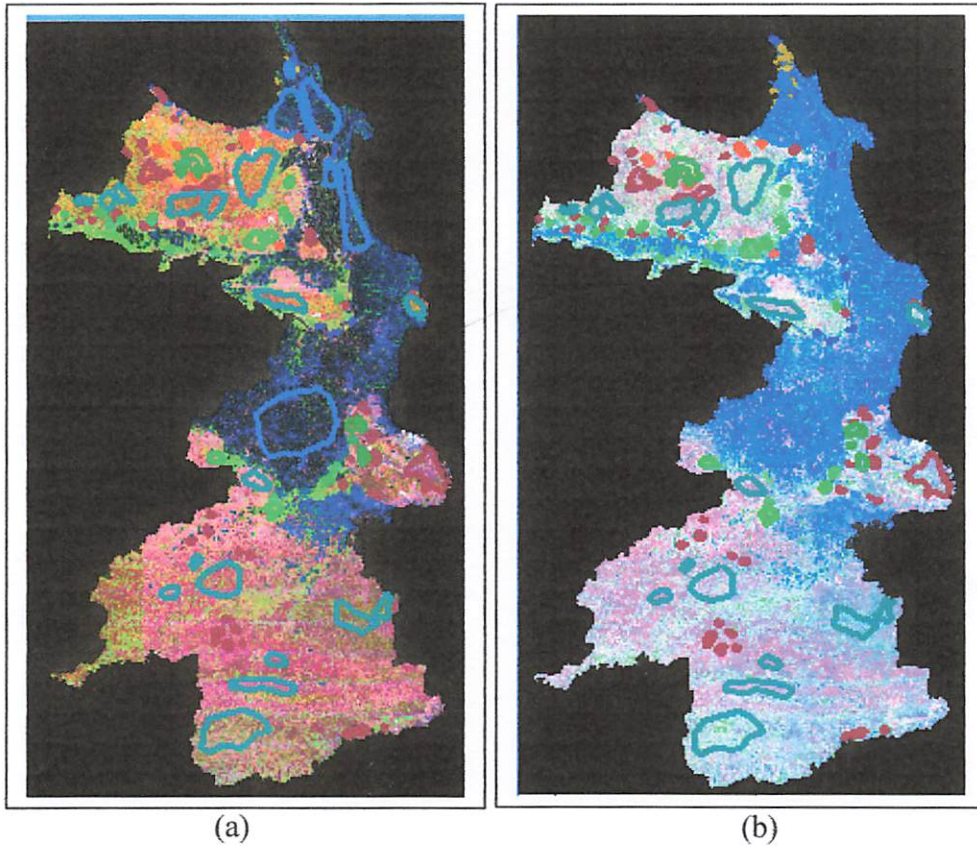
GRSK02.ers;

2. Kemudian dari menu bar pilih *edit* kemudian pilih *edit / Create Region* akan muncul kotak dialog *New Map Composition*, kemudian klik *OK*;
3. Kemudian akan muncul kotak *tools*. Pada kotak *Algorithm* akan muncul *Region Layer (Outline)*;
4. Dari kotak *tools* ini dibuat *polygon* *traning area* yang mewakili obyek-obyek yang akan dikelaskan. Kemudian pilih *icon*  lalu buatlah *polygon* untuk *area sample* dari masing-masing kelas yang akan dibuat dalam proses klasifikasi *supervised*;
5. Berikan nama pada masing-masing kelas yang telah dibuat dengan menekan tombol  kemudian klik *apply*;



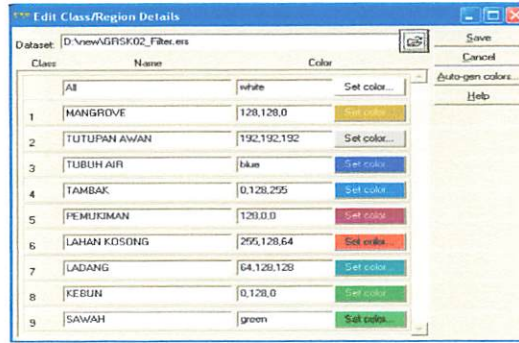
Gambar 3.21. Beberapa Contoh Objek *Training Sample* pada Citra

- Setelah semua *polygon* selesai dibuat, maka simpan *Raster Region* tersebut dengan menekan tombol *save* pada kotak dialog *Edit Tools* kemudian tekan *close* ;



Gambar 3.22. (a) *Area Sample* Citra Landsat TM Tahun 1997 dan (b) *Area Sample* Citra Landsat ETM Tahun 2002

- Untuk editing nama dan warna kelas lebih lanjut pilih menu Bar *Edit* ↔ *Edit Class/Region Color and Name*. Agar penampilan hasil klasifikasi lebih baik maka aturlah pewarnaan yang baik dengan mengatur warna dari masing-masing kelas ;

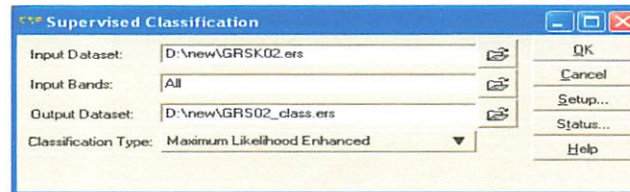


Gambar 3.23. Kotak Dialog *Edit Class Region Color and Name*

III.5.7.2. Proses Klasifikasi Terbimbing



Berapa tahapan pekerjaan yang harus dilakukan pada proses klasifikasi ini adalah ;

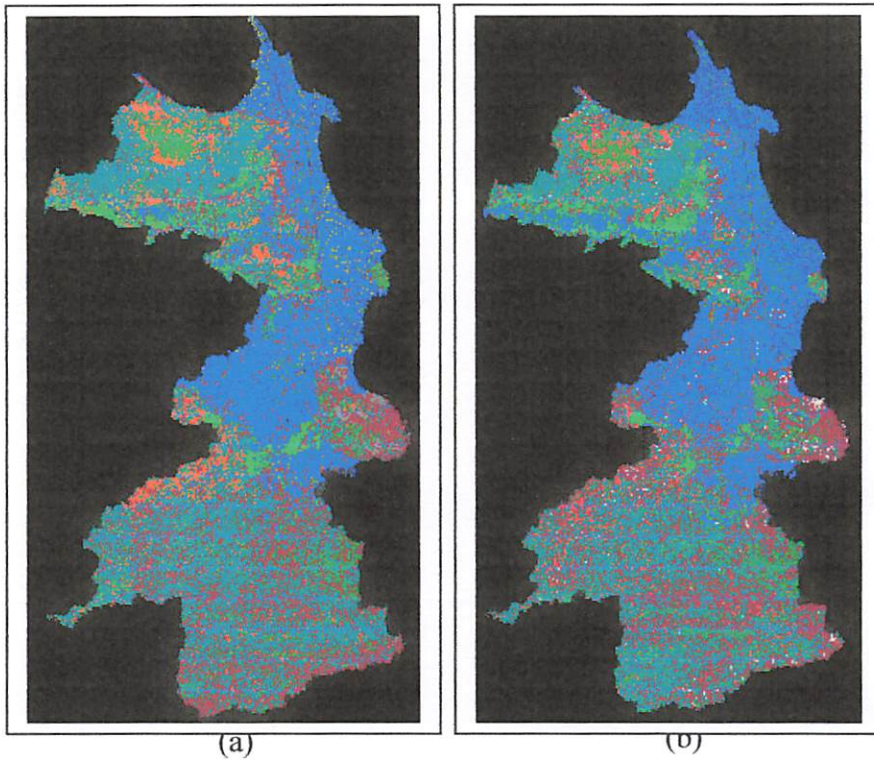
1. Pilih menu bar *Process* ↔ *Classification* ↔ *Supervised Classification* sehingga tampil kotak dialog *Supervised Classification* ;




Gambar 3.24. Kotak Dialog *Supervised Classification*

2. Pada kotak dialog *Supervised Classification*, isikan dataset yang sudah ditentukan area sampelnya pada *input dataset* misal: GRSK02.ers dan isikan juga nama file dataset yang akan dihasilkan dan disimpan dari proses klasifikasi tersebut misal dengan nama: *GRS02_class*;
3. Masih pada kotak dialog *Supervised Classification*, masukan parameter-parameter yang dipakai dalam klasifikasi supervised seperti dalam metode klasifikasi atau *classification type* misal: menggunakan *Maximum likelihood Enhancement*. Lalu tekan OK untuk mengakhiri proses klasifikasi supervised tersebut dan tunggu prosesnya;

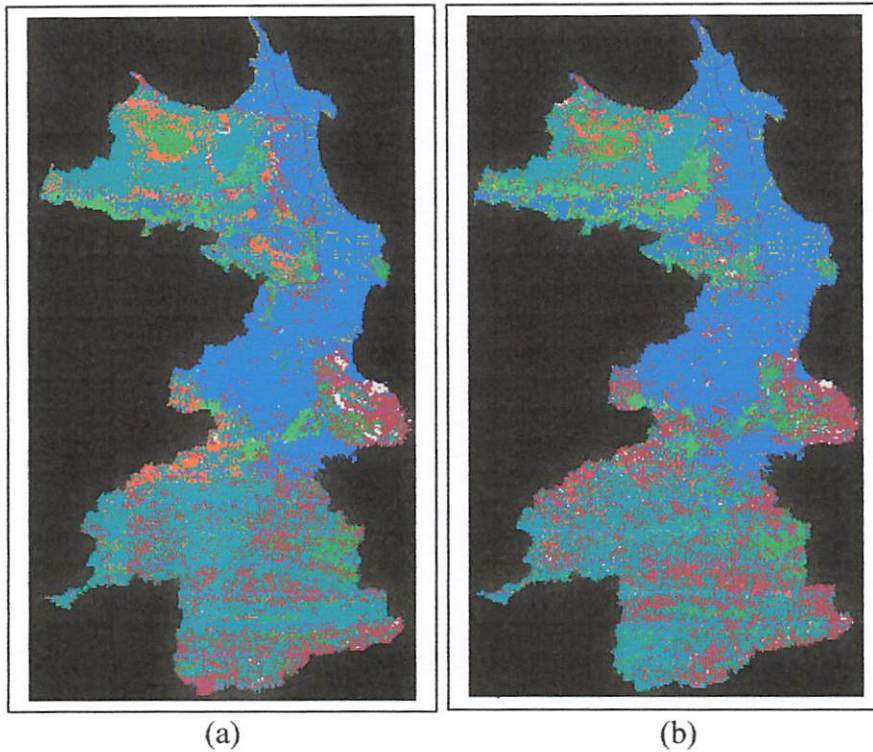
4. Tampilkan data citra lewat kotak dialog *Algorithm*, pilih icon  , setelah muncul kotak dialog *algorithm* ganti layer pseudocolor dengan layer *class display* dengan cara klik kanan, pilih icon  *load dataset* untuk memilih nama *file* hasil klasifikasi;



Gambar 3.25. (a). Hasil Klasifikasi Citra Landsat TM Tahun 1997 dan (b). Hasil Klasifikasi Citra Landsat ETM Tahun 2002

5. Citra hasil klasifikasi yang diperoleh kadang-kadang tidak sesuai dengan keinginan. Untuk itu perlu dilakukannya proses *Filtering*, dengan menekan tombol icon *Edit Filter* pada kotak dialog *Algorithm*  sehingga akan tampil kotak *Dialog Filter*,
6. Pada kotak dialog tersebut isikan *filter Filename* dengan jenis Fiter yang dipakai dalam proses *filtering*. Pada penelitian ini menggunakan jenis filter *Majority*. Terlihat kenampakannya citra hasil klasifikasi yang telah difilterkan akan lebih

baik, karena, karena piksel-piksel kecil dari class yang ada akan dihilangkan atau digabung;

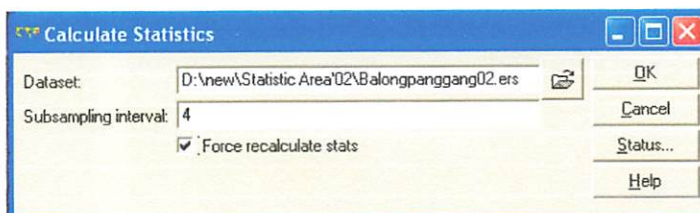


Gambar 3.26. (a). Hasil *Filter* Citra Landsat TM Tahun 1997 dan (b). Hasil *Filter* Citra Landsat ETM Tahun 2002

III.5.8. Perhitungan Statistik

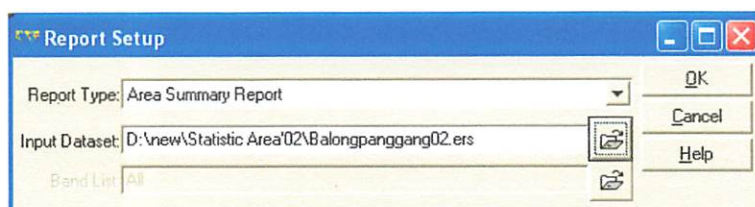
Setelah proses klasifikasi tutupan lahan maka dilakukan perhitungan statistik. Perhitungan statistik bertujuan untuk mendapatkan luasan dari masing-masing kelas perkecamatan, misalnya untuk Kecamatan Balongpanggang. adapun proses perhitungannya adalah sebagai berikut:

1. Menampilkan *file* yang berisikan kelas-kelas tutupan lahan yang akan dihitung luasnya, klik *Calculate Statistic* terlebih dahulu. Kemudian *input dataset* yang akan dihitung;



Gambar 3.27. Kotak Dialog *Calculate Statistic*

2. Dari menu bars pilih *View* → *Statistic* → *Area Summary Report*. Inputkan kembali dataset yang akan dihitung luasnya, lalu klik *OK*. seperti terlihat pada tampilan berikut;



Gambar 3.28. Kotak dialog *Report Setup*

3. Akan tampak data luasan sesuai klasifikasi pada setiap kelas dalam satuan hektar, kilometer, persegi, area dan mil persegi;

Class/Region	Hectares	Sq. Km	Acres	Sq. Miles
KEBUN	21.600	0.216	53.375	0.083
LADANG	3984.480	39.845	9845.865	15.384
LAHAN KOSONG	332.640	3.326	821.971	1.284
MANGROVE	0.000	0.000	0.000	0.000
PEMUKIMAN	1720.000	17.208	4252.190	6.644
SAWAH	64.000	0.648	160.124	0.250
TAMBAK	15.040	0.158	39.141	0.061
TUBUH AIR	0.000	0.000	0.000	0.000
TUTUPAN AWAN	28.000	0.288	71.166	0.111
All	18000.000	180.000	44478.972	69.498

Gambar 3.29. Tampilan *Area Summary Report* Citra Kab. Gresik Kec. Balongpanggang Tahun Percekaman Tahun 2002

Proses yang sama dilakukan terhadap Citra Landsat tahun 2002 dan tahun 1997, pada seluruh Kecamatan di Kabupaten Gresik.

BAB IV

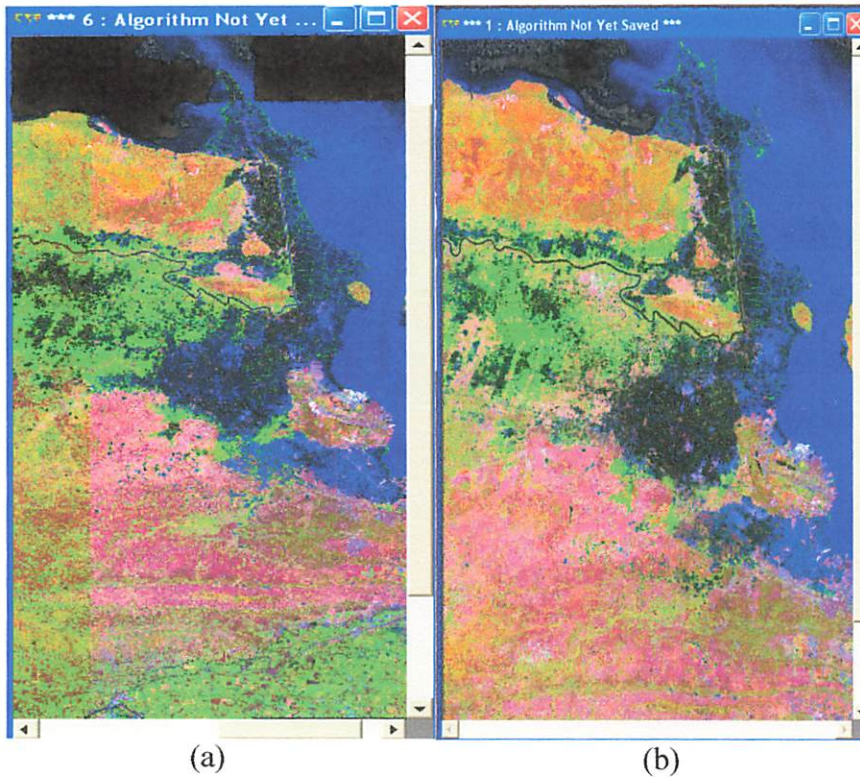
ANALISA DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

IV.1. Proses Pengolahan Citra

Pengolahan citra digital bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra sehingga menghasilkan citra yang siap digunakan dalam menyajikan informasi sesuai dengan bidang yang dikaji. Penelitian ini memanfaatkan dua citra digital Landsat ETM 7 yang berbeda waktu perekamannya yaitu Citra Landsat tahun perekaman 1997 dan tahun 2002, untuk mengetahui perubahan tutupan lahan. Tahap pengolahan citra dalam penelitian ini meliputi pembuatan citra composit, koreksi geometri, klasifikasi terbimbing, perhitungan statistik.

4.1.1. Citra Composit

Citra composit merupakan kombinasi dari beberapa saluran atau band yang ada pada citra, untuk membantu mengidentifikasi dan interpretasi tutupan lahan (*landcover*) di permukaan bumi. Pembuatan citra composit dimaksudkan untuk memperoleh gambaran *visual* yang lebih baik sehingga pengamatan objek, pemilihan *sample* dan aspek *estetika* citra dapat diperbaiki. Dalam teori warna terdapat tiga warna dasar, yaitu merah, hijau, dan biru. Berikut tampilan citra hasil komposit (*FFC – False Colour Composit*), dengan menggunakan kombinasi band 5, band 4, band 2 pada citra Landsat ETM tahun perekaman 2002 dan perekaman tahun 1997. Band tersebut dipilih karena merupakan kombinasi yang baik untuk tujuan mendeteksi tutupan lahan khususnya vegetasi dan tubuh air.



Gambar 4.1. (a) Citra Landsat TM Tahun Perekaman 1997 Komposit 542 dan
 (b) Citra Landsat ETM Perekaman Tahun 2002 Komposit 542

4.1.2. Koreksi Geometri

Pada penelitian ini proses koreksi geometri bertujuan untuk memberi koordinat *georeferensi* pada setiap piksel yang ada pada citra, proses ini dilakukan dari citra ke peta (*image to map*). Peta yang dilakukan untuk proses koreksi geometri adalah peta RBI (*Rupa Bumi Indonesia*) Kabupaten Gresik skala 1:25.000 yang sudah mempunyai sistem proyeksi SUTM 49, dan *datum/ellipsoid* WGS 84. Proses *rektifikasi* menggunakan *polynomial* dimana metode ini digunakan untuk daerah yang bergelombang atau berbukit. Berikut hasil koreksi geometri penentuan objek pada citra dan peta.

Tabel 4.1. Hasil GCP Citra Landsat Tahun Perekaman 2002

Name	Cell X	Cell Y	Easting	Northing	RMS	(X-Xrata-rata) ²
1	1343.95	392.09	669753.89	9240939.77	0.26	0.000
2	640.26	3024.67	659100.75	9201455.9	0.10	0.025
3	104.37	1327.13	651049.66	9226932.98	0.15	0.011
4	700.93	538.71	660053.06	9238753.99	0.38	0.150
5	1023.15	923.29	664912.20	9232973.84	0.14	0.013
6	903.76	1355.79	663101.01	9226495.00	0.43	0.030
7	1602.08	1090.57	673639.39	9230453.06	0.10	0.025
8	1704.71	1475.32	675183.17	9224676.95	0.32	0.003
9	598.63	1117.60	658509.81	9230057.01	0.81	0.306
10	698.11	734.11	660012.69	9235823.69	0.25	0.000
11	1831.42	2340.87	677073.06	9211686.56	0.28	0.001
12	1325.86	2623.90	669446.89	9207459.00	0.33	0.005
13	1480.52	2304.83	671781.06	9212237.88	0.16	0.009
14	1890.54	2692.40	677960.41	9206416.48	0.10	0.025
15	1578.01	3034.26	673240.94	9201294.34	0.13	0.016
16	1108.05	3135.08	666153.39	9199790.00	0.11	0.022
17	410.80	3676.65	655624.56	9191682.05	0.35	0.005
18	1537.06	3529.89	672614.48	9193859.24	0.14	0.014
19	1431.43	4129.56	671008.63	9184859.33	0.25	0.000
20	942.80	4160.89	663643.77	9184397.05	0.35	0.162

Total RMS Error : 5.14

Avarage RMS Error : 0.257

Total (X-Xrata-rata)² : 0.822

Perhitungan standart deviasi untuk data hasil koreksi geometrik pada citra

Landsat 7 ETM tahun perekaman 2002 adalah sebagai berikut:

□ Jumlah titik sekutu adalah 20 titik

□ Jumlah nilai RMS error: 5.14

□
$$Xrata - rata = \frac{\Sigma RMS\ error}{Titik\ Sekutu}$$

□
$$Xrata - rata = \frac{5,14}{20} = 0.257$$

□
$$Jumlah\ (X - Xrata - rata)^2 = 0.822$$

□ Nilai RMS Error Citra = 0.822 x 30 meter

= 24,66 meter

Tabel 4.2. Hasil GCP Citra Landsat Tahun Perekaman Tahun 1997

Name	Cell X	Cell Y	Easting	Northing	RMS	(X-Xrata-rata) ²
1	1935.01	421.53	671715.18	9243011.96	0.19	0.062
2	2331.24	2283.77	683648.35	9189062.91	0.13	0.122
3	1261.20	2174.85	651034.35	9190127.99	0.16	0.092
4	1778.32	1635.96	666856.88	9206450.40	0.39	0.019
5	1266.03	925.63	651293.75	9227704.99	0.38	0.016
6	1858.15	892.40	669348.91	9228822.70	0.40	0.022
7	1979.04	2203.44	672924.05	9189416.85	0.19	0.004
8	1529.69	555.45	659347.17	9238901.94	0.21	0.002
9	2329.39	1700.97	659347.44	9204596.00	0.14	0.112
10	1824.84	1126.95	668300.66	9221766.96	0.15	0.102
11	1721.25	2481.70	665035.79	9180986.95	0.16	0.008
12	1627.94	725.29	662327.31	9233819.89	0.37	0.014
13	1904.05	695.12	670765.76	9234782.26	0.43	0.032
14	1650.82	901.51	663020.36	9228512.76	0.10	0.023
15	2134.43	1639.67	677706.43	9206392.28	0.43	0.032
16	2042.16	2011.99	674857.95	9195196.44	0.36	0.012
17	1805.67	1551.58	667677.84	9208991.26	0.29	0.001
18	1661.95	1959.76	663270.81	9196690.72	0.32	0.005
19	2064.70	1165.70	675609.46	9220648.19	0.17	0.007
20	1921.66	1687.31	971213.25	9204929.81	0.06	0.037

Total RMS Error : 5.03
 Average RMS Error : 0.252
 Total (X-Xrata-rata)² : 0.724

Sedangkan perhitungan standart deviasi untuk data hasil koreksi geometrik pada citra Landsat TM tahun perekaman 1997 adalah sebagai berikut:

□ Jumlah titik sekutu adalah 20 titik

□ Jumlah nilai RMS error: 5,03

□
$$Xrata - rata = \frac{\Sigma RMS\ error}{TitikSekutu}$$

$$Xrata - rata = \frac{5,03}{20} = 0.252$$

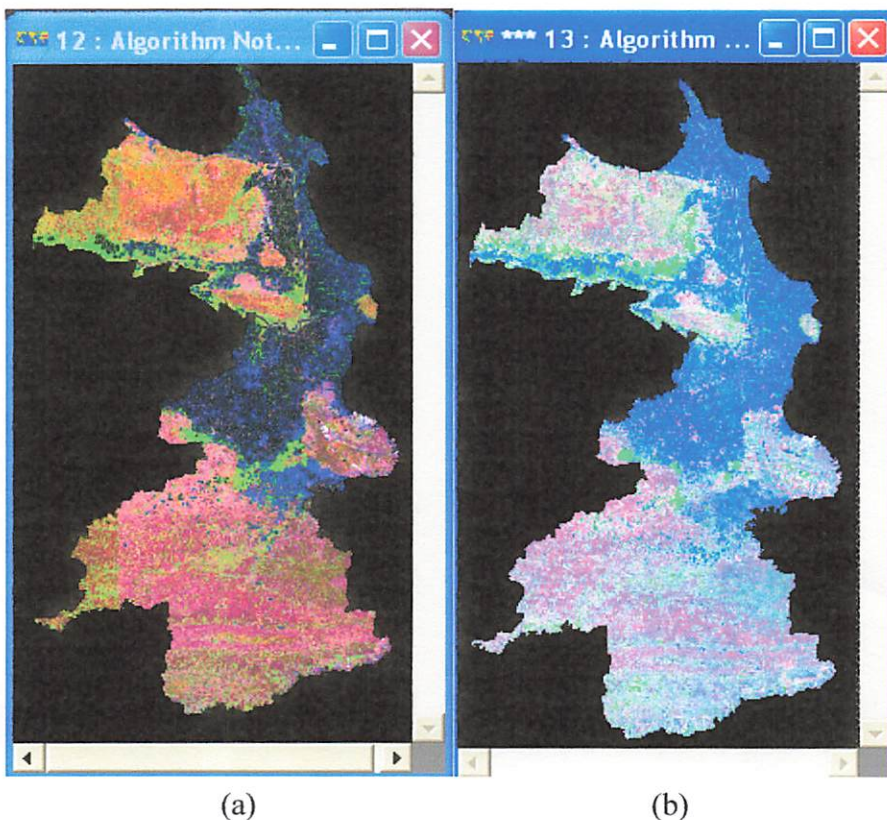
□ Jumlah (X-Xrata-rata)² = 0.724

□ Nilai RMS Error Citra = 0.724 x 30 meter

$$47 = 21.72\ meter$$

4.1.3. Analisa *Cropping* Citra Landsat

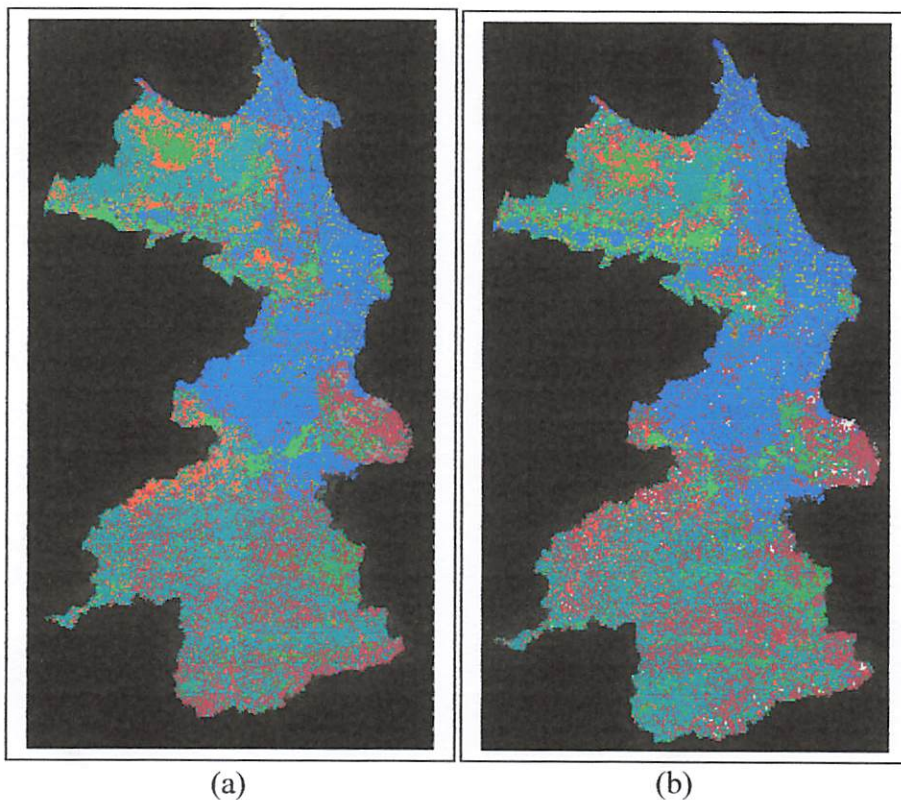
Data raster yang didapat kadang –kadang berlebih dari data yang diperlukan, Seperti data yang mencakup Jawa Timur, dimana yang dibutuhkan dalam penelitian hanya daerah Kabupaten Gresik. Maka dilakukan *cropping* atau pemotongan data citra tersebut sesuai dengan batas administrasi daerah penelitian, yaitu Kabupaten Gresik. Hal ini untuk memperkecil besar *file* yang digunakan serta mempercepat proses-proses dalam Er Mapper dibandingkan dengan mengolah data citra yang lebih besar. Pemotongan image dalam penelitian ini dilakukan setelah proses koreksi geometrik, Citra Landsat tahun perekaman 2002 dan 1997 tampak pada gambar berikut:



Gambar 4.2 Tampilan Citra Landsat Hasil Pemotongan Terhadap Batas Kabupaten Gresik. (a) Citra Landsat Perekaman Tahun 1997 dan (b) Citra Landsat Perekaman Tahun 2002

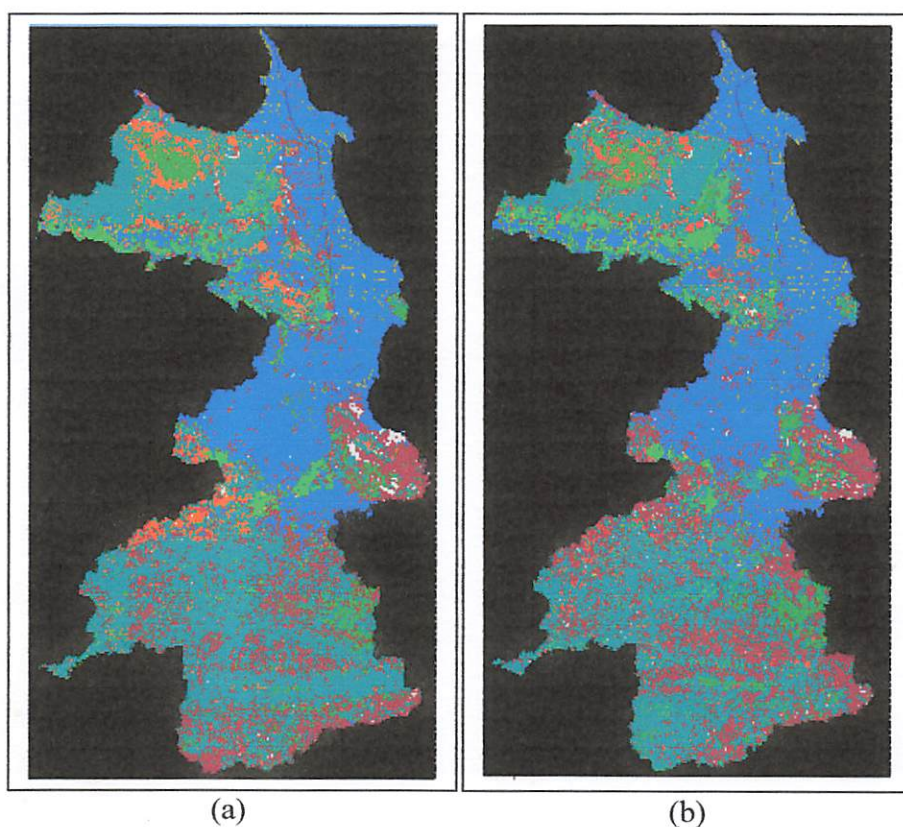
4.1.4. Klasifikasi Terbimbing (*Supervised Classification*)

Klasifikasi citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah klasifikasi terbimbing dengan metode *maximum likelihood* karena metode ini paling optimal dibandingkan dengan metode-metode lainnya, dengan metode tersebut komputer dapat mengevaluasi secara kuantitatif varian maupun korelasi pola tanggapan spektral kelas ketika mengklasifikasi piksel yang tidak dikenal. Sehingga metode *maximum likelihood* dapat mengatasi yang tidak dapat diselesaikan secara teliti dengan metode-metode lainnya. Klasifikasi terbimbing dilakukan pada citra Landsat ETM tahun perekaman tahun 2002 dan tahun perekaman 1997, hasil klasifikasi citra dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.3. (a) Tampilan Citra Landsat TM Tahun 1997 Hasil Klasifikasi dan (b) Tampilan Citra Landsat ETM Tahun 2002 Hasil Klasifikasi

Citra hasil klasifikasi yang diperoleh terkadang tidak sesuai dengan keinginan , yang disebabkan oleh poligon kelas yang dihasilkan terlalu kecil dan sangat banyak sehingga perlu dilakukan generalisasi dengan menggunakan metode *filtering*. Penggunaan teknik *filtering* dilakukan setelah proses klasifikasi yang bertujuan untuk memperbaiki kecermatan pemetaan lahan. Penelitian ini menggunakan fungsi *filter majority*. Berikut hasil citra Landsat ETM tahun perekaman 2002 dan tahun perekaman 1997 yang telah difilter:



Gambar 4.4. (a) Tampilan Citra Landsat TM Tahun 1997 Hasil *Filtering* dan
(b) Tampilan Citra Landsat ETM Tahun 2002 Hasil *Filtering*

Klasifikasi terbimbing dalam penelitian ini dibagi 9 kelas tutupan lahan , dengan nama-nama dan warna *region* yaitu:

1. Warna (■): Tutupan lahan mangrove
2. Warna (□): Tutupan awan
3. Warna (■): Tutupan lahan tubuh air
4. Warna (■): Tutupan lahan tambak
5. Warna (■): Tutupan lahan Pemukiman
6. Warna (■): Tutupan lahan kosong
7. Warna (■): Tutupan lahan ladang
8. Warna (■): Tutupan lahan kebun
9. Warna (■): Tutupan lahan sawah

Dari klasifikasi terbimbing dengan kelas-kelas tutupan lahan diatas, diperoleh peta tutupan lahan masing – masing citra Landsat yaitu citra Landsat perekaman tahun 1997 dan tahun perekaman tahun 2002. Untuk perubahan tutupan lahannya diperoleh dengan membandingkan luasan kedua peta tutupan lahan.

4.1.5. Analisa Luasan Tutupan Lahan

Untuk memperoleh luasan dari setiap kelas, maka file yang berisikan kelas-kelas dilakukan “*Calculate Static*” terlebih dahulu. Kemudian dari menu bar pilih “View” → “*Area Summary Report*” maka secara otomatis akan tampak luasan tiap kelas, dimana hasil luasan dari vegetasi, tambak, air, lahan terbuka dan lahan terbangun. Hasil luasan tiap kelas pada citra Landsat tahun perekaman 2002 dan tahun 1997 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.3. Data Nilai Luasan tiap Kelas Citra Landsat ETM Perokaman Tahun 2002

NO	JENIS KELAS	LUAS (Km)	Prosentase (%)
1	Kebun	6.422	6.222
2	Ladang	36.528	35.393
3	Lahan Kosong	3.360	3.256
4	Mangrove	1.058	1.025
5	Pemukiman	20.753	20.108
6	Sawah	4.045	3.919
7	Tambak	30.358	29.414
8	Tubuh Air	9.893	0.663
Jumlah		103.208	99.97

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

1. Kelas kebun diperoleh luasan 6.422 Km², maka prosentase untuk Lahan Kebun (X Kebun) adalah:

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

Keterangan:

N = Luasan Keseluruhan Kelas

Li = Luasan Pada Setiap Kelas

Maka:

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

$$X \text{ Kebun} = \frac{6.422}{103.208} * 100\% = 6,222\%$$

2. Kelas Ladang diperoleh luasan 36,528 Km², maka prosentase untuk Lahan ladang (X Ladang) adalah:

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

$$X \text{ Ladang} = \frac{36.528}{103.208} * 100\% = 35.393\%$$

3. Kelas Lahan Kosong diperoleh luasan 3.360 Km², maka prosentase untuk Lahan kosong (X Lahan kosong) adalah:

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

$$X \text{ LahanKosong} = \frac{3.360}{103.208} * 100\% = 3.256\%$$

4. Kelas Mangrove diperoleh luasan 1.058 Km², maka prosentase untuk Lahan Mangrove (X Mangrove) adalah:

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

$$X \text{ Mangrove} = \frac{1.058}{103.208} * 100\% = 1.025\%$$

5. Kelas Pemukiman diperoleh luasan 20.753 Km², maka prosentase untuk Lahan pemukiman (X Pemukiman) adalah:

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

$$X \text{ Pemukiman} = \frac{20.753}{103.208} * 100\% = 20.108\%$$

6. Kelas Sawah diperoleh luasan 4.045 Km², maka prosentase untuk Lahan sawah (X Sawah) adalah:

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

$$X \text{ Sawah} = \frac{4.045}{103.208} * 100\% = 3.919\%$$

7. Kelas Tambak diperoleh luasan 30.358 Km², maka prosentase untuk Lahan tambak (X Tambak) adalah:

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

$$X \text{ Tambak} = \frac{30.358}{103.208} * 100\% = 29.414\%$$

8. Kelas Tubuh air diperoleh luasan 9.893 Km², maka prosentase untuk Lahan tubuh air (X Tubuh air) adalah:

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

$$X \text{ Tubuh air} = \frac{0.684}{103.208} * 100\% = 0.663\%$$

Tabel 4.4. Data Nilai Luasan tiap Kelas Citra Landsat TM Perekaman Tahun 1997

NO	JENIS KELAS	LUAS (Km)	Prosentase (%)
1	Kebun	11.552	11.210
2	Ladang	37.967	36.843
3	Lahan Kosong	5.957	5.780
4	Mangrove	0.768	0.745
5	Pemukiman	13.437	13.039
6	Sawah	3.893	3.778
7	Tambak	29.098	28.237
8	Tubuh Air	0.380	0.369
Jumlah		103.051	100

Dari data table 4.4. tersebut maka dapat dihitung prosentase tingkat kerapatan masing-masing kelas sebagai berikut:

1. Kelas Kebun diperoleh luasan 11.552 Km², maka prosentase untuk Lahan Kebun (X Kebun) adalah:

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

$$X \text{ Kebun} = \frac{11.552}{103.051} * 100\% = 11.210\%$$

2. Kelas Ladang diperoleh luasan 37.967 Km², maka prosentase untuk Lahan ladang (X Ladang) adalah:

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

$$X \text{ Ladang} = \frac{37.967}{103.051} * 100\% = 36.843\%$$

3. Kelas Lahan Kosong diperoleh luasan 5.957 Km², maka prosentase untuk Lahan kosong (X Lahan kosong) adalah:

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

$$X \text{ LahanKosong} = \frac{5.957}{103.051} * 100\% = 5.780\%$$

4. Kelas Mangrove diperoleh luasan 0.768 Km², maka prosentase untuk Lahan Mangrove (X Mangrove) adalah:

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

$$X \text{ Mangrove} = \frac{0.768}{103.051} * 100\% = 0.745\%$$

5. Kelas Pemukiman diperoleh luasan 13.437 Km², maka prosentase untuk Lahan pemukiman (X Pemukiman) adalah:

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

$$X \text{ Pemukiman} = \frac{13.437}{103.051} * 100\% = 13.039\%$$

6. Kelas Sawah diperoleh luasan 3.893 Km², maka prosentase untuk Lahan sawah (X Sawah) adalah:

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

$$X \text{ Sawah} = \frac{3.893}{103.051} * 100\% = 3.778\%$$

7. Kelas Tambak diperoleh luasan 29.098 Km², maka prosentase untuk Lahan tambak (X Tambak) adalah:

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

$$X \text{ Tambak} = \frac{29.098}{103.051} * 100\% = 28.237\%$$

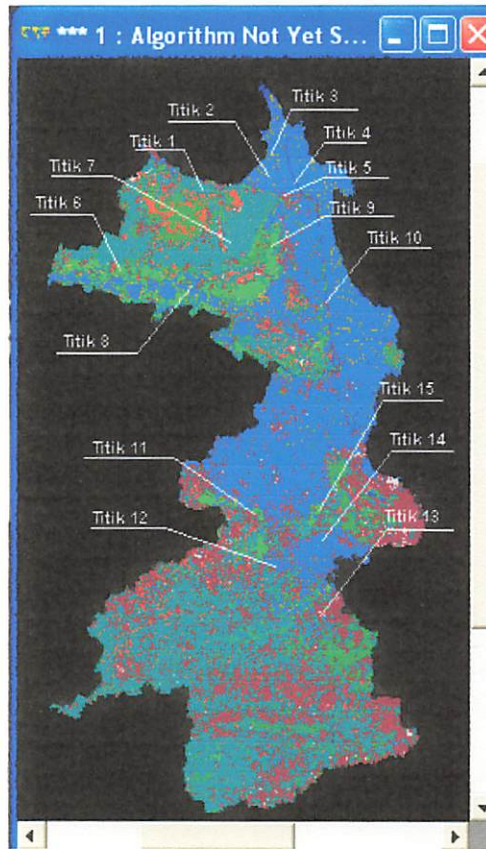
8. Kelas Tubuh air diperoleh luasan 0.380 Km², maka prosentase untuk Lahan Tubuh air (X Tubuh air) adalah:

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

$$X \text{ Tubuh air} = \frac{0.380}{103.051} * 100\% = 0.369\%$$

4.1.6. Pengecekan Lapangan Atau Verifikasi Lapangan

Tujuan dari pengecekan lapangan atau verifikasi lapangan adalah untuk memperoleh kebenaran informasi dari hasil klasifikasi yang telah dilakukan, apakah sudah benar atau masih salah. Dalam penelitian ini verifikasi lapangan dilakukan pada daerah meragukan dari proses klasifikasi dan titik verifikasi lapangan dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5. Titik-titik Cek Lapangan

Hasil gambar atau foto dari tiap-tiap titik hasil verifikasi lapangan sebagai berikut:



Gambar 4.6. Lokasi Titik Verifikasi Lapangan 1, Jenis Lahan: Ladang



Gambar 4.7. Lokasi Titik Verifikasi Lapangan 2, Jenis Lahan: Tambak



Gambar 4.8. Lokasi Titik Verifikasi Lapangan 3, Jenis Lahan: Tambak



Gambar 4.9. Lokasi Titik Verifikasi Lapangan 4, Jenis Lahan: Tubuh Sungai



Gambar 4.10. Lokasi Titik Verifikasi Lapangan 5, Jenis Lahan: Pemukiman



Gambar 4.11. Lokasi Titik Verifikasi Lapangan 6, Jenis Lahan: Sawah



Gambar 4.12. Lokasi Titik Verifikasi Lapangan 7, Jenis Lahan: Ladang



Gambar 4.13. Lokasi Titik Verifikasi Lapangan 8, Jenis lahan: Tambak



Gambar 4.14. Lokasi Titik Verifikasi Lapangan 9, Jenis Lahan: Sawah



Gambar 4.15. Lokasi Titik Verifikasi Lapangan 10, Jenis Lahan: Mangrove



Gambar 4.16. Lokasi Titik Verifikasi Lapangan 11, Jenis Lahan: Sawah



Gambar 4.17. Lokasi Titik Verifikasi Lapangan 12, Jenis Lahan: Tambak



Gambar 4.18. Lokasi Titik Verifikasi Lapangan 13, Jenis Lahan: Pemukiman



Gambar 4.19. Lokasi Titik Verifikasi Lapangan 14, Jenis Lahan: Tambak



Gambar 4.20. Lokasi Titik Verifikasi Lapangan 15, Jenis Lahan: Sawah

Tabel 4.5. Tabel Verifikasi Lapangan yang Menunjukkan Perbedaan antara Hasil Klasifikasi dengan Keadaan di Lapangan

TTIK CEK LAPANGAN	KOORDINAT		HASIL KLASIFIKASI CITRA	DATA DI LAPANGAN
	EASTING	NORTHING		
1	664658.29	9235733.39	Ladang	Ladang
2	670461.81	9237096.26	Tambak	Tambak
3	670804.50	9238966.12	Tambak	Tambak
4	672843.88	9236402.92	Tubuh Air	Tubuh Air
5	671790.31	9235255.63	Ladang	Pemukiman
6	657325.74	9228733.54	Sawah	Sawah
7	667049.75	9231121.23	Ladang	Ladang
8	663640.54	9227371.08	Tambak	Tambak

9	670798.86	9230775.87	Sawah	Sawah
10	674805.24	9228043.32	Mangrove	Mangrove
11	669297.31	9207303.46	Sawah	Sawah
12	671135.29	9202639.59	Tambak	Tambak
13	675060.67	9198254.58	Pemukiman	Pemukiman
14	675234.02	9204860.24	Tambak	Tambak
15	674896.71	9207589.20	Ladang	Sawah

Ketelitian klasifikasi citra sebelum filter dan sesudah filter dihitung dengan metode *Kappa statistik*, Hasil Perhitungan statistik dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6. Matrik Confusion

Klasifikasi tutupan lahan	Mangrove	Tubuh air	Tambak	Pemukiman	Lahan kosong	Ladang	Kebun	Sawah	<i>Row total</i>
Mangrove	13208	3	735	12	0	9	225	143	14335
Tubuh air	0	22806	3612	0	0	0	1	0	26419
Tambak	5647	12876	283476	5932	130	1450	2565	56	312132
Pemukiman	9	0	2273	193833	5207	31420	662	108	233512
Lahan kosong	0	0	1	1860	36078	2632	624	0	41195
Ladang	12	0	653	46624	11586	317574	15191	5768	397408
Kebun	176	0	533	854	930	7111	66085	540	76229
Sawah	473	0	40	145	2	2324	840	42073	45897
<i>Column total</i>	19525	35685	291323	249260	53933	362520	86193	48688	1147127

Dari tabel diatas dapat diketahui prosentase nilai ketelitian, yang dihitung dari:

$$\begin{aligned} \text{Ketelitian} &= \frac{\text{Jumlah pixel utama}}{\text{Jumlah pixel Keseluruhan}} * 100\% \\ &= \frac{975133}{1147127} * 100\% = 85\% \end{aligned}$$

Matrik Confusion adalah matrik yang menghubungkan antara satu kelas dengan kelas yang lain, ketelitian klasifikasi diatas diperoleh 85 %. Berarti hasil klasifikasi dapat diterima dimana tingkat ketelitian klasifikasi minimum dengan menggunakan penginderaan jauh harus tidak kurang dari 85%.

4.1.7. Analisa Perubahan Tutupan Lahan

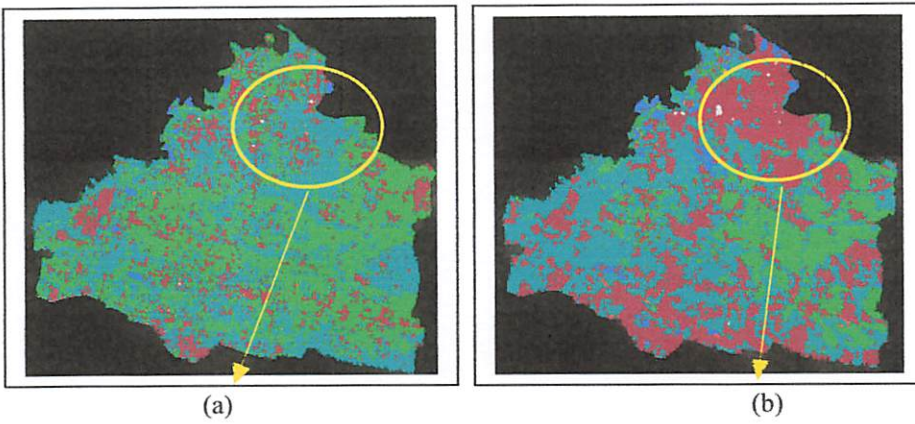
Dari hasil klasifikasi diperoleh masing-masing luasan, yang selanjutnya dari data luasan tersebut dapat diketahui perubahannya dengan membandingkan data luasan tutupan lahan tahun 1997 dan tutupan lahan tahun 2002. Perubahan Luasan tutupan lahan dari tahun 1997 sampai dengan tahun 2002 sesuai dengan kelas tutupan lahan dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7. Data Perubahan Tutupan Lahan Tahun 1997 sampai dengan Tahun 2002

NO	JENIS KELAS	1997	2002	1997	2002	PERUBAHAN	PROSENTASE
		LUAS (Ha)	LUAS (Ha)	Pixel	Pixel		
1	Kebun	11551.840	6421.840	145376	71952	73424	12,5%
2	Ladang	37967.040	36528.040	376928	49248	327680	55,8%
3	Lahan Kosong	5957.280	3359.520	56848	36704	20144	3,4%
4	Mangrove	767.520	1058.400	3856	11440	7584	1,2%
5	Pemukiman	13437.000	20753.280	131744	230512	98768	16,8%
6	Sawah	3893.240	4044.960	32128	45552	13424	2,2%
7	Tambak	29097.680	30358.080	294784	337616	42832	7,3%
8	Tubuh Air	379.600	684.040	4896	7456	2560	0,4%
Jumlah		103812.960	103812.960			586416	99,72

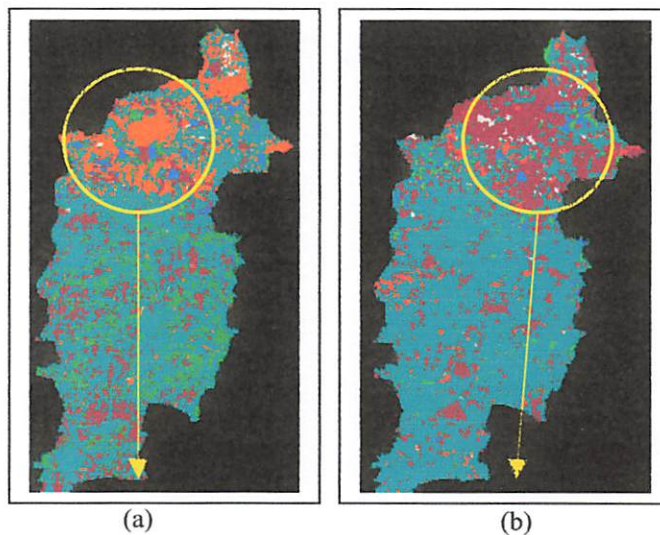
Dari data perubahan tutupan lahan di Kabupaten Gresik menunjukkan prosentase perubahan yang terbesar dan beberapa Kecamatan mengalami perubahan tersebut adalah:

1. Perubahan jenis lahan ladang mengalami penyusutan sebesar 55.8 %. Perubahan lahan ladang paling menonjol berada di daerah Kecamatan Menganti yang berubah menjadi ladang pemukiman. Gambar (a) menunjukkan citra klasifikasi tahun 1997 jenis tutupan lahan mayoritas adalah ladang yang ditunjukkan dengan warna hijau sedangkan (b) menunjukkan citra klasifikasi tahun 2002 dengan jenis tutupan mayoritas adalah pemukiman yang ditunjukkan warna coklat muda. Seperti pada gambar 4.21. berikut ini:



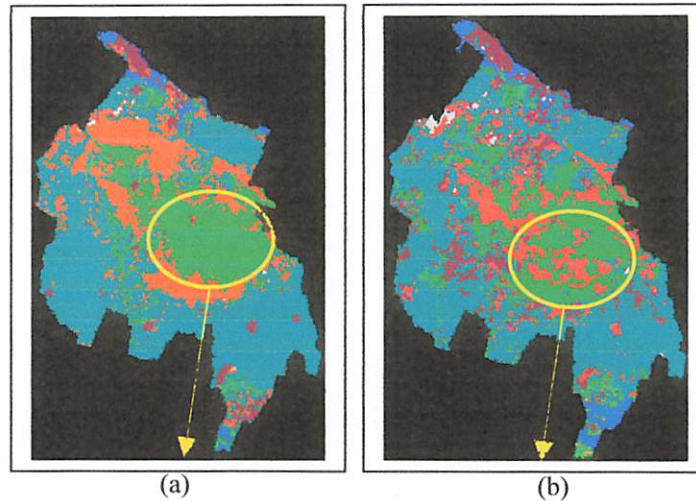
Gambar 4.21. Tampilan Citra yang Mengalami Perubahan Luasan dari Lahan Ladang menjadi Pemukiman

2. Perubahan jenis lahan pemukiman mengalami penambahan luasan sebesar 16.8 %. Perubahan yang menonjol pada lahan pemukiman terjadi di daerah Kecamatan Benjeng. Gambar (a) Citra Klasifikasi tahun 1997 yang menunjukkan sedikit pemukiman (warna coklat muda). (b) Citra klasifikasi tahun 2002 yang menunjukkan perubahan penambahan lahan pemukiman (warna coklat muda)



Gambar 4.22. Tampilan Citra yang Mengalami Perubahan Luasan dari Lahan Kosong menjadi Pemukiman

3. Perubahan Jenis lahan kebun mengalami penyusutan sebesar 12,5%. Perubahan yang menonjol pada lahan kebun terjadi di daerah Kecamatan Panceng. Gambar (a) Citra klasifikasi tahun 1997 yang menunjukkan mayoritas merupakan lahan kebun (warna hijau tua), sedangkan (b) Citra klasifikasi tahun 2002 yang menunjukkan perubahan menjadi lahan kosong (warna orange).



Gambar 4.23. Tampilan Citra yang Mengalami Perubahan Luasan dari Lahan Kebun menjadi Lahan Kosong

Kelemahan-kelemahan dalam pengolahan citra penginderaan jauh:

- Jarak verifikasi lapangan yang terlalu jauh dengan data acuan (peta tutupan lahan) memungkinkan data hasil verifikasi lapangan tidak sesuai atau tidak *up date*.
- Data dua citra dengan bulan perekaman yang berbeda, memungkinkan kurangnya kecermatan dalam interpretasi citra. Misalnya: citra landsat th. 2002 direkam pada bulan februari (musim hujan). Dan citra landsat th.1997 direkam bulan april (musim panas). Perbedaan musim ini menyebabkan keraguan dalam interpretasi.

- Interpretasi juga ditentukan resolusi citra yang digunakan, dimana citra landsat yang mempunyai resolusi 30m. Perlu dilakukan beberapa penggunaan kunci interpretasi dan verifikasi lapangan sehingga dapat menginterpretasikan citra secara tepat.

Untuk data nilai luasan perkecamatan dan luasan perubahannya dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini:

Tabel 4.8. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Balongpanggang

NO	KELAS TUTUPAN LAHAN	TUTUPAN LAHAN TAHUN 1997 (Ha)	TUTUPAN LAHAN TAHUN 2002 (Ha)	JUMLAH PERUBAHAN (Ha)	KETERANGAN PERUBAHAN
1	Tutupan awan	4.320	28.800	-	-
2	Kebun	155.520	21.600	133.920	Penyusutan
3	Ladang	3935.520	3984.480	48.960	Penambahan
4	Lahan Kosong	529.920	332.640	197.280	Penyusutan
5	Mangrove	0.000	0.000	0.000	-
6	Pemukiman	1421.280	1720.800	299.520	Penambahan
7	Sawah	112.320	64.800	47.520	Penyusutan
8	Tambak	10.080	15.840	5.760	Penambahan
9	Tubuh Air	0.000	0.000	0.000	Penambahan
	Jumlah	6168.960	6168.960	732.960	-

Tabel 4.9. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Benjeng

NO	KELAS TUTUPAN LAHAN	TUTUPAN LAHAN TAHUN 1997 (Ha)	TUTUPAN LAHAN TAHUN 2002 (Ha)	JUMLAH PERUBAHAN (Ha)	KETERANGAN PERUBAHAN
1	Tutupan awan	30.240	64.800	-	-
2	Kebun	728.640	40.320	688.320	Penyusutan
3	Ladang	3719.520	4455.360	735.840	Penambahan
4	Lahan Kosong	908.640	256.320	652.320	Penyusutan
5	Mangrove	0.000	4.320	4.320	Penambahan
6	Pemukiman	1059.720	1565.280	505.560	Penambahan
7	Sawah	27.480	123.840	96.360	Penambahan
8	Tambak	132.480	96.480	36.000	Penyusutan
9	Tubuh Air	0.000	0.000	0.000	-
	Jumlah	6606.720	6606.720	2718.720	-

Tabel 4.10. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Dukun

NO	KELAS TUTUPAN LAHAN	TUTUPAN LAHAN TAHUN 1997 (Ha)	TUTUPAN LAHAN TAHUN 2002 (Ha)	JUMLAH PERUBAHAN (Ha)	KETERANGAN PERUBAHAN
1	Tutupan awan	1.440	4.320	-	-
2	Kebun	308.160	581.760	273.600	Penyusutan
3	Ladang	2760.480	1984.320	776.160	Penyusutan
4	Lahan Kosong	740.160	155.520	584.640	Penyusutan
5	Mangrove	234.720	282.240	47.520	Penambahan
6	Pemukiman	341.280	401.760	60.480	Penambahan
7	Sawah	1188.000	1363.680	175.680	Penambahan
8	Tambak	910.080	1690.560	780.480	Penambahan
9	Tubuh Air	1.440	21.600	20.160	Penambahan
Jumlah		6485.760	6485.760	2718.720	-

Tabel 4.11. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Ujungpangkah

NO	KELAS TUTUPAN LAHAN	TUTUPAN LAHAN TAHUN 1997 (Ha)	TUTUPAN LAHAN TAHUN 2002 (Ha)	JUMLAH PERUBAHAN (Ha)	KETERANGAN PERUBAHAN
1	Tutupan awan	106.560	56.160	-	-
2	Kebun	453.600	696.960	243.360	Penambahan
3	Ladang	2962.080	2540.160	421.920	Penyusutan
4	Lahan Kosong	689.760	407.520	282.240	Penyusutan
5	Mangrove	168.480	227.520	59.040	Penambahan
6	Pemukiman	681.120	601.920	79.200	Penyusutan
7	Sawah	272.160	426.240	154.080	Penambahan
8	Tambak	5567.600	5767.200	199.600	Penambahan
9	Tubuh Air	131.920	309.600	177.680	Penambahan
Jumlah		11033.280	11033.280	1617.120	-

Tabel 4.12. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Panceng

NO	KELAS TUTUPAN LAHAN	TUTUPAN LAHAN TAHUN 1997 (Ha)	TUTUPAN LAHAN TAHUN 2002 (Ha)	JUMLAH PERUBAHAN (Ha)	KETERANGAN PERUBAHAN
1	Tutupan awan	23.040	53.280	-	-
2	Kebun	1363.680	1378.080	14.400	Penambahan
3	Ladang	3123.360	3006.720	116.640	Penyusutan
4	Lahan Kosong	1370.880	960.480	410.400	Penyusutan
5	Mangrove	0.000	15.840	15.840	Penambahan
6	Pemukiman	298.080	604.800	306.720	Penambahan
7	Sawah	51.840	119.520	67.680	Penambahan
8	Tambak	128.160	246.240	118.080	Penambahan
9	Tubuh Air	38.880	12.960	25.920	Penyusutan
Jumlah		6397.920	6397.920	1075.680	-

Tabel 4.13. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Wringinanom

NO	KELAS TUTUPAN LAHAN	TUTUPAN LAHAN TAHUN 1997 (Ha)	TUTUPAN LAHAN TAHUN 2002 (Ha)	JUMLAH PERUBAHAN (Ha)	KETERANGAN PERUBAHAN
1	Tutupan awan	31.680	36.000	-	-
2	Kebun	174.240	152.640	21.600	Penyusutan
3	Ladang	4358.880	4370.000	11.120	Penambahan
4	Lahan Kosong	44.640	44.640	0.000	Penambahan
5	Mangrove	4.320	11.520	7.200	Penambahan
6	Pemukiman	1471.280	1458.720	12.560	Penyusutan
7	Sawah	95.040	100.800	5.760	Penambahan
8	Tambak	25.920	31.680	5.760	Penambahan
9	Tubuh Air	0.000	0.000	0.000	-
Jumlah		6206.000	6206.000	64.000	-

Tabel 4.14. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Driyorejo

NO	KELAS TUTUPAN LAHAN	TUTUPAN LAHAN TAHUN 1997 (Ha)	TUTUPAN LAHAN TAHUN 2002 (Ha)	JUMLAH PERUBAHAN (Ha)	KETERANGAN PERUBAHAN
1	Tutupan awan	17.280	31.680	-	-
2	Kebun	996.560	336.960	659.600	Penyusutan
3	Ladang	3512.160	2515.680	996.480	Penyusutan
4	Lahan Kosong	43.200	99.360	56.160	Penambahan
5	Mangrove	0.000	0.000	0.000	-
6	Pemukiman	833.760	2361.600	1527.840	Penambahan
7	Sawah	24.400	51.840	27.440	Penambahan
8	Tambak	4.320	34.560	30.240	Penambahan
9	Tubuh Air	0.000	0.000	0.000	-
Jumlah		5431.680	5431.680	3297.760	-

Tabel 4.15. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Kedamean

NO	KELAS TUTUPAN LAHAN	TUTUPAN LAHAN TAHUN 1997 (Ha)	TUTUPAN LAHAN TAHUN 2002 (Ha)	JUMLAH PERUBAHAN (Ha)	KETERANGAN PERUBAHAN
1	Tutupan awan	4.320	8.640	-	-
2	Kebun	940.880	260.640	680.240	Penyusutan
3	Ladang	4070.880	3666.240	404.640	Penyusutan
4	Lahan Kosong	86.400	92.160	5.760	Penambahan
5	Mangrove	0.000	0.000	0.000	-
6	Pemukiman	1539.360	2589.120	1049.760	Penambahan
7	Sawah	22.480	31.680	9.200	Penambahan
8	Tambak	14.400	33.120	18.720	Penambahan
9	Tubuh Air	2.880	0.000	2.880	Penyusutan
Jumlah		6681.600	6681.600	2171.200	-

Tabel 4.16. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Menganti

NO	KELAS TUTUPAN LAHAN	TUTUPAN LAHAN TAHUN 1997 (Ha)	TUTUPAN LAHAN TAHUN 2002 (Ha)	JUMLAH PERUBAHAN (Ha)	KETERANGAN PERUBAHAN
1	Tutupan awan	7.200	5.760	-	-
2	Kebun	3058.560	1238.400	1820.160	Penyusutan
3	Ladang	2848.320	2985.120	136.800	Penambahan
4	Lahan Kosong	17.280	25.920	8.640	Penambahan
5	Mangrove	0.000	7.200	7.200	Penambahan
6	Pemukiman	1018.080	2561.760	1543.680	Penambahan
7	Sawah	12.960	34.560	21.600	Penambahan
8	Tambak	116.640	221.760	105.120	Penambahan
9	Tubuh Air	1.440	0.000	1.440	Penyusutan
Jumlah		7080.480	7080.480	3644.640	-

Tabel 4.17. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Cerme

NO	KELAS TUTUPAN LAHAN	TUTUPAN LAHAN TAHUN 1997 (Ha)	TUTUPAN LAHAN TAHUN 2002 (Ha)	JUMLAH PERUBAHAN (Ha)	KETERANGAN PERUBAHAN
1	Tutupan awan	2.880	8.640	-	-
2	Kebun	1006.560	223.200	783.360	Penyusutan
3	Ladang	2373.120	2848.320	475.200	Penambahan
4	Lahan Kosong	146.880	92.160	54.720	Penyusutan
5	Mangrove	4.320	41.760	37.440	Penambahan
6	Pemukiman	745.92	1270.080	524.160	Penambahan
7	Sawah	708.48	357.120	351.360	Penyusutan
8	Tambak	2180.16	2324.160	144.000	Penambahan
9	Tubuh Air	0.000	2.880	2.880	Penambahan
Jumlah		7168.320	7168.320	2373.120	-

Tabel 4.18. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Kebomas

NO	KELAS TUTUPAN LAHAN	TUTUPAN LAHAN TAHUN 1997 (Ha)	TUTUPAN LAHAN TAHUN 2002 (Ha)	JUMLAH PERUBAHAN (Ha)	KETERANGAN PERUBAHAN
1	Tutupan awan	182.880	80.640		
2	Kebun	574.080	368.640	205.440	Penyusutan
3	Ladang	456.480	432.960	23.520	Penyusutan
4	Lahan Kosong	74.880	64.800	10.080	Penyusutan
5	Mangrove	0.000	2.880	2.880	Penambahan
6	Pemukiman	1150.560	1488.960	338.400	Penambahan
7	Sawah	90.720	131.040	40.320	Penambahan
8	Tambak	542.880	508.320	34.560	Penyusutan
9	Tubuh Air	5.760	0.000	5.760	Penyusutan
Jumlah		3078.240	3078.240	660.960	

Tabel 4.19. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Duduksampeyan

NO	KELAS TUTUPAN LAHAN	TUTUPAN LAHAN TAHUN 1997 (Ha)	TUTUPAN LAHAN TAHUN 2002 (Ha)	JUMLAH PERUBAHAN (Ha)	KETERANGAN PERUBAHAN
1	Tutupan awan	8.640	14.400		
2	Kebun	136.800	69.120	67.680	Penyusutan
3	Ladang	918.720	776.160	142.160	Penyusutan
4	Lahan Kosong	401.760	128.160	273.600	Penyusutan
5	Mangrove	8.640	41.760	33.120	Penambahan
6	Pemukiman	516.960	1372.320	855.360	Penambahan
7	Sawah	220.320	306.720	86.400	Penambahan
8	Tambak	5922.720	5428.800	493.920	Penyusutan
9	Tubuh Air	4.320	1.440	2.880	Penyusutan
	Jumlah	8138.880	8138.880	1955.120	

Tabel 4.20. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Bungah

NO	KELAS TUTUPAN LAHAN	TUTUPAN LAHAN TAHUN 1997 (Ha)	TUTUPAN LAHAN TAHUN 2002 (Ha)	JUMLAH PERUBAHAN (Ha)	KETERANGAN PERUBAHAN
1	Tutupan awan	12.960	46.080		
2	Kebun	624.960	452.160	172.800	Penyusutan
3	Ladang	1598.400	1631.520	33.120	Penambahan
4	Lahan Kosong	501.120	302.400	198.720	Penyusutan
5	Mangrove	204.480	252.000	47.520	Penambahan
6	Pemukiman	495.360	561.600	66.240	Penambahan
7	Sawah	449.280	341.280	108.000	Penyusutan
8	Tambak	4796.640	4992.480	195.840	Penambahan
9	Tubuh Air	77.760	181.440	103.680	Penambahan
	Jumlah	8760.960	8760.960	925.920	

Tabel 4.21. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Sidayu

NO	KELAS TUTUPAN LAHAN	TUTUPAN LAHAN TAHUN 1997 (Ha)	TUTUPAN LAHAN TAHUN 2002 (Ha)	JUMLAH PERUBAHAN (Ha)	KETERANGAN PERUBAHAN
1	Tutupan awan	12.960	17.280		
2	Kebun	270.720	220.320	50.400	Penyusutan
3	Ladang	885.600	860.120	25.480	Penyusutan
4	Lahan Kosong	305.280	336.960	31.680	Penambahan
5	Mangrove	100.800	103.680	2.880	Penambahan
6	Pemukiman	334.080	347.040	12.960	Penambahan
7	Sawah	541.440	544.320	2.880	Penambahan
8	Tambak	1909.920	1929.600	19.680	Penambahan
9	Tubuh Air	28.800	30.280	1.480	Penambahan
	Jumlah	4389.600	4389.600	147.440	

Tabel 4.22. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Manyar

NO	KELAS TUTUPAN LAHAN	TUTUPAN LAHAN TAHUN 1997 (Ha)	TUTUPAN LAHAN TAHUN 2002 (Ha)	JUMLAH PERUBAHAN (Ha)	KETERANGAN PERUBAHAN
1	Tutupan awan	302.400	144.000		
2	Kebun	694.080	372.960	321.120	Penyusutan
3	Ladang	401.760	424.800	23.040	Penambahan
4	Lahan Kosong	76.320	60.480	15.840	Penyusutan
5	Mangrove	41.760	67.680	25.920	Penambahan
6	Pemukiman	1028.160	1283.040	254.880	Penambahan
7	Sawah	76.320	44.640	31.680	Penyusutan
8	Tambak	6811.200	6998.400	187.200	Penambahan
9	Tubuh Air	86.400	122.400	36.000	Penambahan
	Jumlah	9518.400	9518.400	895.680	

Tabel 4.23. Tutupan dan Perubahan Lahan Kecamatan Gresik

NO	KELAS TUTUPAN LAHAN	TUTUPAN LAHAN TAHUN 1997 (Ha)	TUTUPAN LAHAN TAHUN 2002 (Ha)	JUMLAH PERUBAHAN (Ha)	KETERANGAN PERUBAHAN
1	Tutupan wan	12.960	4.320		
2	Kebun	64.800	8.080	56.720	Penyusutan
3	Ladang	41.760	46.080	4.320	Penambahan
4	Lahan Kosong	20.160	0.000	20.160	Penyusutan
5	Mangrove	0.000	0.000	0.000	
6	Pemukiman	502.000	564.480	62.480	Penambahan
7	Sawah	0.000	2.880	2.880	Penambahan
8	Tambak	24.480	38.880	14.400	Penambahan
9	Tubuh Air	0.000	1.440	1.440	Penambahan
	Jumlah	666.160	666.160	162.400	

BAB V

PENUTUP

V.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan untuk mengetahui besarnya perubahan tutupan lahan yang terjadi di Kabupaten Gresik, dengan menggunakan citra Landsat 7 ETM Tahun perekaman 2002 dan perekaman tahun 1997 diketahui beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Pada proses koreksi geometri citra Landsat tahun perekaman tahun 1997 dan tahun 2002 , didapatkan *RMS error* citra sebesar 24,66m dan 21,72m yang masuk dalam batas toleransi yang diijinkan yaitu kurang dari 1 piksel atau sama dengan 30 meter.
2. Dari hasil matrik uji ketelitian hasil verifikasi lapangan terhadap klasifikasi dapat diketahui besarnya nilai ketelitian yaitu sebesar 85%.
3. Hasil data luasan perubahan tutupan lahan terbesar di Kabupaten Gresik terjadi pada jenis tutupan lahan ladang sebesar 55,8 % berubah menjadi pemukiman, lahan pemukiman 16,8 % terjadi penambahan dari lahan kosong, lahan kebun 12,5 % menjadi lahan kosong.
4. Perubahan tutupan lahan yang menonjol yaitu lahan ladang di Kecamatan Menganti dimana perubahan lahan ladang menjadi lahan pemukiman. Lahan kosong menjadi pemukiman terjadi di Kecamatan Benjeng dan perubahan lahan kebun menjadi lahan kosong terjadi di Kecamatan Panceng.

5. Dari data nilai luas perubahan tutupan lahan perkecamatan, dapat diketahui bahwa perubahan luas tutupan lahan terbesar terjadi di Kecamatan Menganti dengan nilai luas 3644.640Ha Dan untuk perubahan luasan terkecil terjadi di Kecamatan Gresik dengan jumlah luasan 162.400Ha.

V.2. Saran

Adapun saran-saran yang dapat diberikan berdasarkan pengalaman yang diperoleh selama proses penelitian mengenai “Pemanfaatan Citra Landsat Untuk Monitoring Perubahan Tutupan Lahan” adalah sebagai berikut:

1. Dalam melakukan monitoring perubahan lahan dengan mengolah data citra Landsat sebaiknya digunakan data-data yang terbaru sehingga tidak terdapat perbedaan yang terlalu jauh antara hasil pengolahan citra dengan keadaan di lapangan.
2. Peneliti dapat melakukan interpretasi digital untuk menentukan kelas kenampakan pada citra dengan baik sehingga diperoleh hasil yang maksimal.
3. Dalam melakukan interpretasi citra sebaiknya menggunakan beberapa kunci interpretasi sehingga didapatkan peta hasil klasifikasi dengan benar.
4. Sebaiknya citra yang digunakan dalam monitoring perubahan lahan menggunakan data citra dengan bulan perekaman yang sama, hal ini akan berpengaruh pada kenampakan citra.

DAFTAR PUSTAKA

- C.P. LO, 1996, *Penginderaan Jauh Terapan*, Cetakan Pertama, Universitas Indonesia (UI-press), Jakarta
- Danoedoro P., 1996, *Pengolahan Citra Digital*, Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Geoid, 2005, Vol.1, No.1, *Jurnal Geodesi, surveying, GPS, GIS, Penginderaan Jauh, Hidrografi, Pertanahan*, PSTG ITS.
- Lillsand, TM, and Kieffer R.W., 1979, *Penginderaan Jauh*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Muhammad, T., 2005, *Analisa Perubahan Lahan Untuk Wilayah Perkotaan Dengan Teknologi Penginderaan Jauh*, *Geoid*, vol. 1, No. 1, Agustus 2005
- Purwadhi F.S.H., 2001, *Interpretasi Citra Digital*, PT Grasindo, Anggota IKAPI
- Soesilo, I, 1994, *Teknologi Penginderaan Jauh Indonesia*, Aksara Buana, Jakarta
- Sutanto, 1994, *Penginderaan Jauh Jilid 1*, Gajah Mada Universiti Press, Yogyakarta
1994, *Penginderaan Jauh Jilid 2*, Gajah Mada Universiti Press, Yogyakarta
- Tri Raharjo, T.N., 2005, *Evaluasi Perubahan Tutupan Lahan Daerah Aliran Sungai Brantas Berdasarkan Citra Landsat ETM 7 Tahun 2002*, Teknik Geodesi, ITN



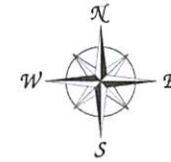
LAMPIRAN:

- ❖ **TABEL PERUBAHAN HASIL KLASIFIKASI TERHADAP
SAMPel REGION**
- ❖ **PETA TUTUPAN LAHAN KABUPATEN GRESIK TAHUN 2002**
- ❖ **PETA TUTUPAN LAHAN KABUPATEN GRESIK TAHUN 1997**

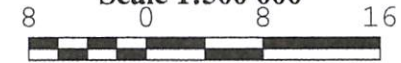
❖ Tabel perubahan hasil klasifikasi terhadap sampel region;

SAMPEL REGION	OBJEK AREA SAMPEL	HASIL SETELAH KLASIFIKASI TERBIMBING
Titik 1	KEBUN	KEBUN
	KEBUN	LAHAN_KOSONG
	KEBUN	PEMUKIMAN
	KEBUN	LADANG
Titik 2	PEMUKIMAN	PEMUKIMAN
	PEMUKIMAN	LAHAN_KOSONG
	PEMUKIMAN	LADANG
Titik 3	LAHAN_KOSONG	LAHAN_KOSONG
	LAHAN_KOSONG	KEBUN
Titik 4	SAWAH	SAWAH
Titik 5	LADANG	LADANG
	LADANG	KEBUN
	LADANG	LAHAN_KOSONG
	LADANG	PEMUKIMAN
Titik 6	TAMBAK	TAMBAK
	TAMBAK	MANGROVE
Titik 7	TUBUH_AIR	TUBUH_AIR
Titik 8	MANGROVE	MANGROVE

PETA TUTUPAN LAHAN KABUPATEN GRESIK



Scale 1:500 000

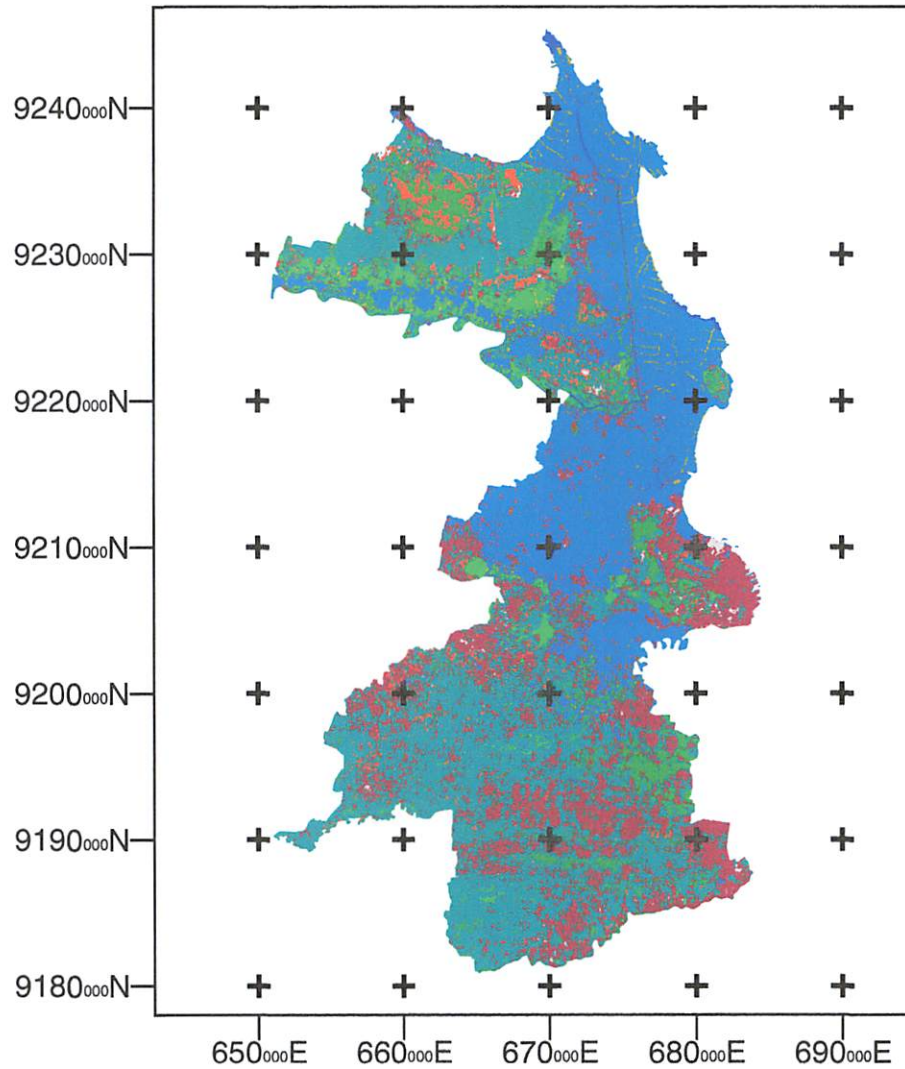


Kilometers

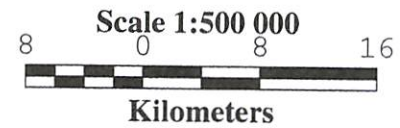
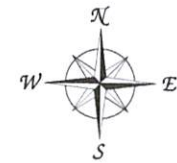
LEGENDA :

LADANG	TAMBAK	MANGROVE
KEBUN	PEMUKIMAN	TUTUPAN AWAN
SAWAH	LAHAN KOSONG	TUBUH AIR

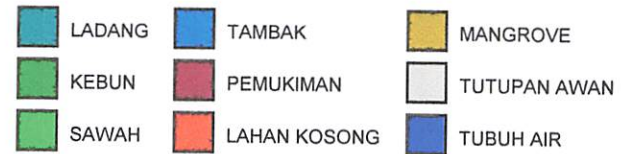
Sumber Data : Landsat ETM 7 Tahun 2002
Sistem Proyeksi : UTM
Datum : WGS 84
Zona : 49 S



PETA TUTUPAN LAHAN KABUPATEN GRESIK



LEGENDA :



Sumber Data : Landsat TM 7 Tahun 1997
 Sistem Proyeksi : UTM
 Datum : WGS 84
 Zona : 49 S

