

LAPORAN SKRIPSI

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

PEMANFAATAN CITRA LANDSAT ETM 7 UNTUK PEMETAAN KONDISI LINGKUNGAN DAS

*(Studi Kasus : Terjadinya Banjir Bulan November Tahun 2003 di DAS
Penguluran - Kecamatan Sumber Manjing Wetan - Kabupaten Malang)*



Disusun Oleh :

Osorio Xavier Da Costa

97.25.006

Bidang Ilmu :

FOTOGRAMETRI DAN REMOTE SENSING

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

INSTITUT TEKNIK SURABAYA

FAKULTAS TEKNIK ELEKTRO

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO

LABORATORIUM SISTEM tenaga listrik

Penelitian dan Pengujian Sistem tenaga listrik
Kedua Belah : Kiri : Busbar, Bus pemutus tenaga, pemutus tenaga, pemutus tenaga, pemutus tenaga
Kedua Belah : Kiri : Busbar, Bus pemutus tenaga, pemutus tenaga, pemutus tenaga, pemutus tenaga

Surabaya, 15 Desember 2015

Disetujui dan disahkan oleh

Dr. Ir. H. H. H. H.

Surabaya, 15 Desember 2015

Disetujui dan disahkan oleh

Dr. Ir. H. H. H. H.

Disetujui dan disahkan oleh

Dr. Ir. H. H. H. H.

Surabaya, 15 Desember 2015

Dr. Ir. H. H. H. H.

LEMBAR PERSETUJUAN

PEMANFAATAN CITRA LANDSAT ETM 7 UNTUK PEMETAAN KONDISI LINGKUNGAN DAS

*(Studi Kasus : Terjadinya Banjir Bulan November Tahun 2003 di DAS
Penguluran Kec. Sumber Manjing Wetan, Kab. Malang)*

TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam mencapai Gelar Sarjana
Teknik (ST) Strata Satu (S-1).

Oleh :

OSORIO XAVIER DA COSTA

97.25.006

Menyetujui :

Dosen Pembimbing,



(Ir. Pradono Johanes De Deo, MSi)

Mengetahui,

Plh. Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1



(Ir. Leo Pantimena, MSc)

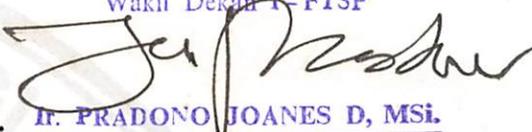
LEMBAR PENGESAHAN

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

Pada Hari/Tanggal : Selasa/13 Desember 2005.

MENGESAHKAN
Salinan / Foto copy sesuai dengan aslinya
Malang, 1/02/06
Wakil Dekan I - FTSP

Panitia Ujian Tugas Akhir :


I. PRADONO JOANES D, MSi.
NIP. 131 753 724

Ketua

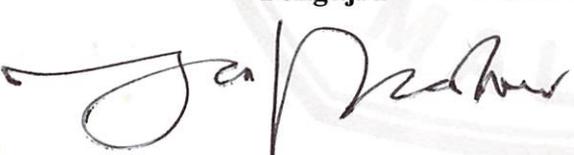

(Ir. A. Nurul Hidayati, MTP)
Dekan FTSP

Sekretaris


(Ir. Leo Pantimena, MSc)
Plh. Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1

Anggota Penguji :

Penguji I


(Ir. Pradono Johannes De Deo, MSi)

Penguji II


(Ir. M. Nurhadi, MT)

Penguji III


(Ir. Jasmani, MKOM)

LEMBAR PERSEMBAHAN

KUPERSEMBAHKAN KARYA INI KEPADA :

AVE'.....

MAE' DE DEUS E MA'E DOS HOMES;

YANG TELAH MENGABULKAN PERMOHONAN-KU,

BIMBINGLAH AKU SELALU.

NON SCHOLE SED VITAE DISCIMUS

Artinya:

(Kita Belajar Bukan Untuk Nilai Tapi Untuk Hidup)

Orang yang bahagia itu akan selalu menyediakan waktu untuk membaca karena membaca itu sumber hikmah
menyediakan waktu tertawa karena tertawa itu muziknya jiwa,
menyediakan waktu untuk berfikir karena berfikir itu pokok kemajuan,
menyediakan waktu untuk beramal karena beramal itu pangkal kejayaan,
menyediakan waktu untuk bersenda karena bersenda itu akan membuat muda selalu
dan menyediakan waktu beribadat karena beribadat itu adalah ibu dari segala ketenangan jiwa.

Dalam kerendahan hati ada ketinggian budi. Dalam kemiskinan harta ada kekayaan jiwa. Dalam kesempatan hidup ada kekuasaan ilmu.

DAN KU PERSEMBAHKAN JUGA KARYA INI KEPADA :

Keempat orang-tua ku nebe hau hadomi liu: **Pàe Barto _ Màm Elsa**; terima kasih t'lah merawat Ozzie dari kecil sampai saat ini, dan thank u buat Laptop_nya nggak sia-sia Pàe belikan aku. Màm Elsa, Ozzie sei moris tan Màm nia oraçãõ_ Obrigado barak e Màm hau la bele selu buat hotu nebe fo mai hau, haruka tan Dolar lai,..... **Pàe Marciano _ Màm Eufrasia**; thank u banget tlah melahirkan aku ke dunia ini, bimbing-lah aku slalu,.....

Terima kasih atas s'gala kasih sayang dan doanya serta semua yang t'lah kalian (**pàe _ Màm**) berikan kepada aku selama ini. Tanpa semua usaha dari **pàe _ Màm**, Ozzie nggak akan bisa menyelesaikan studi. Aku bangga menjadi anak kalian, mungkin Ozzie yang paling bahagia di dunia ini kar'na memiliki empat orangtua yang sangat sangat sayang pada Ozzie.....

..... Untuk mu keempat orangtua ku;

Keikhlasan mempunyai kilauan dan sinar, meskipun ribuan mata tidak melihatnya. Hidup biarlah berbakti pada orangtua, walaupun tidak dipuji,.....

Buat Brother Juven, Thank u buat kirimannya, mbak Eta, makasi atas supportnya. adik_ku dm. Lita, thanks atas doa-doanya_udah dm jadi harus jaga sikap.....jangan ingat tahu poo to'..... dan buat Mr. Bony, makasi buat kabelnya,.....kalo nggak wah ae nggak bisa seminar hasil man serta buat adik-adik ku di Bareng_Kawi 942B, thank u buat Ceo.....untuk masakannya. Alang, sukses ya buat u..... Celso, Fitness- yuuuu..kkkk! Sarah SE, gaji pertama ingatkan.....! Gida - Tia Udu, jangan gossip² oi..... Dan buat my young brother RIO dan Brother GIL di England, thnak's a lot for finance..... Serta buat Lidia-ku, thank u ya buat olahraga bareng ama Ozzie...he.....e.....e....., ntar ae belikan u Bakso sahabat.....

Tak lupa juga buat Doben RAGIL....., makasih ya Doben atas supportnya..... Thank u banget buat struktur bahasa Indonesia yang benar dan komprenya.....ha.....a.....a....., Doben MC ne'e

Serta Buat seluruh **KELUARGA BESAR BOLE-HA** di Timor-Leste Gari-Uai, yang tidak dapat Ozzie sebut satu persatu terima kasih untuk doa dan dukungannya.

I..... LOVE.....U..... ALL

Spesial Thanks to

"Rekan Geodesi 97"

Mas Atip. Yoyo ST. Ricky ST. Bambang ST, makasi buat info sekitar Geodesi. Fafa (gendut), makasi buat dokumentasinya. Hasan. Tito. Yusuf ST, Jadilah teman yang sejati oi.....! Tak lupa buat team Verifikasi lapangan; Andri ST, Thank u banget man buat transportasinya, mas ojo reli-reli yo masih bujangan iki....! U...u.....u...! dan buat arek Lombok Thomas_Gogo, udah nyampe mas! Sampean kok turu to' i....! GPS_nya salah posisi ya? Bisa-bisa ketemu de kutup iki, he.....e.....e.....! Gogo, smile man.....oi....! Dan teman-teman Geodesi yang tidak dapat penyusun sebut satu persatu,

GOD BLESS U ALL.

*Buat teman-teman Geo 97, ku bingkiskan Hadiah Terbaik,
seuntai kata bijak untuk elo semua;*

Kepada kawan - Kesetiaan

Kepada musuh - Kemaafan

Kepada ketua - Khidmat

Kepada yang muda - Contoh terbaik

Kepada yang tua - Hargai budi mereka dan kesetiaan.

Kepada pasangan - Cinta dan ketaatan

Kepada manusia - Kebebasan.

Dan buat konco_ku, Uqy (Solo)....., makasi tlah menemani maun_Ozzie cari data; lho....!! Dinas Kehutanan kok terlewat?! Mau ke LP_Wanita Sukun ya? He.....he....e...! Sukses yo alin. Buat Bro. Jacob, kasus t'o..... Thanks juga buat Teman² Geo 00" tetap Cinta akan Geodesi oi.....!

Buat KELUARGA BESAR IBU TUN di Panjaitan terima kasih atas perhatiannya.....and kenangan2 yang diberikan saat berteduh di Gedung putih Yang asri dan nyaman.....

Buat kolega's IMTTL, makasi buat dukungannya.....jagalah kebersamaan kita..... Sukses buat IMTTL.....

Dan buat smua yang tak bisa kusebut maap ya.....but thanks atas sgalanya oi.....tetap semangat and never give up man.

Boeat Compaq M2232AP makase udah setia temani aku and ndak rewel saat seminar hasil. Boeat Bayerli Hillsku waow aku blom pernah menemukan teman setia seperti u.....sampai sobek2pun ndak pernah komplain. Tak lupa to Informanku N 6820 kau ndak pernah lelah membisikkan info pada Ozzie iki lho.....

Hadapilah Hidup ini



dengan Senyum.....

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan SKRIPSI ini dengan judul, "**Pemanfaatan Citra Landsat ETM 7 untuk Pemetaan Kondisi Lingkungan DAS**" dengan sebaik-baiknya. Adapun maksud dan tujuan Skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan – Institut Teknologi Nasional (*ITN*) Malang.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional (*ITN*) Malang.
2. Ir. A. Nurul Hidayati, MTP, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (*FTSP*) Institut Teknologi Nasional (*ITN*) Malang.
3. Ir. Leo Pantimena MSc., selaku Pelaksana Harian Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1 Institut Teknologi Nasional (*ITN*) Malang.
4. Ir. Pradono Johannes De Deo, MSi., selaku Dosen Wali dan Dosen Pembimbing dalam penyusunan Skripsi penulis.
5. Dr. Priyadi Kardono, yang telah memberi masukan dan solusi dalam penyusunan Skripsi penulis.
6. Ir. M. Nurhadi, MT., yang telah membantu dalam informasi seputar bidang Fotogrametri dan Penginderaan Jauh.

7. Ir. Agus Darpono, MT., yang memberikan masukan dalam penyusunan Skripsi.
8. Dinas Kehutan Malang, yang telah memberi ijin kepada penulis untuk memperoleh data dan informasi dalam penelitian Skripsi.
9. Ir. M. Ruslin Anwar, MSi., yang telah memberi kritik dan saran.
10. Pak Roni, ST., yang telah banyak membantu dan mengarahkan penulis dalam memberi informasi sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi.
11. Christian Siahaan, ST., yang telah membantu kelancaran administrasi.
12. Mama dan Papa tercinta serta saudara-saudariku tersayang dan keluarga besar BOLE-HA Timor Lorosae yang telah memberi dukungan baik moril maupun materil dalam menyelesaikan Skripsi.
13. Teman-teman Geodesi '97 terima kasih atas sharing informasinya.
14. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi, baik langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga laporan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan jurusan teknik Geodesi dan pembaca pada umumnya. Dalam penyusunan Skripsi ini penulis menyadari masih banyak kekurangan karena keterbatasan kemampuan, pengetahuan serta pengalaman, oleh karena itu Penulis mengharapkan kritik dan saran dalam penyempurnaan skripsi ini.

Malang, Desember 2005

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Lokasi dan Kondisi Daerah Penelitian	3
1.2.1. Lokasi Penelitian	3
1.2.2. Kondisi Fisik Daerah Penelitian	4
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.5. Batasan Masalah	5
1.6. Tinjauan Pustaka	5
1.7. Hipotesis	7
BAB II. LANDASAN TEORI	8
2.1. Kondisi Lingkungan DAS	8
2.2. Penginderaan Jauh	13
2.2.1. Definisi Penginderaan Jauh	14
2.2.2. Konsep Dasar Penginderaan Jauh	14
2.2.3. Klasifikasi Citra	16
2.3. Sistim Penginderaan Jauh	16
2.3.1. Pengertian Sistim Penginderaan Jauh	17
2.3.2. Tenaga Elektromagnetik dan Spektrum Elektromagnetik	20
2.3.2.1. Tenaga Elektromagnetik	21
2.3.2.2. Spektrum Elektromagnetik	24

2.4. Analisa Dan Klasifikasi Citra Digital	25
2.4.1. Analisa Citra	25
2.4.2. Citra Digital	26
2.4.3. Klasifikasi Digital	28
2.5. Karakteristik Citra Landsat TM	32
2.6. Resolusi	34
2.7. Restorasi Citra	36
2.7.1. Koreksi Radiometri	36
2.7.2. Koreksi Geometri	39
2.7.3. Resampling	40
2.8. Interpretasi Citra	41
2.9. Peta Tematik	42

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN 43

3.1. Persiapan Penelitian	43
3.2. Pengumpulan Data	43
3.3. Peralatan Penelitian	44
3.3.1. Perangkat Keras/ Hardware	44
3.3.2. Perangkat Lunak	44
3.4. Diagram Alir Penelitian	44
3.5. Tahapan Pekerjaan	49
3.5.1. Menampilkan Data Raster	50
3.5.2. Membuat Dataset Landsat ETM7	50
3.5.3. Proses Digitasi dan Transformasi Koordinat	51
3.5.4. Import Data Vektor	52
3.5.5. Menampilkan Data Vektor	53
3.5.6. Pembuatan Citra Komposit	54
3.5.7. Koreksi Radio Metrik	55
3.5.8. Koreksi Geometri	57
3.5.9. Pemotongan Citra	59
3.5.10. Klasifikasi dan Interpretasi Digital	60

3.5.10.1. Menentukan Sampel Area	60
3.5.10.2. Proses Klasifikasi Terbimbing	62
3.5.10.3. Perhitungan Statistik	64
3.5.11. Membuat DEM (Digital Elevation Model)	65
3.5.11.1. Membuat Gridding	65
3.5.11.2. Menampilkan Data Kontur	66
3.5.11.3. Menampilkan Citra 3-Dimensi	66
3.5.12. Overlay	67
BAB IV. ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN	69
4.1. Pengolahan Citra Digital	69
4.1.1. Citra Komposit	69
4.1.2. Koreksi Geometri	70
4.1.3. Klasifikasi Terbimbing (Supervised Classification)	71
4.1.3.1. Perhitungan Statistik Proses Klasifikasi Citra	72
4.1.3.2. Pengecekan Lapangan atau Verifikasi Lapangan	73
4.1.4. DEM (Digital Elevation Model)	80
4.1.5. Overlay Citra Hasil Klasifikasi – DEM dan Data Referensi ..	80
4.1.5.1. Identifikasi Kondisi Lingkungan DAS	81
BAB V. PENUTUP	84
5.1. Kesimpulan	84
5.2. Saran	86
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam melaksanakan kegiatan kehidupan dan penghidupannya, manusia pada hakekatnya merupakan bagian dari alam. Manusia tidak dapat melepaskan diri dari alam dan akan selalu tergantung pada lingkungan alamnya.

Karena kebutuhan untuk hidup manusia akan mengeksploitasi sumber daya alam. Namun dewasa ini dengan perkembangan penduduk yang demikian pesat aktifitas untuk mengeksploitasi habis-habisan cenderung meningkat, manusia lebih mementingkan pemenuhan kebutuhannya tanpa melihat turunnya keseimbangan alam. Akibatnya alam membentuk keseimbangan baru yang pada intinya merugikan manusia. Degradasi lingkungan meningkat, banjir dan longsor bertambah baik secara kualitas maupun secara kuantitas. Untuk itu perlu dilakukan upaya-upaya dalam menjaga kelestarian alam dengan mencari keseimbangan antara kemampuan sumberdaya alam dengan kebutuhan akibat peningkatan penduduk sehingga dapat dilakukan pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) yang bercirikan lingkungan (*design with nature*).

Secara umum masalah banjir dan longsor merupakan masalah yang sering terjadi di Indonesia. Penyebab terjadinya bermacam-macam tergantung pada kondisi dan letak geografis suatu daerah, secara garis besar penyebab terjadinya banjir dan longsor dapat dikelompokkan menjadi 2 jenis yaitu penyebab secara alami dan akibat tindakan manusia.

Indonesia beriklim tropis dengan 2 musim yaitu: musim kemarau yang berlangsung dari bulan April sampai bulan September dan musim penghujan yang berlangsung pada bulan Oktober sampai bulan Maret. Hujan lebat yang terjadi dimusim penghujan akan menyebabkan timbulnya masalah-masalah yang cukup berarti seperti banjir dan tanah longsor. Seperti halnya di daerah Malang selatan yaitu Kecamatan Sumber Manjing Wetan, dengan geografisnya yang berbukit-

bukit dan kondisi lahannya yang kritis, sehingga mudah dapat menyebabkan terjadinya banjir dan longsor.

Untuk itu perlu dilakukan pemantauan dan penentuan lokasi dengan memetakan kondisi lingkungan DAS dan sub-sub DAS yang ada pada lokasi atau daerah rawan bencana seperti banjir dan longsor dengan memanfaatkan teknologi citra satelit penginderaan jauh. Selain untuk kegiatan pemantauan kawasan, teknologi penginderaan jauh dapat memberi informasi keadaan topografi dan kondisi lingkungan DAS pada lokasi atau daerah bencana seperti longsor dan banjir, sehingga dapat dilakukan upaya-upaya penanggulangan, diantaranya dengan :

- a. *Metode Vegetatif*, yaitu penggunaan tanaman untuk mengurangi daya perusak hujan yang jatuh, sehingga mengurangi aliran permukaan dan erosi; diantaranya dengan melaksanakan program reboisasi yaitu kegiatan penanaman pohon pada kawasan hutan, dan penghijauan dan peremajaan hutan yaitu upaya rehabilitasi lahan diluar kawasan hutan dengan tanaman tahunan pada daerah yang kawasan hutannya telah dibabat habis.
- b. *Metode Teknik Sipil*, yaitu konservasi Daerah Pengaliran Sungai (DPS/DAS) dalam meminimalisir kerugian yang dapat ditimbulkan bahaya banjir yang ada di daerah tersebut; diantaranya dengan membangun sistem drainase DPS yang memadai, bendungan pengendali, waduk, tanggul, teras, pembuatan irigasi pada daerah pertanian, dan lain-lain. (*Geologi Lingkungan – Moch. Munir, 2003*).

Banjir merupakan bahaya laten yang setiap tahun merusak dataran rendah disekitar sungai. Penyebab utamanya adalah kerusakan DPS di hulu sehingga menyebabkan debit banjir besar, pendangkalan sungai, dan penutupan (blocking) muara.

Teknologi penginderaan jauh salah satu teknik penerapannya adalah dengan memanfaatkan Citra Landsat ETM7 (*Enhanced Thematic Mapper*) untuk mendeteksi kondisi liputan lahan atau penutup lahan pada wilayah DAS atau Sub DAS. Kondisi liputan lahan atau penutup lahan tersebut merupakan salah satu faktor penyebab banjir di Kecamatan Sumber Manjing Wetan - Malang selatan.

1.2. Lokasi dan Kondisi Fisik Daerah Penelitian

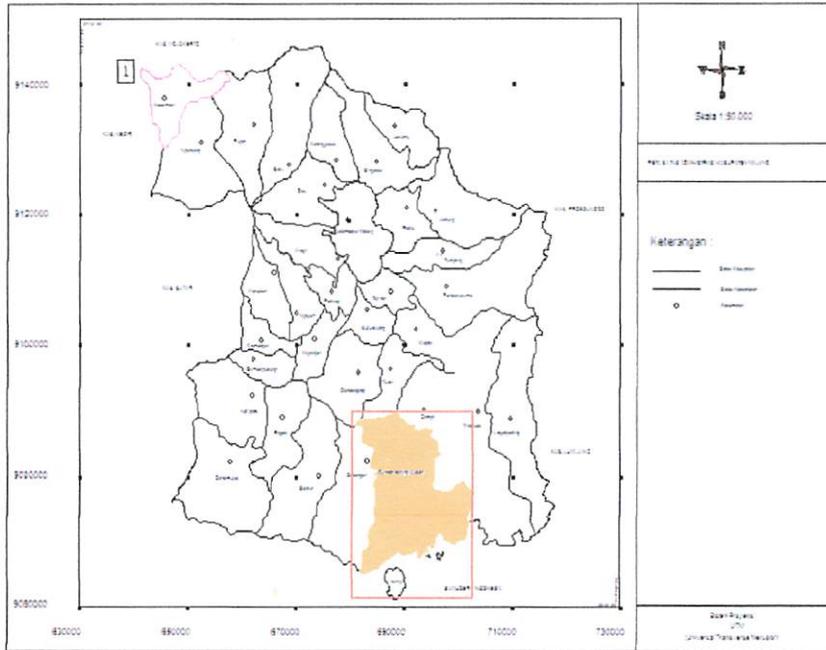
Letak geografis suatu daerah sangat memungkinkan terjadinya fenomena-fenomena alam, dan tingkat bahaya yang ditimbulkannya pun berbeda-beda. Daerah dengan geomorfologi didominasi oleh bahan-bahan vulkanik dan lereng kritis serta kemiringan di atas 15% - 40% sangat memungkinkan untuk terjadinya bencana alam seperti banjir yang ditimbulkan oleh curah hujan yang tinggi dan banjir yang diakibatkan oleh gelombang pasang, longsor/erosi dan kualitas bencana yang ditimbulkan makin besar.

Seperti halnya dengan daerah Sumber Manjing Wetan – Malang Selatan, yang terjadi bencana banjir dan longsor pada bulan November 2003 tepatnya di Desa Sitarjo. Lokasi yang terjadi banjir tersebut merupakan daerah yang berkemiringan lereng terjal dan merupakan daerah lahan kritis, berbukit-bukit, serta daerah tersebut didominasi oleh bahan-bahan vulkanik. Dan lokasi tersebut merupakan wilayah DAS hilir.

1.2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di daerah Malang Selatan, tepatnya di Kecamatan Sumber Manjing Wetan. Daerah Sumber Manjing Wetan letaknya ± 70 km arah selatan kota Malang, dengan letak geografis $113^{\circ} BT$ dan $8^{\circ} LS$. Lokasi ini pernah terjadi banjir yang disertai longsor yang mengakibatkan masyarakat mengalami kerugian materi dan nyawa yang cukup besar.

Daerah Sumber Manjing Wetan, di sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Dampit dan Turen, sebelah Selatan berbatasan dengan Laut. Sedangkan di bagian Barat berbatasan dengan Kecamatan Gedangan dan bagian Timur berbatasan dengan Kecamatan Dampit. Berikut Peta lokasi daerah penelitian;



Gambar.I.1. Peta Lokasi Penelitian.

1.2.2. Kondisi Fisik Daerah Penelitian

Kondisi fisik daerah Sumber manjing wetan, bila ditinjau dari keadaan Topografi (*Relief*) menunjukkan bahwa daerah Sumber Manjing Wetan, merupakan daerah pegunungan dan perbukitan dengan lahan kritis, ditambah dengan keadaan geomorfologinya yang merupakan daerah perbukitan kapur blok, perbukitan kapur kubah, dataran aluvial, pegunungan kapur dan dataran.

Daerah Sumber manjing wetan, merupakan daerah pengaliran sungai (DPS) atau daerah aliran sungai (DAS) dengan dialiri oleh 3 (tiga) Sub-sub DAS diantaranya :

- ✚ DAS Glidik; dengan luas yang masuk sub-sub DAS sekitar 10.805 hektar (Ha), dengan prosentase terhadap sub DAS 9.17%.
- ✚ DAS Penguluran; dengan luas yang masuk sub-sub DAS sekitar 14.500 hektar (Ha), dengan prosentase terhadap sub DAS 12.30%.
- ✚ DAS BAREK; dengan luas yang masuk sub-sub DAS sekitar 671 hektar (Ha), dengan prosentase terhadap sub DAS 0.57%.
(sumber-Dinas Kehutanan-Malang 1999-2001).

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

Untuk memetakan kondisi lingkungan DAS dengan mengkaji kondisi penutup dan penggunaan lahan pada daerah aliran sungai di Kecamatan Sumber Manjing Wetan Kabupaten Malang, dengan melakukan analisa digital Citra Penginderaan Jauh Landsat ETM7, tahun 2002.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- Untuk membantu Pemerintah Daerah dalam menangani dan memelihara lingkungan wilayah daerah aliran sungai (DAS) atau Sub DAS dari data analisis hasil penelitian dengan penginderaan jauh, sehingga cepat melakukan upaya-upaya pencegahan pada lokasi DAS dan Sub DAS yang lingkungannya telah terdegradasi.

1.5. Batasan Masalah

Sesuai dengan penelitian, batasan masalah yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah:

- + Memanfaatkan Citra Satelit Landsat ETM 7 Untuk Pemetaan Kondisi Lingkungan DAS Penguluran, yang terjadi banjir bulan November tahun 2003 di Kecamatan Sumber Manjing Wetan.

1.6. Tinjauan Pustaka

Dewasa ini telah banyak dilakukan upaya-upaya dalam mengembangkan sumber daya alam, salah satu penerapannya adalah dengan Ilmu Penginderaan Jauh. Perkembangan dalam bidang Remote Sensing telah dirasakan banyak manfaatnya dalam berbagai disiplin ilmu.

Berikut hasil riset atau penelitian yang menyangkut pemanfaatan Satelit Penginderaan Jauh (*Remote Sensing*), dalam pengembangan sumber daya alam :

Hasil riset **Welsted**; bahwa aplikasi Foto Udara dapat digunakan untuk menganalisis Delineasi Dataran Banjir dan mendeteksi Sistem Aliran Air Tanah.

Penelitian **Welsted** 1979 tersebut, dengan aplikasi foto udara untuk hidrologi dicirikan oleh pendekatan deduktif yang menyimpulkan kejadian dari kenampakan melalui interpretasi kenyataan geologi, geomorfologi dan biologi. Tujuan didalam deliniasi dataran banjir terutama untuk mendeteksi areal yang mudah terkena banjir dan areal banjir. Satu indikator mengenai areal ini adalah vigoritas atau kesehatan vegetasi yang bertindak sebagai pengganti, pada tanah lapisan di bawah permukaan dan morfologi permukaan. Hal ini selanjutnya dikaitkan dengan keadaan air tanah seperti permukaan air tanah yang tinggi di daerah dataran banjir, dan dapat diharapkan terdapatnya tanaman yang lebih sehat dan kerapatan daunnya tinggi, bahkan selama musim kering.

Dalam penelitian **Welsted** menjelaskan bahwa Fotografi Inframerah biasanya lebih baik digunakan dalam studi ini, karena Fotografi Inframerah dapat dengan mudah dalam pendeteksian vegetasi yang ada di permukaan bumi dengan lebih teliti. Seperti inframerah dekat dipantulkan cukup tinggi oleh mesofil spongium daun dari tanaman yang sehat, vigoritas tanaman dapat ditunjukkan dengan bervariasinya derajat warna magenta atau merah.

Sedangkan pada aplikasi lain oleh **Currey** 1977, bahwa asal-usul air banjir dapat dilacak dengan menggunakan foto udara warna asli dan citra satelit. Pada penelitian Currey ini menggunakan foto udara berwarna dalam format 70 mm dan dicetak pada skala 1 : 20.500. Hasil analisis Currey bahwa; tepi air banjir dapat diidentifikasi dengan cepat dan arah jalur aliran air banjir ditentukan dengan warna sedimen di air yang tampak jelas pada foto udara berwarna. Warna sedimen yang berbeda mencerminkan kenampakan geologi dan tanah dari mana mereka berasal.

Dari Hasil riset **Welsted** 1979 dan **Currey** 1977, ahli dan Peneliti terdahulu dalam bidang Penginderaan Jauh tersebut diatas, memberikan pandangan dan dorongan sehingga termotivasi untuk melakukan penelitian dalam bidang remote sensing dengan judul "*Pemanfaatan Citra Landsat ETM 7 Untuk Pemetaan Kondisi Lingkungan DAS - Penguluran*". Analisis dari penelitian ini berbeda dengan penelitian **Welsted** dan **Currey** terdahulu, yaitu memanfaatkan data penginderaan jauh pada hasil pengolahan Data Citra dan data-data penunjang

lainnya, untuk memetakan kondisi lingkungan DAS – Penguluran, dengan mengkaji kondisi penutup lahan atau penggunaan lahan dengan memanfaatkan data hasil citra terklasifikasi, dari pengolahan Citra Landsat ETM 7.

1.7. Hipotesis

Berdasarkan pada tujuan penelitian dan tinjauan pustaka yang telah diuraikan diatas, maka didapat hipotesa sebagai berikut :

1. Tingkat kehandalan dari pemanfaatan data Digital Citra Landsat ETM 7, dapat mengidentifikasi, mendeteksi dan menganalisa kondisi liputan lahan sehingga dapat memetakan kondisi lingkungan DAS dan sub DAS Penguluran di wilayah Sumber Manjing Wetan. Data hasil pengolahan Citra Landsat ETM 7, diperoleh hasil klasifikasi tutupan lahan, kemiringan lahan dan pola aliran sungai DAS Peguluran. Berdasarkan pada informasi tersebut dapat menganalisis keadaan kondisi lingkungan DAS, seperti adanya perubahan liputan lahan atau penggunaan lahan dan pengelolaan DAS yang tidak lagi memenuhi kaidah-kaidah konservasi lahan, sehingga dapat melakukan upaya-upaya penanggulangan untuk mengantisipasi fenomena alam seperti banjir dan longsor.

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Kondisi Lingkungan DAS

Daerah Aliran Sungai (DAS) secara umum didefinisikan sebagai suatu hamparan wilayah atau kawasan yang dibatasi oleh pembatas topografi (*punggung bukit*) yang menerima, mengumpulkan air hujan, sedimen, dan unsur hara serta mengalirkannya melalui anak-anak sungai dan keluar pada satu titik (*outlet*). Oleh karena itu, pengelolaan Lingkungan DAS merupakan suatu bentuk pengembangan wilayah yang menempatkan DAS sebagai suatu unit pengelolaan yang pada dasarnya merupakan usaha-usaha penggunaan sumber daya alam disuatu DAS secara rasional untuk mencapai tujuan pemanfaatan sumber daya alam di sekitar DAS secara baik dan menjaga kondisi lingkungan DAS dengan didasarkan pada kaidah-kaidah konservasi lahan, dengan upaya tersebut dapat menekan kerusakan seminimum mungkin, sehingga distribusi aliran merata sepanjang tahun.

Dari definisi di atas, dapat dikemukakan bahwa DAS merupakan ekosistem, dimana unsur organisme dan lingkungan biofisik serta unsur kimia berinteraksi secara dinamis dan di dalamnya terdapat keseimbangan inflow dan outflow dari material dan energi. Ekosistem DAS, terutama DAS bagian hulu merupakan bagian yang penting karena mempunyai fungsi perlindungan terhadap keseluruhan bagian DAS. Perlindungan ini antara lain dari segi fungsi tata air, oleh karenanya perencanaan DAS hulu seringkali menjadi fokus perhatian mengingat dalam suatu DAS, bagian hulu dan hilir mempunyai keterkaitan biofisik melalui daur hidrologi. Aktivitas perubahan tataguna lahan dan atau pembuatan bangunan konservasi yang dilaksanakan di daerah hulu dapat memberikan dampak di daerah hilir dalam bentuk perubahan fluktuasi debit air dan transport sedimen serta material terlarut lainnya atau *non-point pollution*. Adanya bentuk keterkaitan daerah hulu – hilir seperti tersebut di atas maka kondisi suatu DAS dapat digunakan sebagai satuan unit perencanaan sumber daya

alam termasuk pembangunan penanganan bahaya bencana alam, diantaranya banjir dan longsor.

Banjir dan longsor merupakan salah satu fenomena alam yang sangat membahayakan kehidupan manusia, karena dapat merusak infrastruktur, dan tatanan sosial budaya masyarakat pada suatu wilayah atau Negara tertentu.

Secara umum penyebab terjadinya banjir dapat diklasifikasikan dalam 2 kategori, yaitu banjir yang disebabkan oleh sebab-sebab alami dan banjir yang diakibatkan oleh tindakan manusia. Yang termasuk sebab-sebab alami diantaranya:

□ Curah hujan

Pada musim penghujan, curah hujan yang tinggi akan mengakibatkan banjir di sungai dan bilamana melebihi tebing sungai maka akan menimbulkan banjir atau genangan air.

□ Pengaruh Fisiografi

Fisiografi atau geografi fisik sungai seperti bentuk, fungsi dan kemiringan daerah pengaliran sungai (DPS), kemiringan sungai, geometrik hidrolis (bentuk penampang seperti lebar, kedalaman, potongan memanjang, material dasar sungai), lokasi sungai dll. Merupakan hal-hal yang mempengaruhi terjadinya banjir.

□ Erosi dan Sedimentasi

Erosi di DPS berpengaruh terhadap pengurangan kapasitas penampang sungai. Erosi menjadi problem klasik sungai-sungai di Indonesia. Besarnya sedimentasi akan mengurangi kapasitas saluran, sehingga menimbulkan genangan dan banjir di sungai. Sedimentasi juga menjadi masalah besar pada sungai-sungai di Indonesia.

□ Kapasitas Sungai

Pengurangan kapasitas aliran banjir pada sungai dapat disebabkan oleh pengendapan berasal dari erosi DPS dan erosi tanggul sungai yang berlebihan dan sedimentasi di sungai itu karena tidak adanya vegetasi penutup dan adanya penggunaan lahan yang tidak tepat.

□ Kapasitas Drainase yang tidak memadai

Drainasi daerah genangan yang tidak memadai, sering kali menjadi langganan banjir di musim hujan.

□ Pengaruh air Pasang

Air pasang laut memperlambat aliran sungai ke laut. Pada waktu banjir bersamaan dengan air pasang yang tinggi maka tinggi genangan atau banjir menjadi besar karena terjadi aliran balik (*backwater*).

Penyebab banjir karena tindakan manusia adalah:

□ Perubahan Kondisi DPS (*Daerah Pengaliran Sungai*)

Perubahan DPS seperti pengundulan hutan, usaha pertanian yang kurang tepat, perluasan kota, dan perubahan tataguna lainnya dapat memperburuk masalah banjir karena meningkatnya aliran banjir. Dari persamaan-persamaan yang ada, perubahan tataguna lahan memberikan kontribusi yang besar terhadap naiknya kuantitas dan kualitas banjir.

□ Kawasan Kumuh

Perubahan kumuh yang terdapat di sepanjang sungai, dapat menjadi penghambat aliran. Masalah kawasan kumuh dikenal sebagai faktor penting terhadap masalah banjir daerah perkotaan.

□ Sampah

Pembuangan sampah di alur sungai dapat meninggikan muka air banjir karena menghalangi aliran.

□ Drainase Lahan

Drainase perkotaan dan pengembangan pertanian pada daerah bantaran banjir akan mengurangi kemampuan bantaran dalam menampung debit air yang tinggi

□ Bendungan dan bangunan air

Bendungan dan bangunan lain seperti pilar jembatan dapat meningkatkan elevasi muka air banjir karena efek aliran balik (*backwater*).

□ Kerusakan bangunan pengendali banjir

Pemeliharaan yang kurang memadai dari bangunan pengendali banjir sehingga menimbulkan kerusakan dan akhirnya tidak berfungsi dapat meningkatkan kuantitas banjir.

□ Perencanaan sistem pengendalian banjir tidak tepat

Beberapa sistem pengendalian banjir memang dapat mengurangi kerusakan akibat banjir kecil sampai sedang, tetapi mungkin dapat menambah kerusakan selama banjir-banjir besar. Sebagai contoh bangunan tanggul sungai yang tinggi, Limpasan pada tanggul waktu terjadi banjir yang melebihi banjir rencana dapat menyebabkan keruntuhan tanggul, sehingga menyebabkan kecepatan aliran sangat besar mengakibatkan bobolnya tanggul sehingga menimbulkan banjir yang besar.

Banjir dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu banjir di dalam sungai dan banjir yang berupa penggenangan air di daerah tertentu yang melebihi suatu batas tinggi tertentu.

Masalah banjir dalam arti penggenangan air di daerah tertentu, seperti bagian kota, lapangan terbang, daerah industri, daerah pertanian dan lain sebagainya, umumnya menyangkut masalah drainase yaitu pembuangan air dari daerah yang bersangkutan.

Ciri-ciri daerah aliran sungai (*DAS*) dapat mempengaruhi terjadinya banjir, antaranya adalah:

a) Luas dan bentuk daerah

Dihitung tiap kilometer persegi (km^2), banjir sungai dengan daerah aliran kecil terdapat lebih besar daripada banjir sungai dengan daerah aliran yang lebih luas. Ini disebabkan antara lain karena di daerah kecil air hujan umumnya mudah mencapai sungai. Sedangkan di daerah-daerah yang luas bisa terdapat danau, rawa, kolam, tanah porius (*pasir*), dan lain sebagainya yang menahan air hujan. Tetapi debit minimumnya lebih kecil.

Pada daerah aliran yang bentuknya lebar dengan banyak sungai cabang, banjir-banjir dari cabang sungai sering mencapai sungai induknya secara bersamaan waktu. Tidak demikian keadaannya pada daerah-daerah yang bentuknya sempit dan panjang. Sehubungan dengan itu di daerah-daerah yang berbentuk lebar banjirnya sering lebih besar daripada di daerah sempit memanjang. Selanjutnya, daerah-daerah yang letaknya sejajar dengan arah hujan sering terdapat banjir besar.

b) Keadaan Topografi

Daerah dengan permukaan tanahnya miring terdapat aliran permukaan yang deras dan besar, lebih-lebih kalau tanahnya keras dan rapat. Kemiringan rata-rata dasar sungai sangat besar pengaruhnya pada kecepatan meningkatnya banjir. Banyaknya danau dan rawa mengurangi besarnya banjir.

c) Kerapatan Drainase

Yaitu dari saluran-saluran persatuan luas daerahnya. Kerapatan drainase yang kecil menunjukkan secara relatif pengaliran melalui permukaan tanah yang panjang untuk mencapai sungai. Di sini kehilangan air bisa menjadi besar, selain itu meningkatkan banjir berlangsung lambat.

d) Geologi

Sifat-sifat tanah berpengaruh pada banyaknya air yang hilang. Kerapatan tanah dan tebalnya lapisan tanah yang tembus air sangat menentukan besarnya infiltrasi dan evaporasi

e) Elevasi rata-rata dari daerah aliran

Hujan yang lebat umumnya lebih banyak terjadi di daerah-daerah pegunungan daripada di daerah dataran.

f) Keadaan daerah umumnya

Banyak tumbuh-tumbuhan, perkampungan, kota, daerah-daerah pertanian, dan lain sebagainya mempengaruhi banyaknya kehilangan air. Perkampungan, kota, daerah industri mengurangi banyaknya infiltrasi.

Dari berbagai faktor diatas, ada faktor-faktor yang lebih mempengaruhi volume aliran selama suatu periode tertentu. Faktor tersebut adalah; faktor-faktor iklim yang sangat mempengaruhi evaporasi dan transpirasi dan faktor daerah aliran. Faktor-faktor yang mempengaruhi distribusi aliran menurut waktu adalah faktor-faktor yang lebih berubah dan tidak menentu, faktor-faktor tersebut adalah faktor meteorologis faktor-faktor daerah aliran yang berubah-ubah dan faktor manusia.

Banjir di daerah pengaliran yang besar kadang-kadang terjadi oleh curah hujan lebat yang distribusinya merata, dan sering kali terjadi oleh curah hujan biasa yang mencakup daerah yang luas meskipun intensitasnya kecil. Sebaliknya, di daerah pengaliran yang kecil, debit puncak maksimum dapat terjadi oleh curah hujan lebat dengan daerah hujan yang sempit.

2.2. Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh (*remote sensing*) adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah, atau fenomena yang dikaji (*Lillesand dan Kiefer, 1994*).

Pengumpulan data penginderaan jauh dilakukan dengan menggunakan alat pengindra atau alat pengumpulan data yang disebut sensor. Berbagai sensor pengumpulan data dari jarak jauh, umumnya dipasang pada wahana (*platform*) yang berupa pesawat terbang, balon, satelit, atau wahana lainnya. Objek yang diindra adalah objek yang terletak di permukaan bumi, di atmosfer (*dirgantara*) dan di antariksa. Pengumpulan data dari jarak jauh tersebut dapat dilakukan dalam berbagai bentuk, sesuai dengan tenaga yang digunakan. Tenaga yang digunakan dapat berupa variasi distribusi (*distribution*) daya, distribusi gelombang bunyi, atau distribusi energi elektromagnetik. Data penginderaan jauh dapat berupa Citra (*imaginery*), grafik, dan data numerik. Data tersebut dapat dianalisis untuk mendapatkan informasi tentang objek, daerah, atau fenomena yang diindra atau diteliti. Proses penerjemahan data menjadi informasi disebut analisis atau interpretasi data. Hasil analisis yang diperoleh berupa informasi mengenai

bentang lahan, jenis penutup lahan, kondisi lokasi, dan kondisi sumberdaya daerah yang diindera. Informasi tersebut bagi para pengguna dapat dimanfaatkan untuk membantu dalam proses pengambilan keputusan dalam mengembangkan daerah tersebut. Keseluruhan proses mulai dari pengambilan data, analisis data hingga penggunaan data disebut sistem penginderaan jauh.

2.2.1. 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.

2.2.2. Konsep Dasar Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah atau fenomena yang dikaji. Konsep dasar penginderaan jauh terdiri atas beberapa elemen atau komponen yang meliputi sumber tenaga, atmosfer, interaksi tenaga dengan objek di permukaan bumi, sensor, sistem pengolahan data, dan berbagai penggunaan data.

Komponen penginderaan jauh pada umumnya terdiri dari Sumber Tenaga dan Obyek, dimana antara obyek dan tenaga terjadi interaksi. Ada lima bentuk interaksi, yaitu transmisi, serapan, pantulan, hamburan dan pancaran.

Pada berbagai hal, penginderaan jauh dapat diartikan sebagai suatu proses membaca. Dengan menggunakan berbagai sensor, data yang dikumpulkan dari jarak jauh dapat dianalisis untuk mendapatkan informasi tentang objek, daerah atau fenomena yang diteliti. Pengumpulan data dari jarak jauh dapat dilakukan

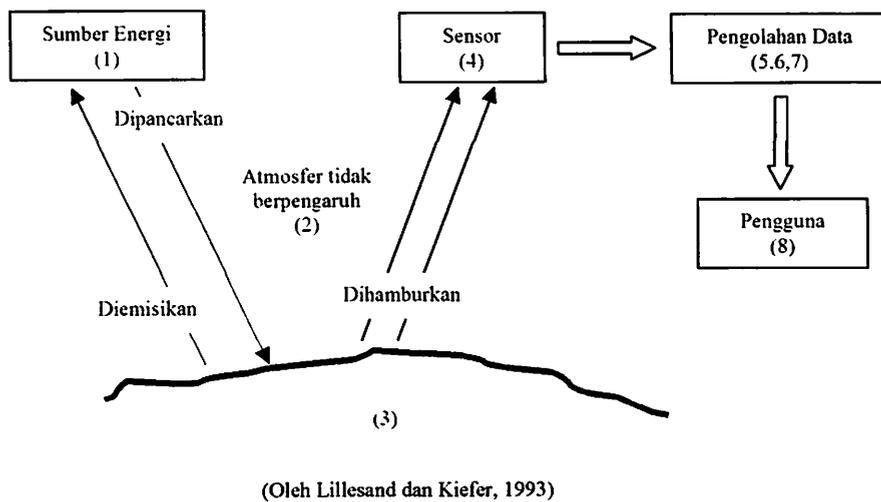
dalam berbagai bentuk, termasuk variasi agihan daya, agihan gelombang bunyi, atau agihan energi elektromagnetik. Suatu sensor memperoleh data tentang kenampakan di permukaan bumi melalui energi elektromagnetik yang dipancarkan dan dipantulkan oleh suatu obyek di permukaan bumi. Data tersebut dianalisis untuk menghasilkan informasi tentang sumber daya yang diteliti (*Lilliesand, 1990*).

Penginderaan jauh elektromagnetik pada dasarnya meliputi dua proses utama, yaitu : *pengumpulan data dan analisa data*. Pengumpulan data meliputi :

- a. Sumber energi.
- b. Perjalanan energi melalui atmosfer.
- c. Interaksi antara energi dan kenampakan di muka bumi.
- d. Wahana sensor.
- e. Hasil pembentukan data dalam bentuk piktorial dan atau bentuk numerik.

Singkatnya sensor digunakan untuk merekam berbagai variasi pancaran dan pantulan energi elektromagnetik oleh kenampakan di muka bumi. Sedangkan Proses analisa data meliputi :

- f. Pengujian data menggunakan alat interpretasi dan alat pengamatan untuk menganalisa data piktorial, dan komputer untuk menghasilkan data sensor numerik, pada proses ini dibantu dengan data rujukan yang diperoleh dari pengamatan secara langsung di lapangan.
- g. Dari hasil interpretasi tersebut hasilnya disajikan dalam bentuk peta, tabel, atau dalam suatu bahasan tertulis / laporan.
- h. Pemanfaatan hasil oleh pemakai sebagai dasar pengambilan keputusan.



Gambar.2.1. Komponen Dasar Penginderaan jauh.

2.2.3. Klasifikasi Citra

Klasifikasi Citra merupakan proses untuk menghasilkan gambar yang mengandung tema. Pada gambar yang dihasilkan setiap tema atau simbol menyatakan suatu kategori obyek.

Di dalam pengenalan obyek yang tergambar pada Citra, ada tiga rangkaian kegiatan yang diperlukan yaitu :

1. Deteksi, pengamatan terhadap suatu obyek
2. Identifikasi, upaya mencirikan suatu obyek yang telah dideteksi dengan menggunakan keterangan yang cukup
3. Analisa, pengumpulan keterangan lebih lanjut.

2.3. Sistim Penginderaan Jauh

Seluruh sistem penginderaan jauh, baik pasif maupun aktif memerlukan sumber tenaga, yaitu dapat berupa sumber tenaga alamiah maupun sumber tenaga buatan. Pada prinsipnya penginderaan jauh terdiri atas beberapa elemen atau komponen yang meliputi sumber tenaga, atmosfer, interaksi tenaga dengan obyek di permukaan bumi, sensor, sistem pengolahan data.

Spektrum elektromagnetik merupakan berkas dari tenaga elektromagnetik, yang meliputi spektralkosmis, gamma, sinar X, ultra violet, sinar tampak, inframerah, gelombang mikro, dan gelombang radio. (Dr.F. Sri Hardiyanti Purwadhi, APU).

2.3.1. Pengertian Sistim Penginderaan Jauh

Sistim Penginderaan Jauh dibedakan berdasarkan cara pengumpulan datanya, dan atas tenaga serta wahana yang digunakan. Berdasarkan wahana sistem penginderaan jauh dibedakan atas sistem penginderaan jauh dari dirgantara dan sistem penginderaan jauh dari antariksa (Sutanto, 1986).

Ciri utama sistem penginderaan jauh dari antariksa umumnya adalah wahana yang digunakan berupa satelit yang beredar mengelilingi bumi pada orbit tertentu. Sensor yang digunakan pada umumnya bukan kamera fotografi, melainkan piranti elektromagnet dimana data dapat langsung dikonversikan menjadi bentuk numerik.

Peredaran satelit dapat secara sinkron Matahari dan dapat pula secara orbit polar. Mengorbit polar artinya peredaran berlangsung menyilang khatulistiwa dan melewati kedua daerah kutub bumi.

Data dari satelit dikirim ke bumi melalui sistem telemetri dan dapat dibaca langsung pada saat tracking, perekaman dapat pula dilakukan dalam satelit. Sistem satelit menyediakan data dengan resolusi temporal yang tinggi. Resolusi spasial data satelit biasanya diidentifikasi dengan ukuran pixel (*picture element*), yaitu luas minimum di permukaan bumi yang dapat direkam secara terpisah. (Lillesand, 1990).

Dengan telah dikenalnya penginderaan jauh, maka ada komponen-komponen yang diperlukan untuk membentuk gambaran konseptual suatu sistem penginderaan jauh ideal. Komponen-komponen tersebut meliputi :

1. Sumber energi.

Seluruh sistem Penginderaan Jauh pasif menerima tenaga yang dipantulkan dan/atau yang dipancarkan dari penampakan di permukaan bumi. Seperti yang telah kita bicarakan, distribusi spektral tenaga pantulan

sinar matahari dan tenaga pancaran dari benda. Tingkat tenaga matahari jelas bervariasi menurut waktu dan tempat, dan material yang berbeda tingkat efisiennya. Sementara kita dapat mengatur sumber tenaga untuk sistem aktif, sumber tenaga yang digunakan pada semua sistem nyata pada umumnya tidak seragam dalam kaitannya dengan panjang gelombang dan karakteristiknya bervariasi menurut waktu dan tempat. Sebagai akibatnya, biasanya harus dilakukan kalibrasi bagi sumber tenaga pada setiap penginderaan, atau menyesuaikan dengan satuan tenaga relatif yang diindera pada setiap waktu dan tempat.

2. *Perjalanan energi melalui atmosfer.*

Atmosfer biasanya merumitkan masalah yang ditimbulkan oleh variasi sumber tenaga. Hingga tingkat tertentu, atmosfer selalu mengubah distribusi spektral dan besarnya tenaga yang diterima oleh suatu sensor. Atmosfer membatasi “dimana kita dapat mengamati” secara spektral dan pengaruhnya bervariasi menurut panjang gelombang, waktu dan tempat. Pentingnya pengaruh ini, seperti halnya pengaruh adanya variasi sumber tenaga merupakan fungsi panjang gelombang yang dipilih, sensor yang digunakan dan terapan pengindraannya. Penghapusan atau kompensasi pengaruh atmosfer melalui beberapa bentuk kalibrasi sangat penting pada berbagai terapan yang melibatkan pengamatan berulang suatu wilayah geografi.

3. *Interaksi antara energi dan kenampakan di muka bumi.*

Penginderaan jauh, akan semakin sederhana, setiap benda bisa memantulkan dan/atau memancarkan tenaga secara unik yang diketahui. Walaupun tanda tangan spektral memerankan peranan penting dalam deteksi, identifikasi, dan analisa material di muka bumi, dunia spektral penuh kedwiarthian. Jenis benda yang sangat dapat memiliki kesamaan spektral dan mempersulit pembedaan benda tersebut. Lagipula pemahaman umum tentang interaksi tenaga dengan benda untuk kenampakan di muka bumi masih merupakan pengetahuan awal bagi

beberapa jenis benda dan sama sekali belum ada bagi benda-benda yang lain.

4. *Wahana sensor.*

Pada bagian ini perlu diketahui bahwa tidak sensor yang tidak sempurna. Tidak ada satu sensorpun yang peka terhadap seluruh panjang gelombang. Semua sensor nyata terbatas *kepekaan spektralnya*. Sensor nyata juga terbatas kemampuannya untuk mengindra benda kecil di muka bumi yang dapat dan masih dapat diindra oleh sensor dan dipisahkan terhadap lingkungan sekitar. Batas tersebut dinamakan *resolusi spasial* suatu sensor dan merupakan suatu indikasi tentang kemampuan (*kualitas*) sensor untuk merekam rincian spasial.

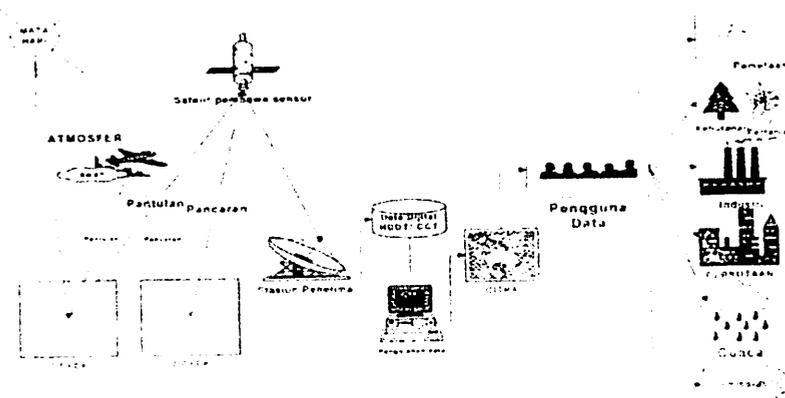
5. *Sistem Pengolahan Data*

Kemampuan sensor yang dewasa ini beroperasi untuk memperoleh data jauh lebih besar daripada kemampuan untuk menangani data tersebut. Hal ini pada umumnya berlaku baik untuk sistem interpretasi “manual” maupun sistim interpretasi dengan bantuan komputer. Pengolahan data sensor hingga menjadi bentuk yang dapat diinterpretasi sering merupakan suatu usaha yang memerlukan banyak pemikiran, instrumentasi, waktu, pengalaman, dan data rujukan. Sementara banyak penanganan data dapat dilakukan dengan mesin (*komputer dan alat mekanik atau elektronik yang lain*), peranan manusia didalam pengolahan data akan terus berlanjut sebagai hal yang penting pada penerapan yang produktif data penginderaan jauh.

6. *Berbagai Pengguna Data*

Berbagai bidang penggunaan dalam pembangunan seperti kehutanan, pertanian, pemetaan, inventarisasi sumberdaya alam daratan dan lautan, hingga penanganan bencana alam telah banyak dilakukan. Kunci keberhasilan suatu sistem penginderaan jauh terletak pada manusia (*kalompok manusia*) yang menggunakan data sistem penginderaan jauh tersebut. Data yang dihasilkannya hanya akan menjadi informasi yang berdayaguna apabila pengguna memahami asal usul datanya, sehingga

mengerti bagaimana penginterpretasinya dan memahami bagaimana cara menggunakannya secara tepat. Pemahaman menyeluruh terhadap masalah yang dihadapi penting sekali untuk terapan data penginderaan jauh tersebut. Berbagai terapan baru terus dikembangkan dan dimanfaatkan, sehingga semakin banyak pengguna yang menyadari potensi dan keterbatasan teknik penginderaan jauh tersebut. Akibatnya, penginderaan jauh saat ini menjadi alat alat penting pada berbagai program operasional yang berkaitan dengan pengelolaan sumber daya alam, pemantauan daerah, keteknikan dan eksploitasi.



Gambar 2.2. Sistem Penginderaan Jauh dan Penggunaannya.

2.3.2. Tenaga Elektromagnetik dan Spektrum Elektromagnetik

Radiasi elektromagnetik merupakan suatu bentuk perjalanan energi dalam ruang hampa, yang menunjukkan sifat-sifat partikel dan gelombang (Hunt, 1980). Berdasarkan sifat-sifat gelombang, energi elektromagnetik terlihat berjalan melalui ruang dalam sebuah bidang dengan pola gelombang yang harmonis pada kecepatan sinar yaitu sekitar 3×10^{10} cm.detik. Gelombang terdiri dari satu bidang magnetik (horizontal), yang saling tegak lurus pada arah rambatan gelombang.

Dalam bidang penginderaan jauh, tenaga elektromagnetik dan spektrum elektromagnetik merupakan dua komponen yang sangat diperlukan, yaitu pada proses perekaman data satelit.

2.3.2.1. Tenaga Elektromagnetik

Tenaga elektromagnetik merupakan paket elektrisitas dan magnetisme yang bergerak dengan kecepatan sinar dengan frekwensi panjang gelombang dengan sejumlah tenaga tertentu. Tenaga elektromagnetik ini digunakan dalam penginderaan jauh, matahari merupakan sumber utama elektromagnetik.

Matahari merupakan sumber radiasi elektromagnetik yang digunakan didalam penginderaan jauh, tetapi semua benda pada suhu nol derajat absolute ($0^{\circ}K$ atau $-273^{\circ}C$) memancarkan radiasi elektromagnetik secara terus menerus, hal ini disebabkan karena semua objek di bumi merupakan sumber radiasi, walaupun besar dan komposisi spektralnya berbeda dengan radiasi matahari. Besarnya tenaga radiasi suatu objek di permukaan bumi merupakan fungsi suhu permukaan objek tersebut. Disamping matahari terdapat sumber tenaga lain yang digunakan dalam penginderaan jauh yaitu sumber tenaga alamiah dan sumber tenaga buatan.

Sensor-sensor non fotografi bekerja pada bagian-bagian spektrum elektromagnetik dan ultraviolet sampai daerah-daerah gelombang pendek (*microwave*), termasuk daerah fotografis (*spectrum elektromagnetik fotografis berkisar antara $0,4\mu m - 0,9\mu m$*). Sensor-sensor infra merah termal, gelombang pendek pasif dan sensor radar dapat bekerja baik dalam keadaan gelap maupun siang hari dan radar tidak dapat dihalangi secara berarti oleh awan.

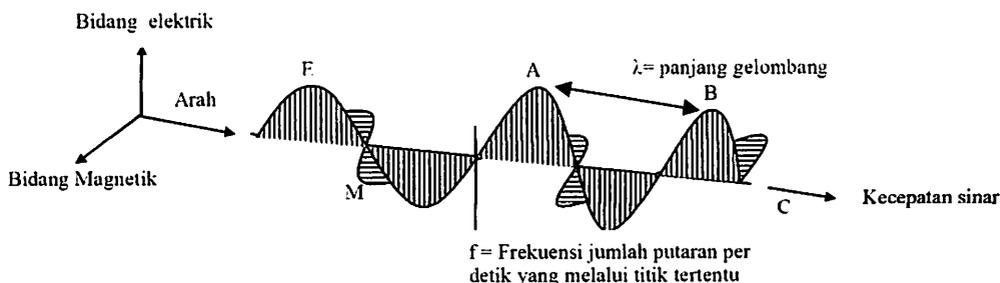
Sistem sensor pemetaan tematik pertama kali diluncurkan pada 16 juli 1982 dan kedua pada tahun 1984. Thematic Mapper (TM) merupakan system sensor optis secara mekanis yang merekam energi yang dipantulkan dalam wilayah spektral elektromagnetik tampak, dan infra merah. Sateelit Landsat TM mengumpulkan bayangan multi spectral yang memiliki resolusi spasial, spectral dan radiometric lebih besar dibandingkan dengan landsat MSS (*Curran, 1985; Lillesand dan Kiefer; 1979; Sabins Jr, 1978*).

Tujuan utama penginderaan jauh ialah mengumpulkan data sumberdaya alam dan lingkungan. Informasi tentang objek disampaikan ke pengamat melalui energi elektromagnetik, yang merupakan pembawa informasi dan sebagai penghubung komunikasi. Oleh karena itu dapat dianggap bahwa data

penginderaan jauh pada dasarnya merupakan informasi intensitas panjang gelombang yang perlu diberikan kodenya sebelum informasi tersebut dapat dipahami secara penuh. Proses pengkodean ini setara dengan interpretasi citra penginderaan jauh yang sangat sesuai dengan pengetahuan akan radiasi elektromagnetik.

Radiasi elektromagnetik merupakan suatu bentuk perjalanan energi dalam ruang hampa, yang menunjukkan sifat-sifat partikel dan gelombang. Radiasi tenaga elektromagnetik berlangsung dengan pola gelombang yang harmonik. Pada gelombang yang harmonik ini dikarenakan oleh komponen-komponen gelombangnya yang teratur sama dan repetitif dalam ruang dan waktu (Sabins Jr, 1987 – Sutanto, 1986). Disamping itu pada setiap bagian tenaga elektromagnetik tersebut terjalin hubungan yang serasiantara panjang gelombang dengan frekwensinya, yaitu suatu hubungan yang berkebalikan.

Tenaga elektromagnetik ini tidak tampak oleh mata, tenaga ini tampak bila berinteraksi dengan benda seperti : debu, uap, atau benda lain di atmosfer maupun di permukaan bumi. Tenaga elektromagnetik dapat dibedakan berdasarkan panjang gelombang maupun frekwensinya. Panjang gelombang (λ) ialah jarak lurus yang memisahkan puncak gelombang yang berdekatan atau Frekwensinya (f) yang merupakan jumlah puncak gelombang yang telah melewati satu titik pada satu waktu tertentu. (E) elektrik sinusoidal dan (M) gelombang magnetik yang sentering keduanya tegak lurus terhadap arah radiasi. (Lilesand dan Kiefer. 1997).



Gambar 2.3. Gelombang elektromagnetik.

Sifat-sifat gelombang sebagaimana ditunjukkan oleh radiasi elektromagnetik, mencerminkan interaksi antara energi dengan materi pada skala makroskopik. Di samping itu, energi elektromagnetik juga dipandang merambat dalam unit diskrit yang disebut quanta atau foton. Hal ini menimbulkan sifat-sifat radiasi elektromagnetik partikel.

Dalam penginderaan jauh perbedaan tenaga elektromagnetik yang paling umum adalah berdasarkan panjang gelombang (λ). Berdasarkan perbedaan tenaga elektromagnetik tersebut metode penginderaan jauh secara umum dapat dibedakan menjadi dua metode, yaitu metode penginderaan jauh Aktif dan metode penginderaan jauh Pasif.

1. Metode Aktif

Metode penginderaan jauh aktif menggunakan sensor yang disebut sensor aktif, artinya sensor secara aktif memancarkan gelombang elektromagnetik ke arah objek, kemudian alat perekamnya mendeteksi dan merekam pantulan gelombangnya. Metode penginderaan jauh aktif, pada sensornya tidak hanya menerima tapi juga memancarkan gelombang, sedangkan gelombang yang digunakan adalah gelombang mikro yang mampu melakukan penetrasi terhadap awan, hujan, tumbuhan dan tanah. Dengan demikian penginderaan jauh tidak tergantung lagi pada sinar matahari.

2. Metode Pasif

Pada metode penginderaan jauh Pasif, alat perekam tidak memancarkan gelombang elektromagnetik, tidak mendeteksi radiasi yang dipancarkan atau dipantulkan suatu objek. Perekaman didasarkan atas refleksi radiasi matahari yang ditangkap oleh lensa dan direkam oleh suatu sensor. Pada metode penginderaan jauh Pasif, sensor hanya berfungsi sebagai penerima saja sedangkan gelombang yang dipakai adalah gelombang tampak (Visible light). Dalam penginderaan jauh metode Pasif ini jika ada awan dalam proses penerimaan pantulan maka akan terganggu.

2.3.2.2. Spektrum Elektromagnetik

Tenaga elektromagnetik terdiri dari berkas atau spektrum yang sangat luas, yaitu meliputi spektrum kosmik, gamma, sinar X, ultra violet, sinar tampak, infra-merah, gelombang makro, dan gelombang radio.

Dari sekian banyak spektrum elektromagnetik tersebut tidak semuanya dipakai dalam penginderaan jauh. Spektrum kosmik, gamma, dan spektrum X sulit mencapai bumi, karena sulit menembus atmosfer. Spektrum ultra-violet, sinar tampak, dan infra-merah adalah spektrum yang digunakan dalam penginderaan jauh sistem optik. Tabel berikut menunjukkan spektrum elektromagnetik dan nama bagian-bagiannya; panjang gelombang, serta bagian-bagian spektrum yang digunakan dalam penginderaan jauh.

Tabel 2.1. Saluran Spektral yang Terdapat pada Landsat ETM 7.

BAND	PANJANG GELOMBANG	RESOLUSI	SPEKTRAL	KEGUNAAN UTAMA
1	0,450 μm – 0,515 μm	30m x 30m	Biru	Membuahkan peningkatan penetral kedalam tubuh air, dan juga untuk mendukung analisis sifat khas penggunaan lahan, tanah dan vegetasi
2	0,525 μm – 0,605 μm	30m x 30m	Hijau	Dirancang untuk mengindera puncak pantulan vegetasi pada spektrum hijau
3	0,630 μm – 0,6905 μm	30m x 30m	Merah	Saluran terpenting untuk memisahkan vegetasi. Saluran ini berada pada salah satu bagian serapan klorofil dan memperkuat kontras antara kenampakan vegetasi, juga menajamkan kontras antara kelas vegetasi.
4	0,775 μm – 0,9005 μm	30m x 30m	Inframerah dekat	Dipilih agar tabggapan terhadap sejumlah biomassa vegetasi yang terdapat pada daerah kajian
5	1,550 μm – 1,750 μm	30m x 30m	Inframerah tengah	Saluran yang dikenal penting untuk penentuan jenis tanaman, kandungan ar pada tanaman dan kondisi kelembaban tanah

6	10,400 μm – 12,500	30m x 30m	Inframerah thermal	Suatu saluran yang penting untuk pemisah formasi batuan
7	2,090 μm – 2,350 μm	30m x 30m	Inframerah tengah	Suatu saluran inframerah termal yang dikenal bermanfaat untuk klasifikasi vegetasi, analisis gangguan vegetasi, pemisahan kelembaban tanah dan sejumlah gejala lain yang berhubungan dengan panas
8	0,520 μm – 0,900 μm	30m x 30m	Pankromatik	Suatu saluran pankromatik dengan resolusi spasial yang cukup tinggi dan bermanfaat untuk identifikasi budaya seperti bangunan, jalan, sungai, bendungan dan lain-lain.

2.4. 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.

2.4.1. 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 tabel, 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. Dan 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 mata dan daya ingat manusia dalam menginterpretasi data. Maka dari itu lebih baik digunakan analisis dengan bantuan komputer yang memungkinkan pola spektral di dalam 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 data seluas-luasnya, serta lebih menghemat biaya bila dibandingkan dengan teknik interpretasi visual.

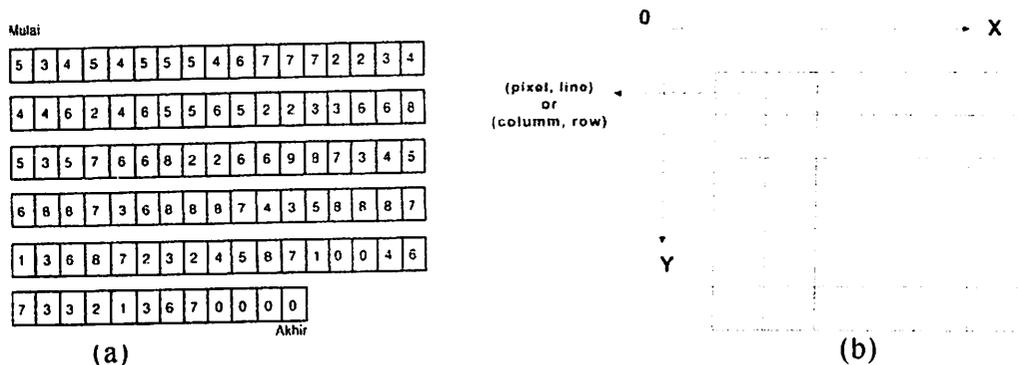
Menurut perolehan data penginderaan jauh dapat dikelompokkan menjadi 2 cara yaitu pasif dan aktif. Penginderaan jauh pasif ialah penginderaan jauh diaman sensor hanya menerima pantulan gelombang dari obyek-obyek dipermukaan bumi. Sedangkan penginderaan jauh aktif ialah sensor mengeluarkan pancaran gelombang dan menerima pantulan tenaganya. (*Materi kuliah Ir. Pradono Joanes De Deo, Msi. 1995*)

2.4.2. 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 penyimpanan 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 lain (CDROM atau Disketes) 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 detektor, distorsisistem optik sensor dan koreksi putara rotasi bumi di bawah orbit satelit*).



Gambar 2.4.(a)Citra Digital dalam bentuk angka matematik dan (b)Sistim Koordinat Digital.

Setiap unsur citra disebut *pixel*, dan memiliki koordinat (X,Y) pada ruang diskrit yang menyajikan suatu sampling kontinue dari permukaan bumi. Nilai pixel citra menyajikan suatu sampling radiasi permukaan bumi. Nilai pixel biasa disebut intensitas citra (*image intensity*) atau derajat keabuan (*grey level*). Masing-masing derajat keabuan dihubungkan ke suatu spektrum band (*nilai spektral*). 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 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 selanjutnyadapat diproses dengan komputer.

2.4.3. Klasifikasi Digital

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

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

Klasifikasi secara Digital dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu :

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

Klasifikasi terselia 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 satelit pada suatu medan yang terdiri atas beberapa penutup lahan. Setiap objek sepanjang garis penyiaman diilustrasikan dalam suatu bujur sangkar yang memuat histogram pantulan atau pancaran objek permukaan bumi dalam bentuk digital setiap saluran (*digambarkan dalam lima saluran yang mewakili saluran biru, hijau, merah, inframerah dekat, dan inframerah termal*). Enam jenis penutup lahan yang berbeda yang berbeda pada garis siaman, yaitu air, pasir, hutan, kota, tanaman pertanian (*jagung*), dan rumput kering. Keenam jenis penutup lahan tersebut menunjukkan perbedaan 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.

Sistem pengkelasan (*kalsifikasi*) Citra digital secara terselia (*supervised*) dapat dilakukan;

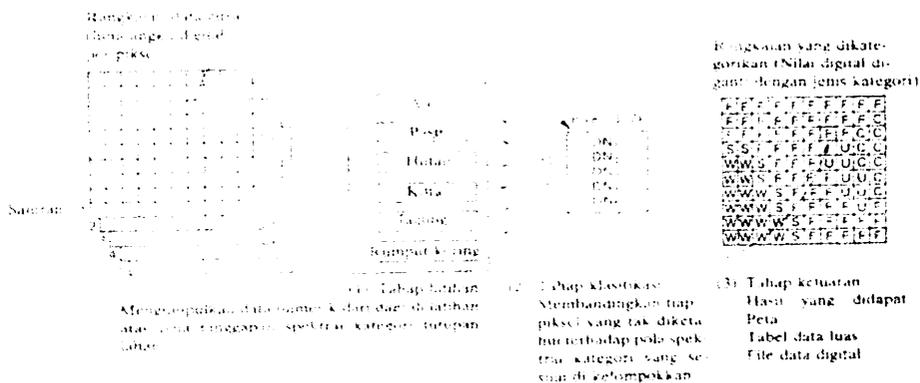
1. wilayah objek dengan mengambil kategori daerah-daerah yang homogen atau wilayah yang ketetapan (*decision region*) dalam bentuk analog bidang segi empat, yang biasa disebut "*parallelipeds*".
2. pengkelasan berdasarkan pixel dapat digunakan cara perhitungan rata-rata jarak minimum nilai pixelnya (*minimum-distance-to-means classification*).
3. pengkelasan kemiripan maksimum (*maximum likelihood*), yaitu mengevaluasi, baik secara kuantitatif varian maupun korelasi korelasi pola tanggapan spektral kategori ketika mengklasifikasikan pixel tak dikenal, dengan suatu asumsi bahwa distribusi titik (*pixel*) yang berbentuk data latihan (*sampel*) mempunyai kategori yang bersifat distribusi normal (*Gaussian*).

Ada beberapa strategi klasifikasi yang menggunakan daerah rangkaian latihan (*training set*) pola tanggapan spektral kelompok sebagai kunci interpretasi, dimana pixel yang tidak teridentifikasi jenis tutupannya

diklasifikasikan ke dalam kelas yang sesuai dengan nilai pixel pada diagram pencar 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*).
2. Tahap klasifikasi : setiap pixel pada serangkaian data citra dibandingkan setiap kategori pada kunci interpretasi numerik, yaitu menentukan nilai pixel yang tak dikenal dan paling mirip dengan kategori yang sama. Perbandingan setiap pixel citra dengan kategori pada kunci interpretasi dikerjakan secara numerik dengan menggunakan berbagai strategi klasifikasi diantaranya; *Jarak minimum rata-rata kelas, parallelepiped, kemiripan maksimum*.
3. Tahap keluaran : hasil matrik didelineasi sehingga terbentuk peta penutup lahan, dan dibuat tabel matrik luas berbagai jenis tutupan lahan pada citra.



Gambar 2.5. Dasar Rangkaian pentahapan pada proses klasifikasi terselia

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

Klasifikasi tak terselia menggunakan algoritma untuk mengkaji atau menganalisis sejumlah besar pixel yang tidak dikenal dan membaginya dalam sejumlah kelas berdasarkan berdasarkan pengelompokan dilai digital citra. Kelas yang dihasilkan dari klasifikasi tak terselia 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 disebabkan 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 pengelompokan spektral secara natural. Oleh karena itu, tersedia teknik statistik yang dapat digunakan untuk pengelompokan secara otomatis rangkaian n dimensional hasil pengamatan ke kelas spektral natural. Klasifikasi tak terselia dilakukan dalam rangka n dimensional dengan cara pengelompokan 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.

3) Klasifikasi gabungan atau hibrida (*hybride classification*).

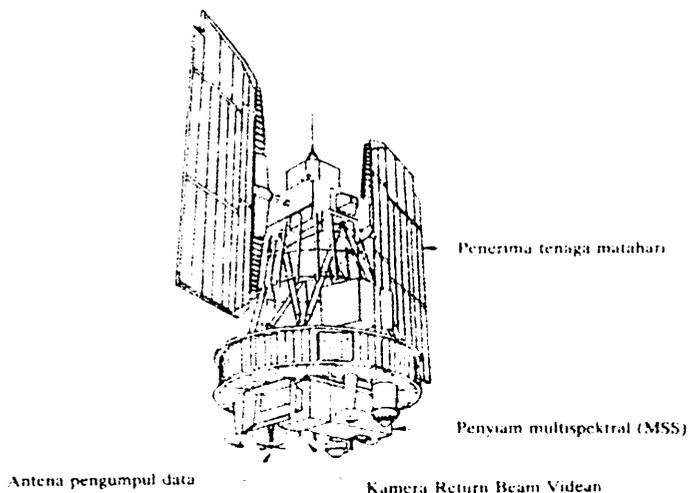
Teknik klasifikasi hibrida (*hybrid classification technique*) merupakan analisis klasifikasi yang memadukan kelas spektral dari klasifikasi tak terselia dengan kategori informasi yang cocok dengan referensi. Pendekatan ini melibatkan analisis data *tak-terselia dan terselia*, dimana analisis training sample diambil dari *cluster* hasil klasifikasi tak-terselia, sehingga terjadi pengelompokan cluster terselia (*controled clustering*). Pendekatan teknik hibrida juga dapat dilakukan dengan dua macam teknik terselia, misalnya teknik kemungkinan maksimum dengan dengan teknik persegi panjang atau dengan teknik rata-rata minimum atau k-rataan. Pendekatan teknik hibrida

biasanya lebih sulit karena dijumpai beberapa kelas spektral yang tercampur (*terasosiasi*).

2.5. Karakteristik Citra Landsat TM

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

Citra Landsat dibuat khusus untuk mengumpulkan data sumber daya bumi, dan program ini dimulai pada 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 917km (*570 mil*) pada 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 2.6. Konfigurasi dasar satelit Landsat.

Citra Landsat TM hasil rekaman sensor Thematic Mapper, yang dipasang pada satelit Landsat 4 dan Landsat 5. Sistem TM meliputi lebar sapuan (*scanning*) sebesar 185 km, direkam dengan menggunakan tujuh saluran panjang gelombang,

yaitu tiga saluran panjang gelombang tampak, tiga saluran panjang gelombang inframerah dekat, dan satu saluran panjang gelombang inframerah termal.

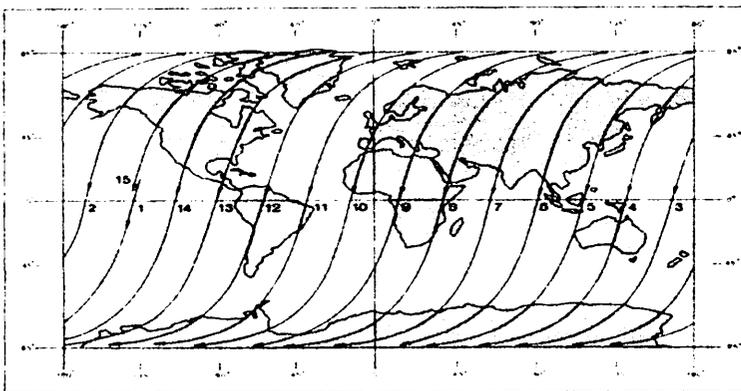
Konfigurasi perekaman TM dirancang untuk mengindera energi dengan medan pandang 100° dan bidang pandang total atau IFOV (*Instruction Field Of View*) dari objek yang disiam (*di-scan*) sekitar $15,4^\circ$ ($\pm 7,7^\circ$ dari nadir) Sistem penyiam (*scanning*) berupa bujursangkar dan menghasilkan sel resolusi medan berukuran sekitar 30 meter. Bidang pandang (*IFOV*) kecil bertujuan mengoptimalkan resolusi spasial, sedangkan saluran panjang gelombang sempit mengoptimalkan resolusi spektralnya. TM yang digunakan sangat peka unruk mengeluarkan sinyal yang jauh lebih kuat dari tingkat gangguan (*noise*) pada sistemnya. TM meggunakan cermin berputar (*oscillating mirror*) setiap saluran non-termal menggunakan 16 detektor , jadi empat saluran (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 pixelnya $28,5 \times 28,5$ 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 (HRMSI). Desain sensor ETM+ seperti ETM pada Landsat 6 ditambah dua sistem model kalibrasi untuk gangguan radiasi matahari (*dual mode solar callibrator system*) dengan penambahan lampu kalibrasi untuk fasilitas koreksi radiometrik. Transmisi data ke satsiun penerima di bimu dapat dilakukan dalam tiga (3) cara, yaitu :

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

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



Gambar 2.7. Polar khas orbit Landsat harian (*hanya orbit siang hari*).

2.6. Resolusi

Resolusi (*resolving power = daya pisah*) adalah kemampuan suatu sitim optic-elektronik untuk membedakan informasi yang secara spektral mempunyai kemiripan (*Swain dan Davis, 1978*). Resolusi adalah suatu istilah umum yang digunakan untuk menyajikan:

- Jumlah pixel (*picture element*)
- Daerah di muka bumi yang diwakili oleh pixel tersebut, merupakan istilah umum yang digunakan untuk menggambarkan jumlah elemen gambar yang dapat ditayangkan pada layar computer atau luas area di lapangan

dimana sebuah elemen gambar mewakili satu file citra. Di dalam citra resolusi merupakan parameter limit atau daya pisah objek yang masih dapat dibedakan.

Didalam Penginderaan Jauh terdapat empat (4) macam resolusi yang biasa digunakan sebagai parameter kemampuan sensor, yaitu resolusi spasial, resolusi radiometric, resolusi spectral, dan resolusi temporal. Dan dalam praktek pengolahan citra, resolusi layar juga memegang peranan penting.

1) Resolusi Spasial

Adalah ukuran objek terkecil yang masih dapat disajikan, dibedakan, dan dikenali pada Citra atau ukuran terkecil obyek yang masih dapat dideteksi oleh suatu system pencitraan (*Projo Danoedoro*). Resolusi Citra Landsat ETM 7 adalah sebesar 30 meter, dan memiliki ban 8 sehingga dapat mempertajam resolusi spasial menjadi 15 meter.

2) Resolusi Spektral

Sesuai dengan namanya, resolusi spectral adalah kemampuan suatu system optic-elektronik untuk membedakan informasi (*obyek*) berdasarkan pantulan atau pancaran spektralnya, atau interval panjang gelombang tertentu didalam spectrum elektromagnetik yang dapat direkam oleh sensor (*Projo Danoedoro dan Simonett, 1983*). Pada Landsat TM dapat merekam radio elektromagnetik diantara $0,45 \mu\text{m}$ dan $12,50 \mu\text{m}$.

3) Resolusi Radiometrik

Dapat diartikan sebagai kamampuan sistim sensor untuk merekam banyaknya tingkat kecerahan (*brightness*) atau Kemampuan sensor dalam mencatat respon spectral obyek dinyatakan sebagai resolusi radiometric.

4) Resolusi Temporal

Adalah kemampuan suatu sistim untuk merekam ulang daerah yang sama atau Resolusi menunjukkan seberapa sering suatu sensor memperoleh gambaran permukaan bumi dari suatu daerah tertentu. Satuan resolusi temporal adalah jam atau hari. Sebagai contoh satelit GMS dapat merekam daerah yang sama setiap 2 x sehari. Satelit Landsat MSS dan TM setiap 18 hari sekali untuk generasi 1, dan 16 hari sekali untuk generasi 2. Satelir SPOT mampu merekam ulang setiap 26 hari sekalipada sistim operasi

normal, tapi dapat pula beberapa hari berturut-turut dengan mekanisme perekaman menyamping (*Brachet, 1984*)

5) Resolusi Layar

Adalah kemampuan layar monitor dalam menyajikan kenampakan obyek pada citra secara lebih halus. Biasanya ukuran piksel layar (*dot pitch*) sebesar 0,28 milimeter sudah dapat dikatakan memadai untuk studi penginderaan jauh.

2.7. Restorasi Citra

Restorasi Citra (*pemulihan citra*) adalah suatu pekerjaan yang dilakukan dengan tujuan untuk memulihkan data citra yang mengalami distorsi ke arah gambaran yang lebih sesuai dengan keadaan aslinya. Langkah-langkah dalam restorasi citra meliputi koreksi berbagai distorsi radiometrik dan geometrik yang terdapat pada data citra asli.

2.7.1. Koreksi Radiometri

Koreksi radiometrik dimaksudkan adalah untuk normalisasi detektor CCD (*Charge Couple Device*) pada tiap-tiap band spektral. Koreksi radiometrik yang dilakukan meliputi; koreksi sudut elevasi matahari dan koreksi atmosfer.

Penyebab kesalahan radiometrik dapat dibedakan dalam tiga (3) kelompok ialah sebagai berikut :

1. Kesalahan pada sistem optik. Kesalahan ini dapat disebabkan oleh;
 - a. Bagian optik pembentuk citra buram
 - b. Perubahan kekuatan sinyal.
2. Kesalahan karena gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer, yang disebabkan oleh;
 - a. Pengaruh hamburan dan serapan
 - b. Tanggapan (*response*) amplitudo yang tidak linear
 - c. Terjadinya bising (*noise*) pada waktu transmisi data.
3. Kesalahan karena pengaruh sudut elevasi matahari, menyebabkan;

- a. Perubahan pencahayaan pada permukaan bumi, karena sifat objek dan kepekaan objek menerima tenaga dari luar tidak sama
- b. Perubahan radiasi dari permukaan objek karena perubahan sudut pengamatan sensor.

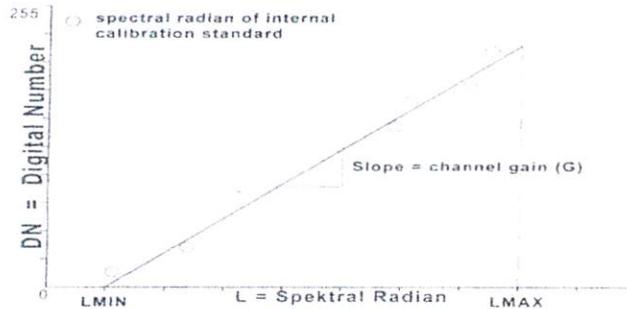
Dari kesalahan-kealahn tersebut diatas, maka perlu melakukan koreksi radiometrik sebagai berikut :

✚ Koreksi Radiometrik karena Kesalahan pada Sistem Optik

Koreksi radiometrik dilakukan sesuai dengan jenis kesalahan radiometrik akibat perubahan kekuatan sinyal pada sub sistem optik, yaitu bising koheren (*berhubungan*), yang berupa bising periodik (*periodic noise*), bising sisir (*spike noise*), dan bising garis (*stripes noise*).

- ☑ Bising Periodik dapat dihilangkan dengan menggunakan *band-pass filter* atau *notch filter*. Filter *band-pass* hanya digunakan untuk melewati frekuensi spasial daerah tertentu, sedangkan *notch filter* sebaliknya menghambat frekuensi spasial tertentu. Frekuensi yang merupakan batas (*cut-off frequency*) ditentukan berdasarkan transformasi *fourier* dari citranya.
- ☑ Bising Garis disebabkan oleh “drop out signal” berarti tidak ada data sama sekali di balik bising garis tersebut. Cara menghilangkan garis bising tersebut tidak berarti memperbaiki citra, tetapi hanya membuang elemen citra yang terkena bising tersebut. Sementara adanya bising karena adanya perbedaan “*gain*” dan “*offset*” dari detektor-detektor pembentuk citra multidetektor, memberikan arti sangat besar untuk perbaikan citra. Cara menghilangkan bising garis pada citra multidetektor menggunakan “*data dependent method*” yang berupa:
 - penggunaan filter dalam domain frekuensi *fourier*
 - penggunaan berbagai parameter statistik harga keabuan elemen gambar (*pixel*) pada citra, yaitu dengan menyamakan histogram kumulatif citra pada setiap detektor dengan citra multidetektor, atau dengan menyamakan

fungsi probabilitas distribusi nilai keabuan citra pada setiap detektor.



Gambar 2.8. Fungsi radiometrik response untuk TM saluran.

Nilai L_{min} merupakan spektral radian dengan nilai digital = 0 dan L_{max} merupakan spektral radian dengan nilai digital maksimum = 255

- ☑ Bising Sisir, dapat dihilangkan dengan cara membuang elemen gambar yang merepresentasikan bising tersebut, dan menggantinya dengan harga rata-rata tetangganya.
- ✚ Koreksi Radiometrik karena Gangguan Energi Radiasi pada Atmosfer
Koreksi terhadap “*path radiance*” dapat menggunakan model linier dan model kalibrasi bayangan awan. Model linier dilakukan dengan anggapan bahwa pantulan (*reflektansi*) = 0 dapat ditentukan dari salah satu komponen spektral suatu multi citra. Sebagai contoh pelaksanaan koreksi dengan cara ini adalah pantulan air pada spektral inframerah dekat dinyatakan dengan nilai keabuan pixel = 0 (air jernih di tempat terbuka), dinyatakan sebagai “*path radiance*”
- ✚ Koreksi Radiometrik karena Pengaruh Sudut Elevasi Matahari
Koreksi radiometrik akibat pengaruh sudut elevasi matahari pada nilai keabuan elemen gambar (*pixel*). Pengaruh ini sifatnya sangat individual sehingga pelaksanaan koreksinya harus dikaitkan dengan data pantulan (*reflektansi*) masing-masing objek. Pembentukan citra yang bagus dengan sudut elevasi matahari 30^0 dan hasil pembentukan citra kurang bagus bila sudut elevasi matahari lebih kecil 10^0 dan lebih besar dari 50^0 .

2.7.2. Koreksi Geometri

Koreksi geometric disebut juga Rektifikasi yaitu suatu proses untuk menyamakan proyeksi citra pada suatu bidang datar yang sama dengan sistim proyeksi peta. Rektifikasi ini memerlukan beberapa ground control point (*GCP*) yaitu berupa elemen gambar yang spesifik pada citra dimana juga diketahui koordinatnya pada peta.

Koreksi geometri dilakukan sesuai dengan jenis atau penyebab kesalahannya, yaitu kesalahan sistematik dan kesalahan rondom, dengan sifat distorsi geometri pada citra;

1. Kesalahan geometri yang bersifat sistematik

Merupakan kesalahan yang dapat diperkirakan sebelumnya pada citra, seperti gerak rotasi bumi dan kelengkungan permukaan bumi, yang menyebabkan pergeseran pada sapuan scanner.

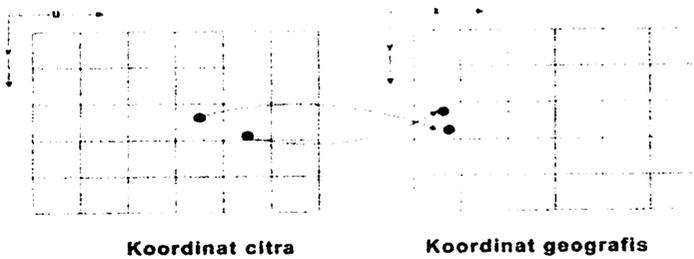
2. Kesalahan geometri yang bersifat random (*acak*)

Adalah kesalahan yang tidak dapat diperkirakan terjadinya dan tidak dapat diperhitungkan sebelumnya pada citra.

Koreksi geometri mempunyai tujuan, diantaranya:

- Melakukan rektifikasi (*pembetulan*) atau restorsi (*pemulihan*) citra agar koordinat citra sesuai dengan koordinat geografi.
- Registrasi (*mencocokkan*) posisi citra dengan citra lain atau mentransformasikan system koordinat citra multispektral atau citra multi-temporal.
- Registrasi citra ke peta, yang menghasilkan citra dengan sistim proyeksi tertentu.

Koreksi geometri diperlukan untuk mendapatkan data yang bebas dari distorsi geometri. Distorsi geometri adalah suatu perubahan dan pergeseran elemen gambar (*pixel*) dari posisi yang seharusnya pada citra, distorto geometri ini disebabkan antara lain oleh adanya rotasi bumi, efek panoramik, dan efek kelengkungan bumi. Tahap dalam koreksi geometri adalah melakukan transformasi koordinat dari sistem koordinat pixel (*kolom ; baris*) ke sistem koordinat peta ($X ; Y$) atau ($\rho ; \lambda$).



Gambar 2.9. Transformasi koordinat citra ke koordinat geografis.

2.7.3. Resampling

Resampling merupakan proses penerapan Transformasi Geometri terhadap data Citra, mengakibatkan data Citra akan mampu untuk dilakukakan tertumpang susun (*overlay*) dengan data Peta Digital karena telah berkesesuaian atau sama secara Geometri (*Terregistrasi*).

Proses Resampling dilakukan setelah fungsi proses transformasi, yang digunakan untuk menentukan nilai-nilai pixel yang dimasukkan kedalam matrik keluaran dari citra asli atau original. Dengan Pemetaan Polinomial secara benar dengan menggunakan titik-titik Kontrol Tanah langkah selanjutnya adalah untuk menentukan titik-titik pada Citra yang sama dengan setiap lokasi pada Pixel dan pada Peta. Titik-titik yang telah ditentukan pada Citra secara tepat pada pusat-pusat pixel Citra, selanjutnya pixel-pixel tersebut secara sederhana dipindahkan ke lokasi yang sesuai pada tampilan geometrisnya untuk melakukan proses perbaikan Citra. (*Jhon A. Richards, 1998*).

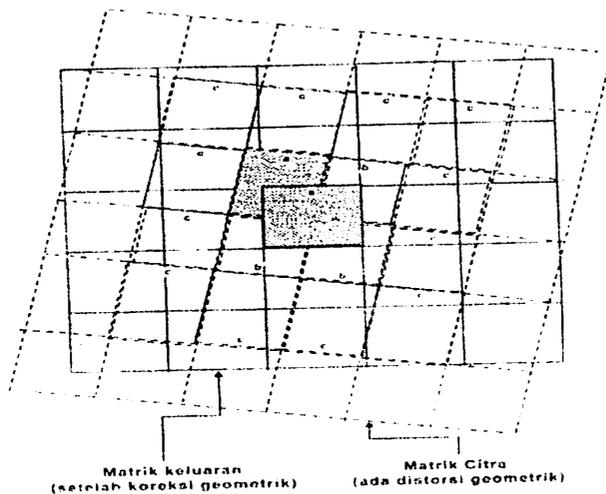
Nilai Koordinat UTM atau Garis Lintang dan Bujur, sebagaimana terukur pada suatu Peta tersebut kemudian digunakan untuk analisa Kuadrat Terkecil guna menentukan koefisien bagi dua persamaan alih ragam (*transformation equation*) yang menghubungkan koordinat geografis dan koordinat Citra.

Proses penerapan transformasi geometris terhadap data asli disebut *resampling*. Proses ini mengikuti langkah sebagai berikut:

1. Suatu matrik kekuatan yang secara geometri seragam ditentukan berdasarkan koordinat medan.

2. Komputer mengolah tiap sel di dalam seluruh koordinat tiap sel keluaran dialih ragamkan untuk menentukan koordinat yagn sesuai pada rangkaian Citra.
3. Nilai pixel yang sesuai dipindahkan dari rangkaian data Citra ke matrik keluaran.

Setelah setiap sel pada matrik keluaran diproses dengan cara ini, diperoleh hasil yang berupa matrik berdasarkan koordinat medan dan berisi data Digital Citra yang mempunyai kebenaran geometri. Sehingga diperoleh rangkaian Data Citra yang geometriknya terkoreksi. (Lillesand/Kiefer, 1997).



Gambar 2.10. Proses resampling yang digunakan untuk koreksi geometri citra.

2.8. Interpretasi Citra

Interpretasi citra merupakan suatu proses pengkajian citra dengan maksud untuk mengidentifikasi obyek tersebut pada citra. Dengan kata lain penafsiran citra berupaya untuk mengenali obyek yang tergambar pada citra dan menerjemahkannya kedalam disiplin ilmu tertentu seperti geografi, geologi dan disiplin ilmu lainnya. Didalam pengenalan obyek yang tergambar pada citra, ada tiga rangkaian yang diperlukan yaitu: deteksi, identifikasi dan analisis. Deteksi adalah pengamatan atas adanya suatu obyek, misalnya pada gambar sungai terdapat obyek yang bukan air. Identifikasi ialah upaya mencirikan obyek yang

telah dideteksi dengan menggunakan keterangan yang cukup. Sehubungan dengan contoh tersebut maka berdasarkan bentuk, ukuran dan letaknya, obyek yang tampak pada sungai tersebut disimpulkan sebagai perahu dayung. Pada tahap analisis dikumpulkan keterangan lebih lanjut, misalnya dengan mengamati jumlah penumpangnya, sehingga dapat disimpulkan perahu tersebut berupa prahu dayung yang berisi tiga orang (*Lintz Jr, dan Simonett, 1976*).

2.9. Peta Tematik

Peta tematik adalah suatu peta yang memperlihatkan informasi kualitatif dan atau kuantitatif pada unsur tertentu. Unsur-unsur tersebut ada hubungannya dengan detail topografi yang penting. Keterangan disajikan dengan gambar, memakai pernyataan simbol-simbol yang mempunyai tema tertentu atau kumpulan dari tema-tema yang ada hubungannya satu dengan lainnya.

Untuk penggambaran data peta tematik, peta dasar yang sering dipakai adalah peta topografi. Data topografi yang diambil biasanya hanya satu atau dua unsur saja. Pemilihan unsur-unsur topografi yang akan diambil tergantung dari skala, maksud dan tujuan dari peta tematik itu sendiri. Data dari peta topografi hanya digunakan untuk latar belakang penempatan dan orientasi secara geografis.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Persiapan Penelitian

Tahap persiapan merupakan tahap awal dalam rencana penelitian, yang sangat penting dalam menunjang keberhasilan penelitian. Dimana tahap ini memuat tentang proses perencanaan penelitian, persiapan data-data yang diperlukan dalam penelitian, serta nara sumber dan literature-literatur yang akan digunakan sebagai referensi dalam penelitian.

3.2. Pengumpulan Data

Data utama yang digunakan dalam penelitian "*Pemanfaatan Citra Landsat ETM 7 Untuk Pemetaan Kondisi Lingkungan DAS*" adalah Citra Landsat ETM7, selain itu pada penelitian ini digunakan juga data-data lain sebagai penunjang dan pelengkap dalam memberikan informasi untuk proses analisis interpretasi Citra digital.

Secara keseluruhan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Citra Landsat ETM 7 daerah Kecamatan Sumber Manjing Wetan, hasil perekaman pada stasiun bumi di LAPAN pada tahun 2002 dengan Resolusi Spasial 30m x 30m.
2. Peta referensi daerah penelitian yang digunakan adalah:
 - a. Peta Rupa Bumi Indonesia (*RBI*); Batas Administrasi, Land Use dan data Kontur Kecamatan Sumber Manjing Wetan, skala 1 : 25000.
 - b. Peta Daerah Aliran Sungai (*DAS*)
 - c. Peta Jenis Tanah dan nilai Erodibilitas Tanah

3.3. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam proses penelitian adalah perangkat keras/ hardware dan perangkat lunak, berikut spesifikasinya :

3.3.1. Perangkat Keras/ Hardware

Dalam penelitian ini menggunakan perangkat keras/ hardware dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Notebook Pentium M 1.6Ghz
2. Harddisk 40 Gb
3. Memory 256 Mb
4. Printer
5. Mouse

3.3.2. Perangkat Lunak

Perangkat Lunak atau software yang digunakan untuk mendukung proses penelitian ini adalah :

1. ER Mapper 6.4

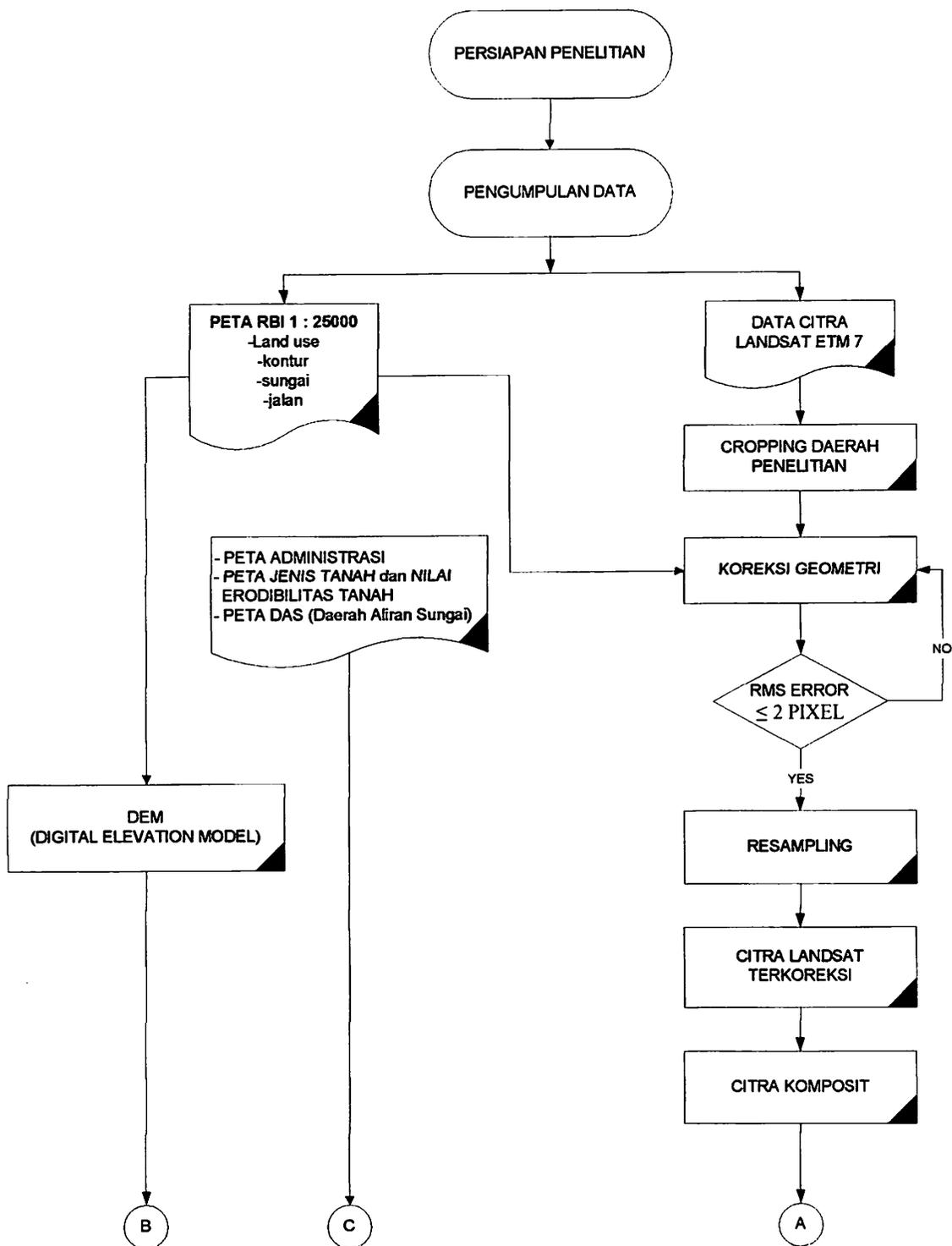
Digunakan dalam proses pengolahan Citra Landsat ETM7.

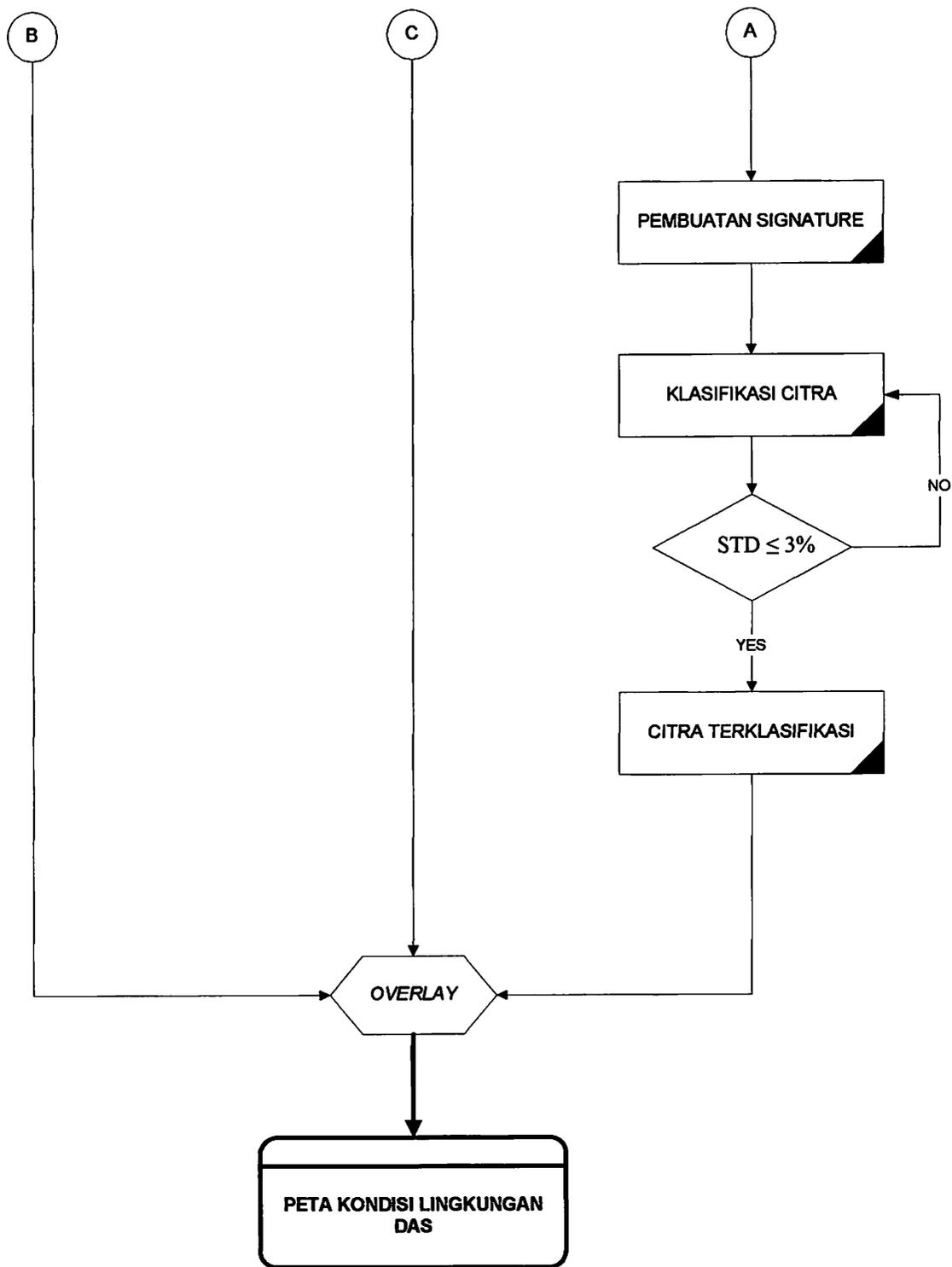
2. AutoCAD Map 2000i

Digunakan untuk proses digitasi peta analog untuk dijadikan peta digital dan proses transformasi koordinat.

3.4. Diagram Alir Penelitian

Berikut ini ditampilkan tahapan-tahapan dalam penelitian yang berjudul **“Pemanfaatan Citra Landsat ETM 7 Untuk Pemetaan Kondisi Lingkungan DAS - Kecamatan Sumber Manjing Wetan, Kabupaten Malang”** yang berupa diagram alir, sehingga memudahkan proses penelitian.





Keterangan Diagram Alir Penelitian :

Persiapan Penelitian

Persiapan pelaksanaan pekerjaan meliputi persiapan segala yang dibutuhkan seperti hardware, software, Cita Landsat ETM 7 dan data-data pendukung antaranya; Peta Rupa Bumi (*RBI*) Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Peta Jenis Tanah dan Erodibilitas Tanah, Peta Daerah Aliran Sungai atau *DAS*.

Cropping Daerah Penelitian

Pada proses cropping/pemotongan Citra ini dilakukan berdasarkan daerah daerah yang dikaji, yaitu dengan Peta Batas Administrasi. Pemotongan Citra ini bertujuan untuk memperjelas lokasi sehingga mempermudah dalam proses interpretasi serta menghemat memory computer.

Koreksi Geometri

Koreksi Geometri 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 system koordinat geometris (x, y). Kesalahan geometrik ini akan mengakibatkan terjadinya pergeseran posisi pixel yang sebenarnya, karena itu perlu dilakukan koreksi geometri untuk menghilangkan kesalahan geometrik. Pada penelitian ini koreksi geometri menggunakan metode Map to Image, dimana peta yang digunakan dalam proses koreksi geometri adalah Peta Rupa Bumi Indonesia (*RBI*) Kecamatan Sumbermanjing Wetan Tahun 2002, dan pengambilan titik-titik *GCP (Ground Control Point)* harus menyebar dan merata serta tetap misalnya : perempatan jalan, sungai, gedung dan lokasi yang mempunyai kesamaan bentuk dan letak.

Resampling

Resampling merupakan proses penerapan transformasi geometri terhadap data Citra, mengakibatkan data Citra akan mampu untuk dioverlay dengan peta digital karena telah berkesesuaian atau sama secara geometri (*terregistrasi*). Proses penerapan transformasi geometris terhadap data asli disebut resampling, dan proses ini menghasilkan Citra yang terkoreksi.

Citra Komposit

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. Citra Komposit bertujuan untuk membantu mengidentifikasi dan interpretasi landcover di permukaan bumi dengan membuat kombinasi dari band-band yang ada. Dalam teori warna dikenal ada 3 (tiga) warna dasar, yaitu merah, hijau dan biru (*RGB*). Kombinasi dari ketiga warna tersebut akan menghasilkan warna-warna lain, pada penelitian ini menggunakan komposit band 5-4-2 dan dimana kombinasi band tersebut sangatlah baik untuk tujuan klasifikasi dan untuk mencari kerapatan tutupan vegetasi.

Pembuatan Signature

Pembuatan signature bertujuan untuk melakukan penamaan klas dengan batasan (*region*) pada Citra terkoreksi sebelum dilakukan proses klasifikasi.

Klasifikasi Terbimbing (Supervised)

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

Pembuatan DEM (Digital Elevation Model)

Digital Elevation Model (DEM) adalah salah satu bagian dalam pemetaan digital yang umumnya digunakan untuk membuat garis kontur, hill shading (*bayangan bukit*) dan digital ortophoto. DEM juga berguna untuk membuat peta lereng (slope atau aspect). Tujuan dari pembuatan DEM dalam penelitian ini adalah untuk menampakkan model tiga dimensi (*3D*) permukaan bumi wilayah penelitian, sehingga mudah dalam menganalisa Citra hasil Klasifikasi dengan data kontur yang bertujuan untuk memetakan kondisi lingkungan DAS.

Penggabungan Peta (Overlay)

Yang dimaksud dengan penggabungan peta adalah mengoverlaykan antara peta tutupan lahan hasil klasifikasi daerah Sumber Manjing Wetan dengan peta-peta penunjang yang ada (*data referensi*) dan DEM sehingga didapat hasil analisa akhir yaitu mendapatkan informasi Kondisi Lingkungan DAS.

3.5. Tahapan Pekerjaan

Adapun tahapan pekerjaan yang dilakukan pada proses penelitian, sebagai berikut :

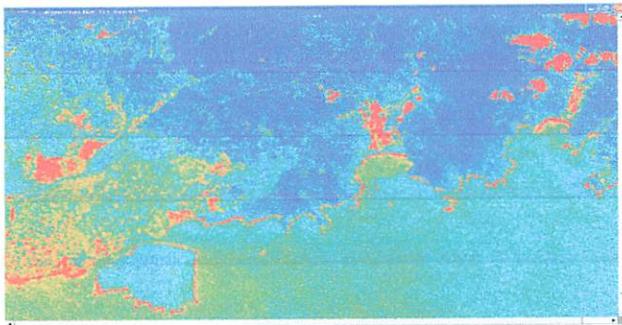
1. Menampilkan Data Raster
2. Membuat Dataset Landsat ETM 7
3. Proses Digitasi dan Transformasi Koordinat
4. Import Data Vektor
5. Menampilkan Data Vektor
6. Pembuatan Citra Komposit
7. Koreksi Radiometrik
8. Koreksi Geometri
9. Pemotongan Citra
10. Klasifikasi dan Interpretasi Digital
11. Membuat DEM (Digital Elevation Model)
12. Overlay

3.5.1. Menampilkan Data Raster

Proses menampilkan data Citra Landsat ETM7 daerah Sumber Manjing Wetan ke layar monitor dengan perangkat lunak ER Mapper 6.4

Adapun tahapan pekerjaannya adalah sebagai berikut :

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

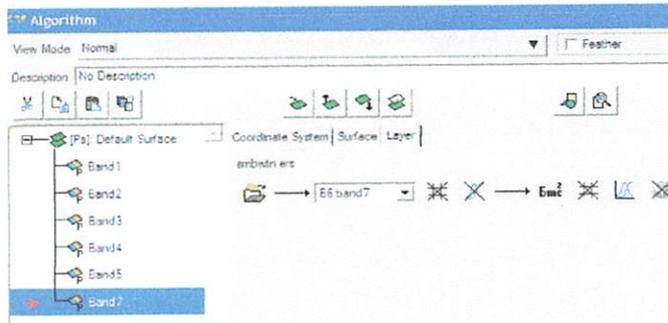


Gambar 3.1. Tampilan Citra Landsat ETM7 daerah Sumber Manjing Wetan

3.5.2. Membuat Dataset Landsat ETM7

Untuk mempermudah proses pengolahan Citra Landsat selanjutnya, maka tiap band harus dijadikan satu dataset yang utuh. Cara penggabungan band-band dalam satu dataset adalah sebagai berikut :

1. Pilih icon  setelah muncul kotak dialog Algorithms, arahkan kursor ke layer pseudocolor, kemudian duplikat layer tersebut sebanyak enam (6) layer menggunakan icon 
2. Ganti nama tiap layer pseudocolor menjadi Band1, Band2, Band3, Band4, Band5 dan Band7, sesuai dengan Band yang ada.



Gambar 3.2. Kotak Dialog Algorithms

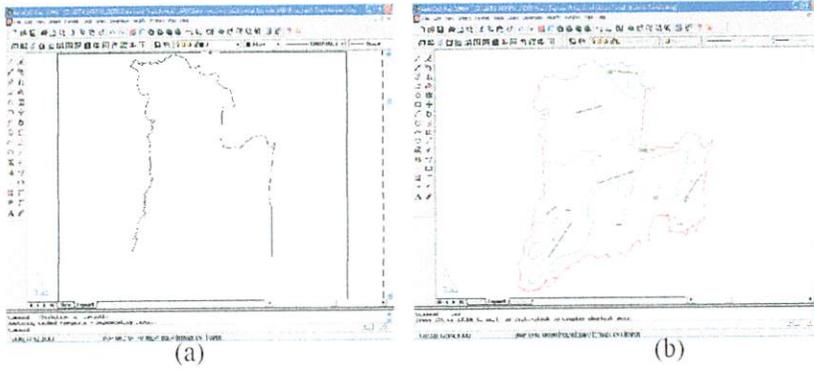
3. Simpan susunan Band tersebut menjadi satu dataset, pilih icon  Save As. Dan tentukan nama serta letak file yang akan disimpang, selain itu rubah juga ukuran lebar dan tinggi pixel menjadi 30 sesuai dengan resolusi Band tersebut yaitu 30 meter.

3.5.3. Proses Digitasi dan Transformasi Koordinat

Data Vektor yang digunakan dalam penelitian ini, diperoleh dari hasil digitasi software *AutoCAD Map 2000i*. Sebelum melakukan proses import data vector ke ER Mapper 6.4 langkah berikut yang dilakukan setelah proses digitasi adalah melakukan Transformasi Koordinat, yaitu proses menyamakan koordinat dari peta RBI (*Rupa Bumi Indonesia*) kedalam peta-peta pelengkap hasil digitasi AutoCAD.

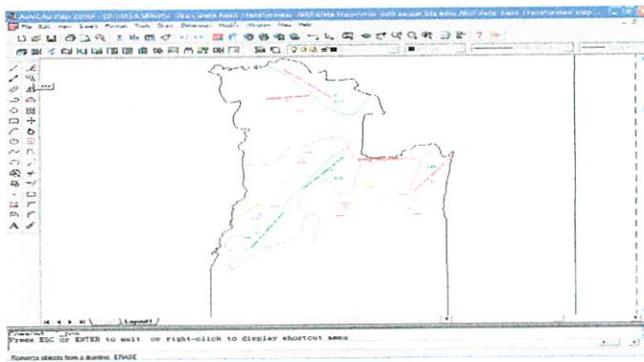
Adapun langkah-langkah pengerjaan sebagai berikut :

1. Aktifkan program *AutoCAD Map 2000i*
2. Buka file sampel peta penelitian yang akan didigitasi
3. Buat layer-layer untuk menentukan penamaan informasi peta
4. Lakukan proses digitasi sampel penelitian dan simpan hasilnya dalam format dxf.
5. Buka file peta yang sudah ditransformasi dan catat koordinat dari masing-masing kenampakan objek pada peta, dengan perintah *ID* dan akan muncul koordinat pada kotak *display CAD*.



Gambar 3.3. Peta yang telah ditransformasi (a), dan peta yang belum ditransformasi (b)

6. Buka file peta yang akan ditransformasikan dengan peta yang telah terdigitasi dan lakukan transformasi dengan perintah *Rubber Sheet*.



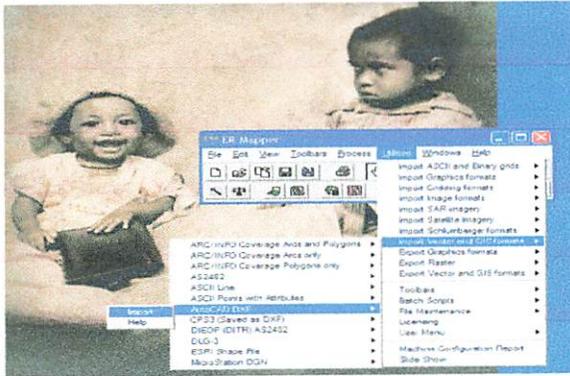
Gambar 3.4. Overlay kedua peta hasil transformasi

3.5.4. Import Data Vektor

Data vector yang diimport adalah data spasial *Sungai* dan *Jalan* format dxf dari Peta Rupa Bumi Indonesia daerah Sumber Manjing Wetan yang digunakan untuk Koreksi Geometri.

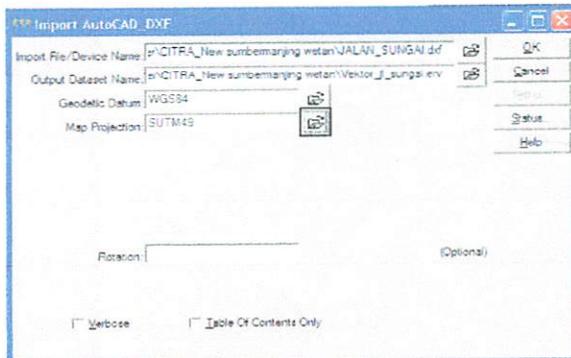
Adapun langkah pengerjaan sebagai berikut :

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



Gambar 3.5. Kotak Dialog Import Vektor and GIS Format

2. Akan muncul kotak dialog *Import AutoCAD DXF*, isikan file *JALAN_SUNGAI.dxf* yang akan diimport pada kolom *Import File/Device Name*, dan isikan file hasil *Vektor_jl_sungai.erv* pada kolom *Output Dataset Name*, setelah itu pilih *Geodetic Datum* (menggunakan *WGS 84*) serta *Map Projection* (menggunakan *SUTM49*) sesuai dengan daerah studi.



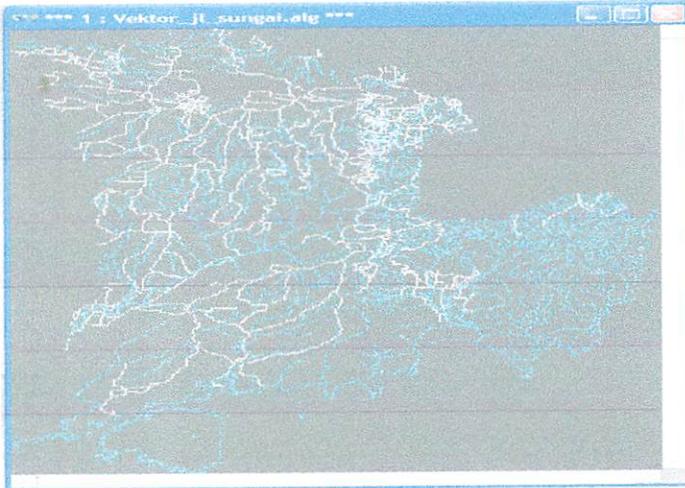
Gambar 3.6. Kotak Dialog Import AutoCAD_DXF

3.5.5. Menampilkan Data Vektor

Data spasial jalan dan sungai daerah Sumber Manjing Wetan hasil Import dapat ditampilkan dengan prosedur sebagai berikut :

1. Pilih icon  setelah muncul kotak dialog algorithm pilih buton *Edit* ↔ *Add Vektor Layer* ↔ *Annotation/Map Composition*
2. Akan muncul layer *Annotation Layer*, pilih file sungai dan Jalan yang akan ditampilkan lewat icon  *Dynamic Link Chooser*

3. Hasil tampilan data vector tersebut disimpan dengan nama file Vector_jl_sungai.alg



Gambar 3.7. Tampilan Data Vector Sungai dan Jalan Hasil Import

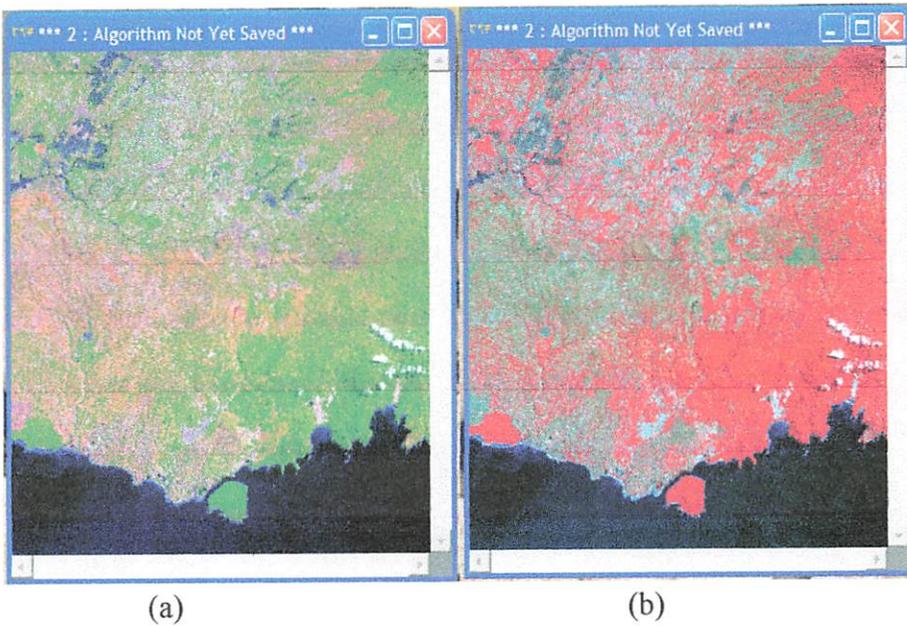
3.5.6. Pembuatan Citra Komposit

Pembuatan Citra Komposit dalam penelitian ini bertujuan untuk membuat kombinasi dari band-band yang ada pada Citra Landsat ETM7 daerah Sumber Manjing Wetan – Malang Selatan, untuk membantu mengidentifikasi dan interpretasi landcover di permukaan bumi.

Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Buka Citra Landsat ETM7 daerah Sumber Manjing Wetan dengan icon  , akan nampak tampilan Citra dalam window algorithm yang masih berwarna greyscale, dalam kotak dialog Algorithm tampak bahwa jenis *surfacenya Pseudocolor* dan *layernya juga Pseudocolor*.
2. Untuk membuat kombinasi warna kita harus membuat kombinasi dalam layer *red*, *green* dan *blue* yaitu dengan mengaktifkan kelompok toolbar *Forestry* dalam menu *Toolbar*, . pilih icon maka secara otomatis akan tampil Citra Landsat ETM7 sudah dalam kombinasi warna, dalam kotak dialog Algorithm terlihat jenis surfacenya Red Green Blue dengan Red layer diisi band 3, Blue layer diisi band 2, dan Green layer diisi band 1.

3. Dari susunan band diatas dapat diubah-ubah kombinasinya menjadi Red layer diisi band 5, Blue layer diisi band 4, dan Green layer diisi band 2. Serta kombinasi-kombinasi band lainnya sesuai dengan keperluan dalam penelitian.
4. Hasil kombinasi band tersebut dapat disimpan dalam format algorithm dengan memilik icon .



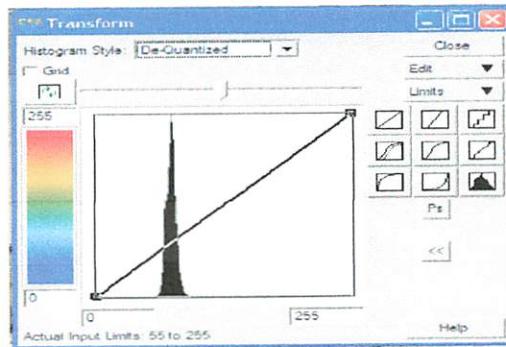
Gambar 3.8. Citra Landsat ETM7 Sumber Manjing Wetan Kombinasi,
(a) Band 542 (b) Band 432

3.5.7. Koreksi Radio Metrik

Koreksi Radiometrik, dalam penelitian ini bertujuan untuk menghilangkan *Haze* dengan cara membatasi nilai spectral yang terekam pada Citra dalam tiap Band / salurannya. Adapun langkah-langkah Koreksi Radiometrik Citra adalah sebagai berikut :

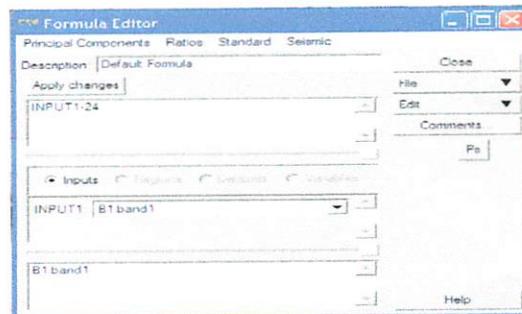
- 1) Buka Citra Landsat ETM7 dengan icon 
- 2) Pilih icon  setelah muncul kotak dialog *Algorithm*, arahkan kursor ke *layer pseudocolor*, kemudian duplikat layer tersebut sebanyak enam layer menggunakan icon 

- 3) Ganti nama tiap *layer pseudocolor* menjadi Band1, Band2, dan seterusnya, isikan pula tiap layer Band tersebut sesuai dengan Band yang ada
- 4) Pada kotak dialog algorithm, kemudian catatlah nilai spectral yang paling kecil dengan cara memilih tombol icon  pada tiap band/saluran, sehingga akan tampil grafik nilai *spectral / histogram*



Gambar 3.9. Kotak Dialog Transform

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



Gambar 3.10. Grafik Nilai Spektral

- 6) Nilai spectral Citra pada tiap band / saluran akan dikurangkan dengan nilai spectral terkecilnya , dengan mengisi rumus :
 $INPUT1 - BV_{min}$ (nilai kesalahan)
- 7) Tekan tombol *Apply Change* untuk menjalankan perintah *Formula* tersebut sehingga tampilan Citra di *window* akan berubah
- 8) Tekan tombol icon Refresh  , agar semua rumus betul-betul telah berjalan

- 9) Simpan kembali band-band yang telah terkoreksi (radiometrik) tersebut menjadi satu dataset, pilih icon Save As , pilih file of type Ermapper Dataset (.Ers) serta tentukan nama serta letak file yang akan disimpan.

3.5.8. Koreksi Geometri

Koreksi Geometri Citra Landsat ETM7 daerah Sumber Manjing Wetan dengan data spasial Jalan dan Sungai dari peta Rupa Bumi Indonesia (RBI). Koreksi Geometri pada penelitian ini adalah proses memberikan koordinat georeferensi pada setiap pixel yang ada pada Citra.

Adapun tahapan proses Koreksi Geometri adalah sebagai berikut :

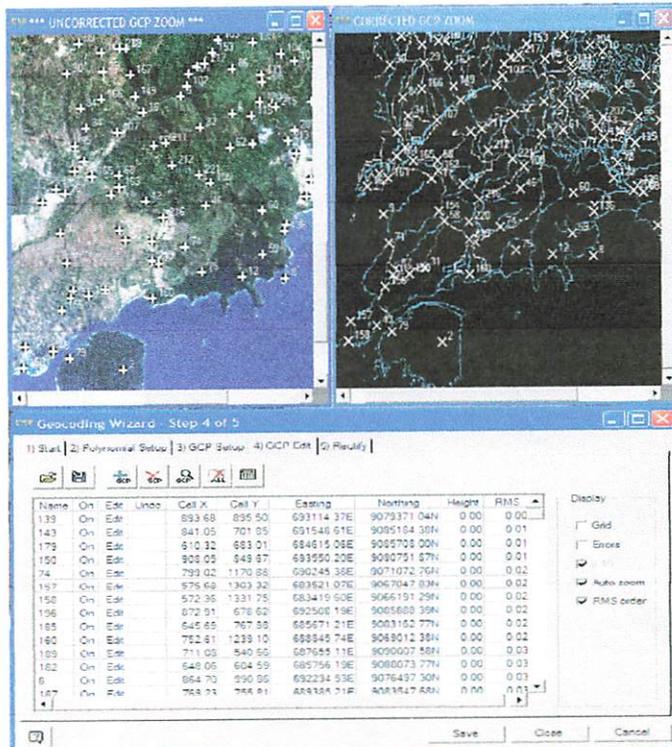
Pilih icon *Ortho and Geocoding Wizards* , dan akan muncul kotak dialog *Geocoding Wizards*. Pada kotak dialog *Geocoding Wizards* terdapat lima tahapan pengerjaan sebagai berikut :

- 1) Tahap pertama, pilih file *smbwtn.ers* yang akan dilakukan koreksi Geometri dari icon  serta tentukan *Geocoding Type*-nya adalah *Polynomial*.
- 2) Tahap kedua, tentukan type *Polynomial Order* adalah *Linier*.
- 3) Tahap ketiga, tentukan GCP Picking Method dengan memilih Geocoded image, vector or algorithm dan tentukan nama file acuan yaitu *Vektor_jl_sungai.erv*. Pada Output Coordinate Space akan nampak Datum dan system proyeksi dari hasil citra akhir



Gambar 3.11. GCP Setup

- 4) Tahap keempat, menentukan titik kontrol yang merupakan titik sekutu yang sama pada Citra dengan acuan vector misalnya belokan sungai, titik perempatan jalan, perpotongan antara jalan dan sungai, dan lain-lain.
- Menggunakan icon  untuk membuat atau menambah titik kontrol baru, kemudian dengan menggunakan icon  tentukan titik kontrol pada *windows* citra dan selanjutnya ke *windows* acuan *vector*. Untuk menghapus titik kontrol yang salah gunakan icon 
 - Demikian seterusnya sampai diperoleh penyebaran titik kontrol yang banyak dan merata.
 - Proses Koreksi Geometri pada penelitian ini, menggunakan jumlah titik Kontrol sebanyak dua ratus dua puluh dua (222) titik dengan nilai RMS Error terbesar adalah 0,24 dan nilai RMS Error terkecil adalah 0,00.



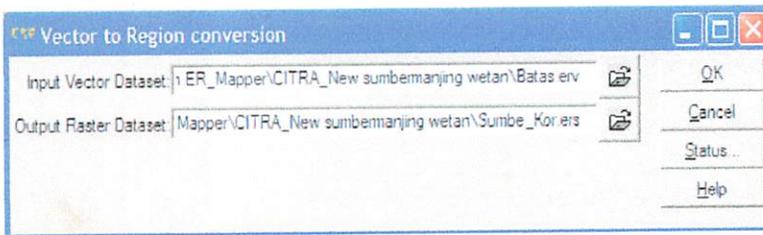
Gambar 3.12. Proses Koreksi Geometri

3.5.9. Pemotongan Citra

Pemotongan Citra Landsat ETM7 daerah Sumber Manjing Wetan sesuai dengan batas studi kasus. Metode yang digunakan dalam pemotongan Citra adalah berdasarkan garis batas Administrasi daerah Sumber Manjing Wetan.

Adapun langkah-langkah pemotongan Citra tersebut adalah sebagai berikut :

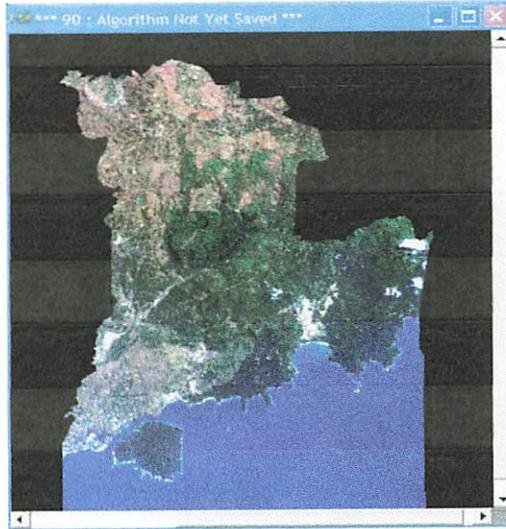
1. Pilih menu *proses* ↔ *Polygon* ↔ *Region Conversion* ↔ *Vector dataset* ↔ *Polygon to Region*
2. Kemudian akan tampil kotak dialog *Vector to Region Conversion*, lalu isikan *Input Vector Dataset*, serta *Output Region Dataset*



Gambar 3.13. Kotak Dialog *Vector to Region Conversion*

Setelah data vector telah masuk dalam bentuk Region, maka langkah selanjutnya adalah :

3. Buka Citra Landsat ETM7 hasil koreksi geometri, daerah Sumber Manjing Wetan dengan icon 
4. Pilih icon  , setelah muncul kotak dialog *Algorithm*, arahkan kursor ke *edit formula*, atau dengan menekan tombol icon  , kemudian akan tampil kotak dialog *Edit Formula*
5. Pada kotak dialog *Edit Formula*, pilih menu bar *Standart* ↔ *Inside Region Polygon Test*, kemudian isikan *Regions* , pada baris *Region* dan lanjutkan dengan menekan tombol pilih *Region Input* pilih batas administrasi, sehingga berisi Region sebagai garis batasnya
6. Lakukan terhadap setiap layer RGB yang ada dengan menekan tombol RGB, kemudian tutup kembali kotak dialog *Edit Formula*
7. Pilih icon *Save As*  , pilih **file of type ER Mapper Dataset (.ers)**



Gambar 3.14. Citra Landsat ETM7 Hasil Cropping dengan Batas Administrasi

3.5.10. Klasifikasi dan Interpretasi Digital

Klasifikasi dalam penelitian ini bertujuan untuk membuat kelas-kelas pada Citra Satelit berdasarkan nilai spectral tiap pixel yang ada. Dalam penelitian ini menggunakan Klasifikasi Multispektral Terbimbing (*Supervised*). Sampel area yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta RBI Penggunaan Lahan atau Landuse tahun 2002.

Langkah-langkahnya sebagai berikut :

3.5.10.1. Menentukan Sampel Area

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

1. Buka Citra Landsat ETM7 daerah Sumber Manjing Wetan dengan komposit warna (*RGB*) 542;
2. Pada menu bar pilih *Edit* kemudian pilih *Edit/Create Region*, akan muncul kotak dialog *New Map Composition*, dan klik *Ok*;
3. Kemudian akan muncul kotak dialog *Tools*. Dan pada *Algorithm* akan muncul *Region Layer (Outlet)*;
4. Dari kotak *Tools* ini buat training are yang mewakili obyek-obyek yang akan dikelaskan. Pilih tombol icon  dan buatlah polygon

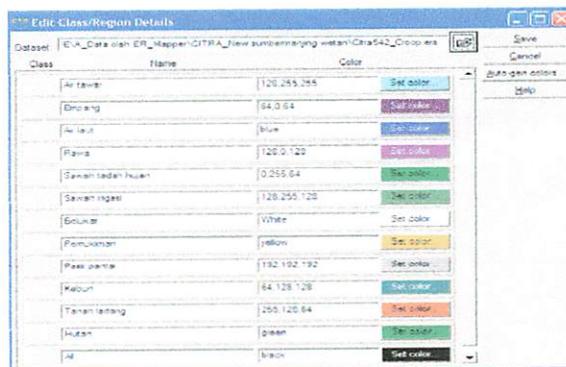
untuk area sampel dari masing-masing kelas yang akan dibuat pada proses klasifikasi Supervised;

5. Berikan nama pada masing-masing kelas yang telah dibuat polygon / region dengan menekan tombol  ;
6. Setelah semua polygon selesai dibuat, maka simpan Raster Region tersebut dengan menekan tombol *Save*  pada kotak dialog *Edit Tools*, dan tekan *Close*.



Gambar 3.15. Citra Landsat ETM7 Sumber Manjing Wetan Penentuan Sampel Area

7. Untuk editing nama dan warna kelas, pilih *Menu Bar Edit – Edit Class/Region Color and Name*. Agar tampilan hasil klasifikasi lebih baik maka aturlah pewarnaan yang baik dan sesuai dengan mengatur warna dari masing-masing kelas



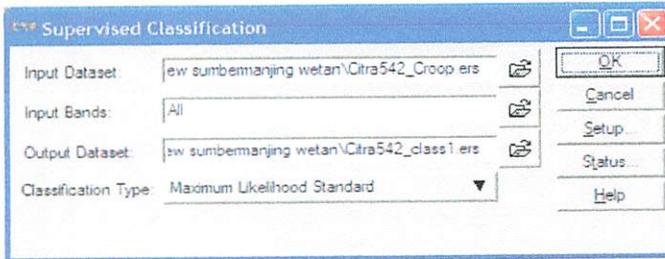
Gambar 3.16. Pewarnaan pada setiap Class Area

8. Sebagai langkah terakhir dalam tahap ini, lakukan perhitungan statistic dengan menekan *Menu Bar Process – Calculate Statistic*.

3.5.10.2. Proses Klasifikasi Terbimbing

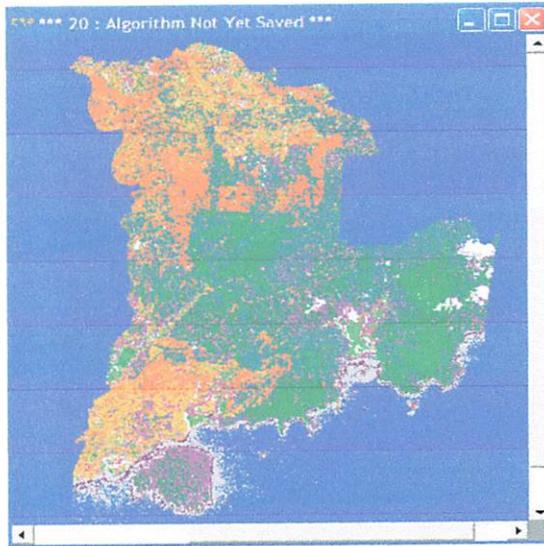
Adapun tahap-tahap yang dilakukan pada proses klasifikasi ini adalah sebagai berikut :

1. Pilih *Menu Bar Process ↔ Clasification ↔ Supervised Clasification*, sehingga tampil kotak dialog *Supervised Clasification*



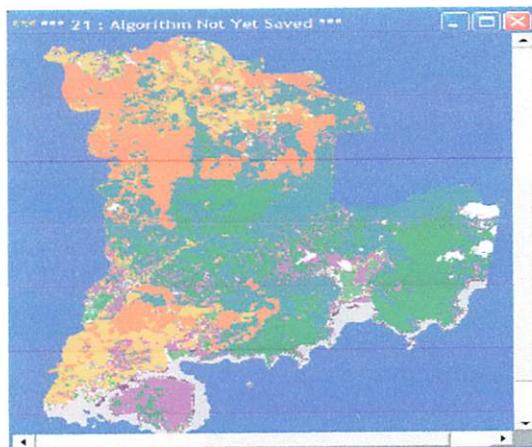
Gambar 3.17. Kotak Dialog Supervised Clasification

2. Pada kotak dialog *Supervised Clasification*, isikan input band dan nama file dataset yang akan dihasilkan dari proses klasifikasi tersebut
3. Masih pada kotak dialog *Supervised Clasification*, masukan parameter-parameter yang dipakai dalam klasifikasi *Supervised* seperti dalam *metode klasifikasi dan area sample* yang dipakai. Lalu tekan *Ok* untuk memulai proses klasifikasi *Supervised* tersebut
4. Tampilkan data Citra hasil klasifikasi lewat kotak dialog *Algorithm*, pilih icon  setelah muncul kotak dialog *algorithm* ganti layer pseudocolor dengan *layer class display*, pilih . *load dataset* untuk memilih nama file hasil klasifikasi.



Gambar 3.18. Citra Landsat ETM7 Hasil Klasifikasi

5. Citra hasil klasifikasi yang diperoleh kadang-kadang tidak sesuai dengan keinginan. Untuk 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 Filter yang dipakai dalam proses Filtering. Pada penelitian ini menggunakan jenis filter *Majority*. Akan terlihat kenampakan Citra hasil Klasifikasi yang telah difilter akan lebih baik, karena pixel-pixel kecil dari class yang ada akan dihilangkan atau digabung.

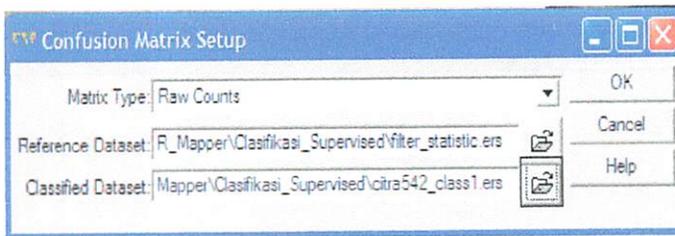


Gambar 3.19. Citra Landsat ETM7 Hasil Filter

3.5.10.3. Perhitungan Statistik

Pada proses perhitungan statistik bertujuan untuk mendapatkan tingkat keakurasian dari hasil klasifikasi, dimana pada proses ini dilakukan analisis pendekatan secara statistik dengan metode Kappa Statistic. Adapun proses perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Dari menu toolbar pilih, *View ↔ Statistic ↔ pilih Confusion Matrix*, dan akan muncul kotak dialog matrix setup
2. Isikan reference dan classified dataset, seperti pada kotak dialog berikut;



Gambar 3.20. Kota Dialog Confusion Matrix Setup

3. Dan akhiri dengan menekan tombol *Ok*, sehingga akan tampak data sesuai klasifikasi pada hasil *Confusion Matrix Display*;

Row Count Confusion matrix for:
Reference Dataset - filter_statistic.ers
Classified Dataset - citra542_class1.ers
Overall Accuracy: 97.032% from 2049960 observations
Kappa statistic: 0.900

	Air tawar	Empong	Air laut	Rawa	Sawah tadah	Sawah irigasi	Batu
Air tawar	1104	0	3	31	2	12	
Empong	0	2096	54	1	0	0	
Air laut	0	0	1700799	0	0	0	
Rawa	0	0	16	25728	0	13	
Sawah tadah hujan	0	0	11	2	1992	199	
Sawah irigasi	0	1	14	43	89	5049	
Batu	0	0	11	599	1	163	
Belukar	0	0	62	370	9	78	
Panjar pantai	0	102	2953	12	7	11	
Kebun	0	0	43	943	0	0	
Tanah ladang	0	0	48	100	0	41	
Hutan	0	0	4	2017	0	0	

Gambar 3.21. Tampilan Data Confusion Matrix Setup

Dari data tersebut dapat juga dilakukan perhitungan statistik akurasi secara manual, yaitu dengan menjumlahkan matrik seluruh kolom data yang ada, dan jumlahkan pula matrik diagonalnya. Dari hasil perhitungan diperoleh hasil dengan rumusan sebagai berikut :

$$= \left(\frac{\text{Jumlah Diagonal Matrik}}{\text{Total Keseluruhan Matrik}} \right) \times 100$$

$$= \left(\frac{1989109}{2049959} \right) \times 100$$

$$= 97.032\%$$

3.5.11. Membuat DEM (Digital Elevation Model)

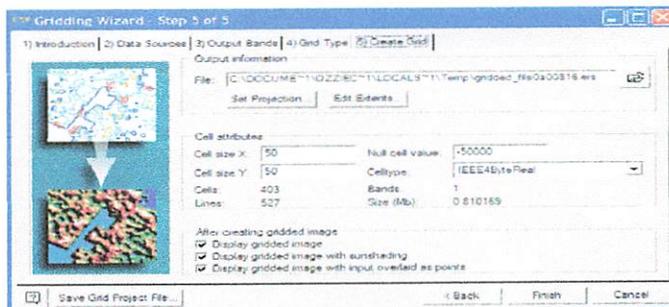
Proses pembuatan DEM dalam penelitian ini, bertujuan untuk menampilkan model citra Landsat 3 dimensi. Adapun prosedur pengerjaannya adalah sebagai berikut :

3.5.11.1. Membuat Gridding

Untuk membuat DEM, pilih menu dari Process ↔ Gridding Wizard sehingga akan muncul kotak dialog Gridding Wizard.

Adapun tahap-tahap yang dilakukan dalam proses pembuatan DEM adalah sebagai berikut :

1. Tahap 1 Introduction pilih New grid project dan klik Next
2. Tahap 2 Data Sources pilih Add dan isikan data kontur.erv
3. Tahap 3 Output Bands pilih Mosaic all data sources into a single band
4. Tahap 4 Klik All Minimum Curvature dan klik All advanced isika angkat
5. Tahap 5 Create Grid dan klik Save Grid Project File type ers, dan klik finish untuk diproses.

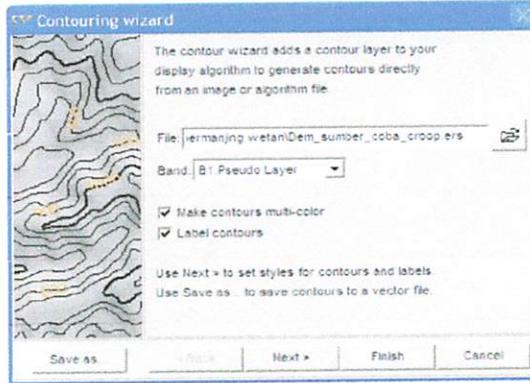


Gambar 3.22. Kotak Dialog Gridding

3.5.11.2. Menampilkan Data Kontur

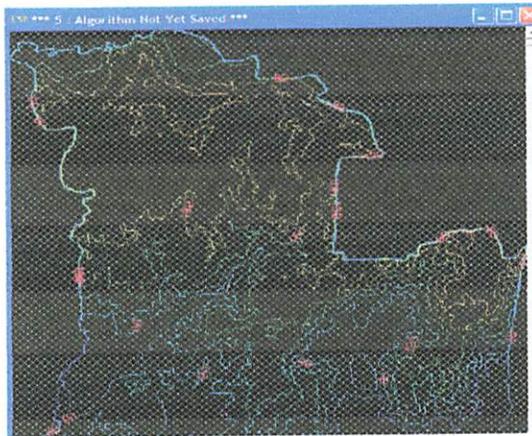
Adapun langkah pembuatannya adalah sebagai berikut :

1. Klik icon Counturing 
2. Isikan Citra yang akan ditampilkan data konturnya



Gambar 3.23. Kotak Dialog Countouring

3. Dan ikuti perintah yang ada dan isikan sesuai dengan keperluan klik \leftrightarrow *Next* dan Klik *Finish*



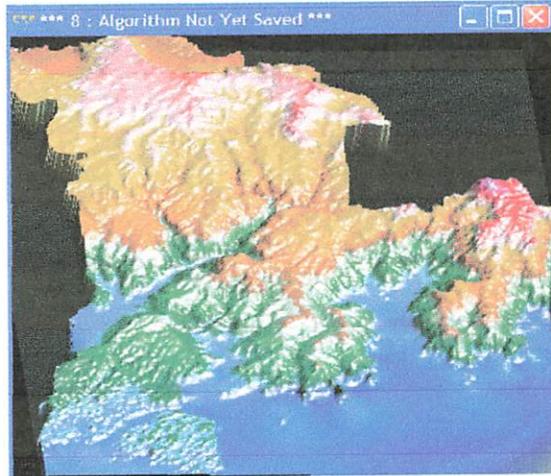
Gambar 3.24. Tampilan Data Kontur

3.5.11.3. Menampilkan Citra 3-Dimensi

Langkah-langkah pekerjaannya adalah sebagai berikut :

1. Buka file Dem_sumber_croop.ers
2. Klik Algorithm \leftrightarrow klik kanan dang anti Height Layer
3. Klik View Mode pilih 3D Prespective

4. Pada Algorithm klik Edit ↔ Add Raster Layer ↔ Pseudo
5. Open file Dem_sumber_croop.ers maka akan tampil citra 3-Dimensi
6. Dan atur warna sesuai kebutuhan



Gambar 3.25. Tampilan DEM

3.5.11.4. Menampilkan Overlay dengan Data Citra Landsat

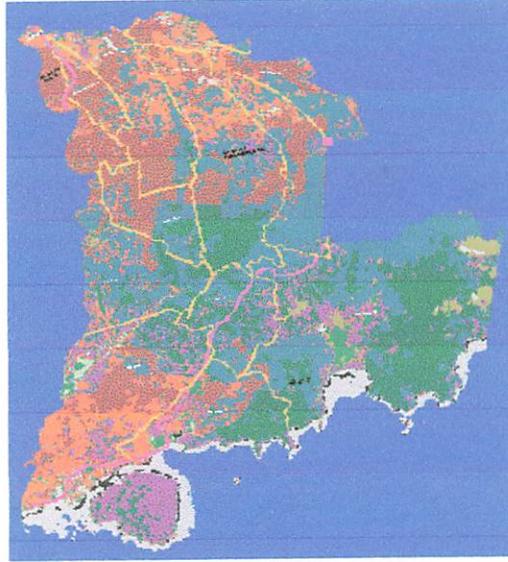
Citra hasil Klasifikasi dan Citra tampilan 3-Dimensi tersebut diatas, dapat dilakukan overlay dengan data Vektor yang ada, untuk dilakukan analisa wilayah sumber penyebab banjir.

Berikut Ditampilkan data hasil overlay Citra Terklasifikasi dengan data penunjang diantaranya : peta jenis tanah dan nilai erodibilitas tanah, peta daerah aliran sungai (DAS) dan peta administrasi.

Adapun langkah pekerjaannya adalah sebagai berikut

1. Buka Citra hasil klasifikasi
2. Aktifkan *Algorithm* dan clak *Pseudo layer* ganti dengan *Class Display*
3. Klik tombol *Edit* pada *Algorithm* ↔ Add vector layer ↔ Annotation/Map Composition dan LoadDataset dan pilih data

vector yang akan dilakukan Overlay dengan data Citra hasil klasifikasi



Gambar 3.26. Overlay Data Vektor dan Citra hasil Klasifikasi



Gambar 3.27. Overlay Data Vektor dan DEM

BAB IV

ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

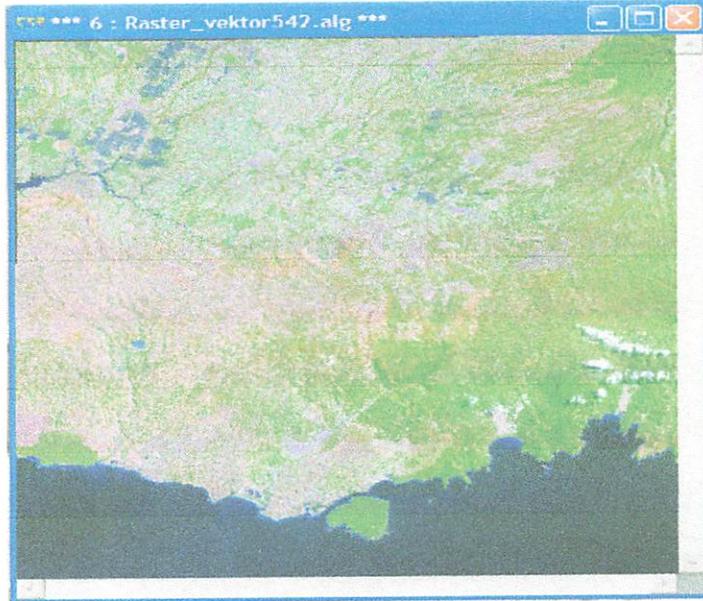
4.1. Pengolahan Citra Digital

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 citra digital Landsat ETM 7 untuk pemetaan kondisi lingkungan DAS.

Tahap pengolahan citra dalam penelitian ini meliputi pembuatan citra komposit, koreksi geometri, klasifikasi dan pembuatan DEM (*Digital Elevation Model*).

4.1.1. Citra Komposit

Citra komposit dalam penginderaan jauh, merupakan kombinasi dari beberapa saluran atau band yang ada pada citra, untuk membantu mengidentifikasi dan interpretasi landcover di permukaan bumi. Penyusunan citra komposit dimaksudkan untuk memperoleh gambaran visual yang lebih baik seperti halnya melihat foto udara inframerah berwarna, sehingga pengamatan objek, pemilihan sampel dan aspek estetika citra dapat diperbaiki. Dalam teori warna terdapat 3 (tiga) warna dasar, yaitu merah, hijau dan biru. Berikut tampilan citra hasil komposit (*FFC – False Color Composit*), dengan kombinasi band 5, band 4 dan band 2. Kombinasi dari band-band tersebut digunakan untuk tujuan klasifikasi vegetasi.



Gambar 4.1. Citra Komposit 5,4,2

4.1.2. Koreksi Geometri

Pada penelitian ini proses koreksi geometri bertujuan untuk memberi koordinat geo referensi pada setiap pixel yang ada pada citra, dilakukan dari peta ke citra (*map to image*). Peta yang digunakan untuk proses koreksi geometri adalah peta RBI (*Rupa Bumi Indonesia*) Kecamatan Sumber Manjing Wetan tahun 2002, yang sudah mempunyai sistem proyeksi SUTM 49, dan datum/ellipsoid WGS 84. Berikut hasil koreksi geometri peinentuan objek pada peta dan citra.

Name	Ctrl	Edit	Unde	Cell X	Cell Y	Easting	Northing	Height	RMS	Display
1	Ctrl	Edit		694.62	600.20	697153.83E	9366407.23N	0.00	0.06	<input type="checkbox"/> Grid
2	Ctrl	Edit		711.69	1334.75	687613.59E	9366121.15N	0.00	0.10	<input type="checkbox"/> Errors
3	Ctrl	Edit		970.67	1035.75	698604.53E	9375169.48N	0.00	0.10	<input checked="" type="checkbox"/> Auto zoom
4	Ctrl	Edit		015.67	926.97	690760.21E	9375410.22N	0.00	0.04	<input type="checkbox"/> RMS order
5	Ctrl	Edit		794.35	966.41	690121.47E	9377322.58N	0.00	0.10	
6	Ctrl	Edit		664.70	980.66	692334.53E	9375497.50N	0.00	0.03	
7	Ctrl	Edit		751.66	1181.73	689115.52E	9370436.15N	0.00	0.09	
8	Ctrl	Edit		937.36	1213.05	694394.91E	9369911.19N	0.00	0.24	
9	Ctrl	Edit		624.99	1190.70	695016.44E	9371947.99N	0.00	0.06	
10	Ctrl	Edit		952.11	920.15	694866.63E	9378639.19N	0.00	0.06	
11	Ctrl	Edit		640.90	694.63	695790.24E	9369562.59N	0.00	0.03	
12	Ctrl	Edit		676.76	1211.39	692594.43E	9369966.07N	0.00	0.16	
13	Ctrl	Edit		940.02	1142.00	694486.30E	9371967.56N	0.00	0.24	
14	Ctrl	Edit		1099.76	1100.43	699204.12E	9371946.20N	0.00	0.10	
15	Ctrl	Edit		703.33	702.67	687411.62E	9365135.55N	0.00	0.14	
16	Ctrl	Edit		740.91	987.66	690912.71E	9376969.12N	0.00	0.07	
17	Ctrl	Edit		610.77	1031.41	694833.89E	9373429.90N	0.00	0.07	

Gambar 4.2. Hasil GCP Citra Landsat ETM 7

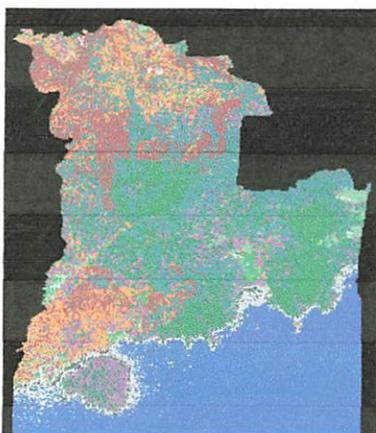
Proses koreksi geometri dalam penelitian ini diperoleh 222 titik koordinat tanah (*GCP – Ground Control Point*) pada Citra Landsat ETM 7 yang berukuran pixel 30 meter didapat RMS terkecil 0.00 dan terbesar 0.24. Dari nilai RMS tersebut diperoleh nilai RMS rata-rata sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{RMS Error rata-rata} &= \frac{\text{RMS Error terkecil} + \text{RMS Error terbesar}}{2} \\
 &= \frac{0,00 + 0,24}{2} \\
 &= 0,12
 \end{aligned}$$

Sehingga didapat ketelitian koreksi geometri sebesar 3,6 meter. Ketelitian tersebut sesuai dalam hitungan toleransi, dimana nilai harga toleransi koreksi geometri dalam penelitian adalah ≤ 2 pixel (*60 meter*).

4.1.3. 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. Hal ini disebabkan metode *maximum likelihood* dapat mengatasi yang tidak dapat diselesaikan secara teliti dengan metode-metode lainnya. Klasifikasi multispektral terbimbing yang dipakai dalam penelitian ini dengan didasarkan pada peta *Landuse* daerah Sumber manjing wetan tahun 2002 yang sudah diyakini kebenarannya dari *sample training area*. Hasil klasifikasi citra dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.3. Hasil Klasifikasi Citra ETM

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



Gambar 4.4. Citra Klasifikasi Hasil Filtering

4.1.3.1. Perhitungan Statistik Proses Klasifikasi Citra

Perhitungan statistik digunakan dalam proses klasifikasi citra yang bertujuan untuk menentukan tiap-tiap klas *pixel* (*picture element*). Standard deviasi dalam penelitian ini dihitung berdasarkan klasifikasi citra pada klas/region dan nilai-nilai band yang telah teridentifikasi.

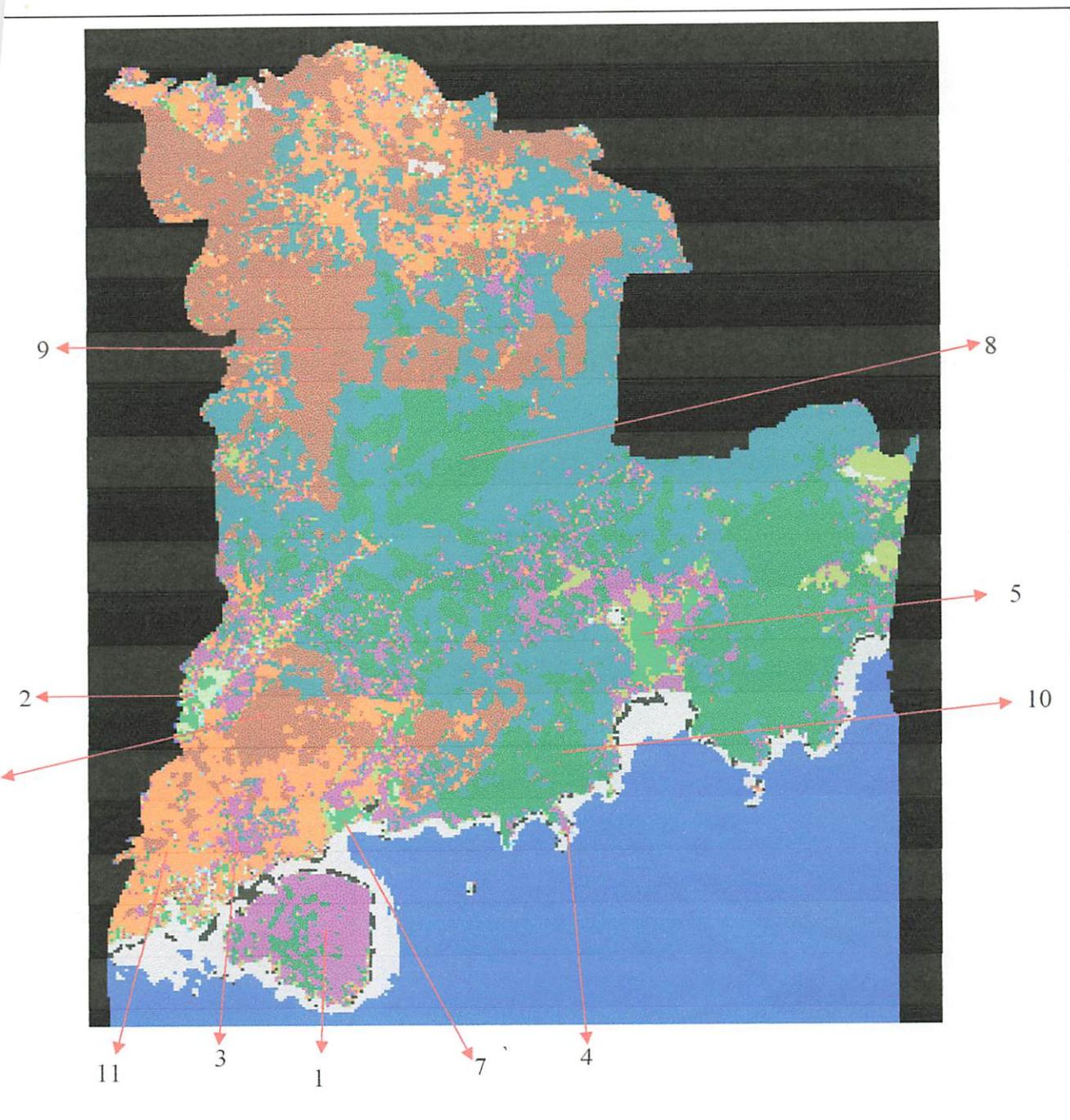
Dari data citra hasil klasifikasi sebelum filter dan citra hasil filter dilakukan perhitungan statistik dengan metode Kappa Statistik. Dari hasil perhitungan diperoleh hasil sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 &= \left(\frac{\text{Jumlah Diagonal Matrik}}{\text{Total Keseluruhan Matrik}} \right) \times 100 \\
 &= \left(\frac{1989109}{2049959} \right) \times 100 \\
 &= 97.032\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil yang diperoleh tersebut dapat dianalisa bahwa nilai tersebut sudah memenuhi ketentuan, yaitu $STDEV = \leq 3\%$.

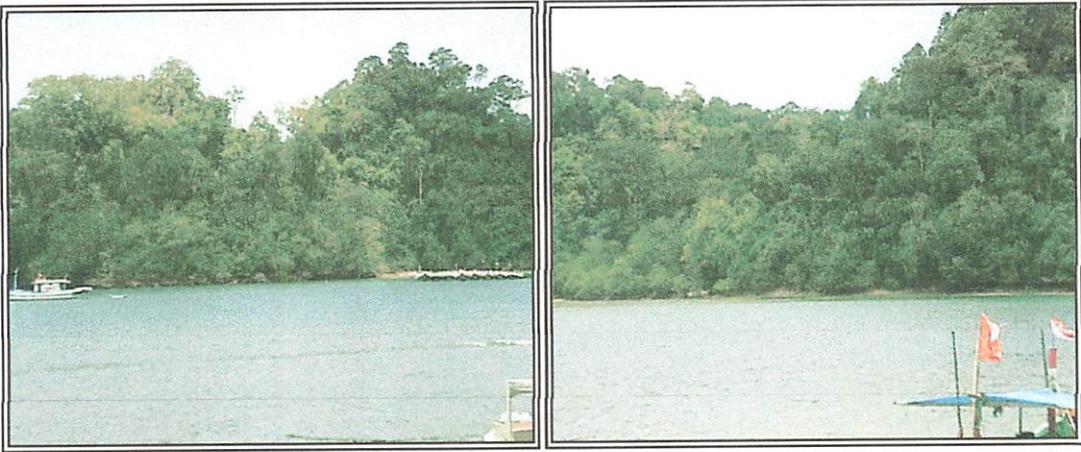
4.1.3.2. Pengecekan Lapangan atau Verifikasi Lapangan

Tujuan dari pengecekan lapangan atau verifikasi lapangan adalah untuk memperoleh kebenaran informasi dari hasil proses klasifikasi yang telah dilakukan, apakah sesuai dengan keadaan di lapangan atau masih ada kesalahan antara data hasil klasifikasi citra dengan keadaan sebenarnya di lapangan. Dalam penelitian ini verifikasi lapangan dilakukan pada daerah yang meragukan dari proses klasifikasi. Untuk memperoleh hasil ketelitian berdasarkan ketentuan tersebut, perlu dilakukan survey lapangan, hal ini dilakukan untuk memastikan kebenaran dari citra hasil klasifikasi dengan keadaan sebenarnya di Lapangan sehingga diperoleh Matrik Uji Ketelitian hasil Klasifikasi Citra dengan keadaan sebenarnya di Lapangan. Berikut sebaran titik-titik yang meragukan dari hasil Klasifikasi :



Gambar 4.5. Titik-titik Verifikasi Lapangan

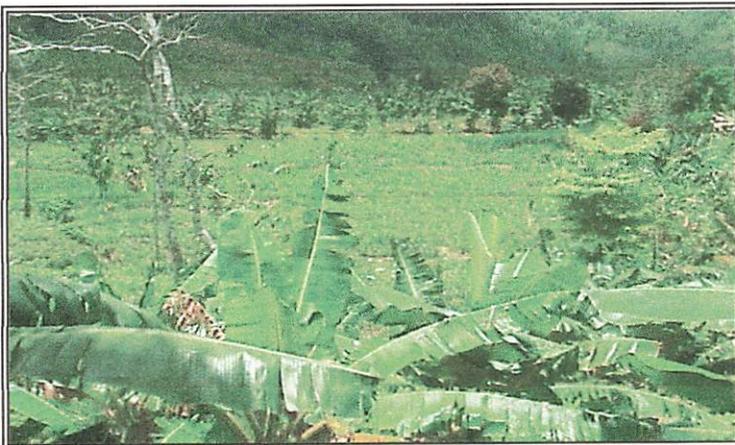
Hasil gambar atau foto dari tiap-tiap titik hasil verifikasi lapangan sebagai berikut :



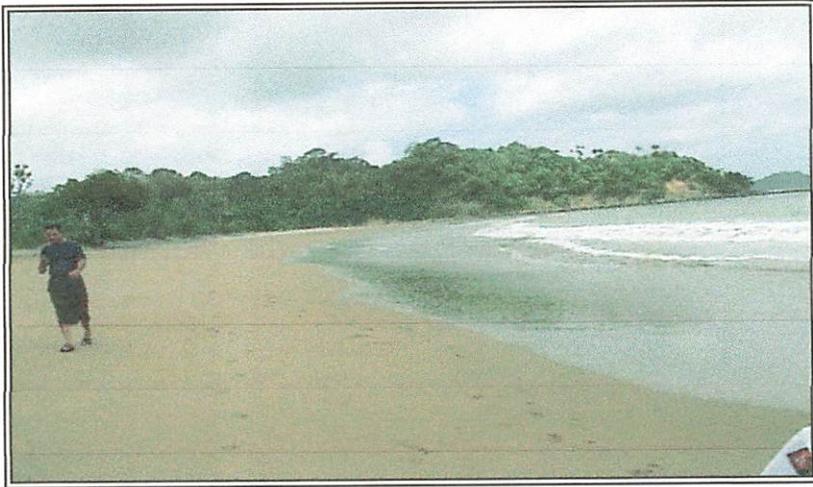
Gambar 4.6. Lokasi Titik Verifikasi Lapangan 1



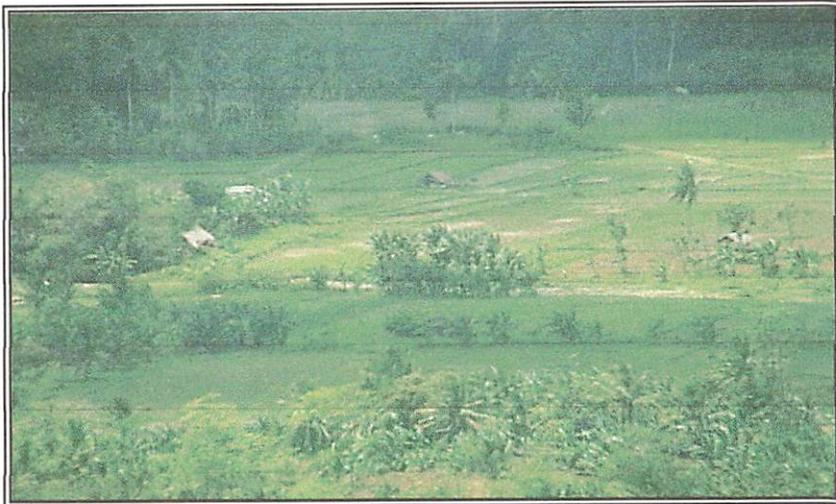
Gambar 4.6. Lokasi Titik Verifikasi Lapangan 2



Gambar 4.6. Lokasi Titik Verifikasi Lapangan 3



Gambar 4.6. Lokasi Titik Verifikasi Lapangan 4



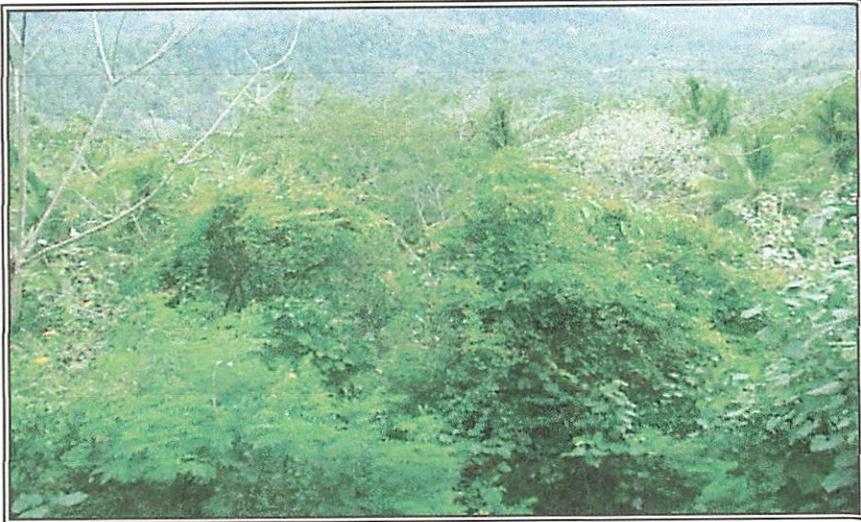
Gambar 4.6. Lokasi Titik Verifikasi Lapangan 5



Gambar 4.6. Lokasi Titik Verifikasi Lapangan 6



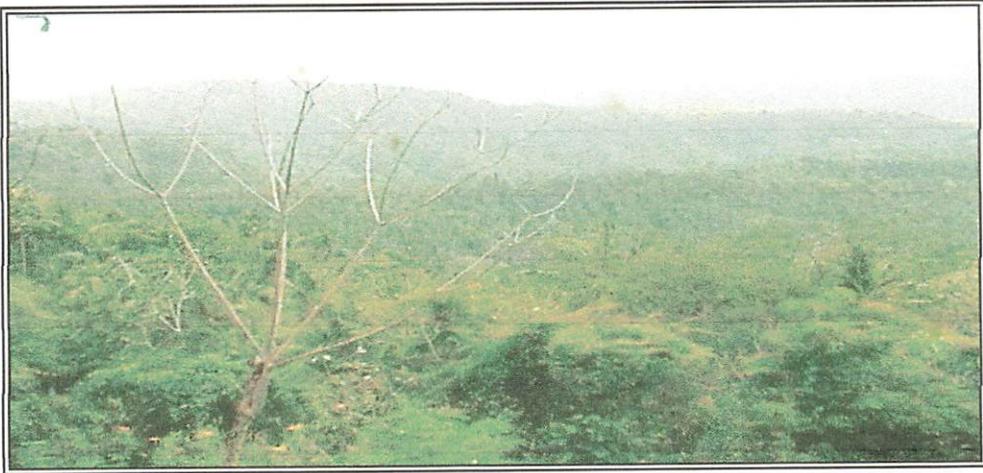
Gambar 4.6. Lokasi Titik Verifikasi Lapangan 7



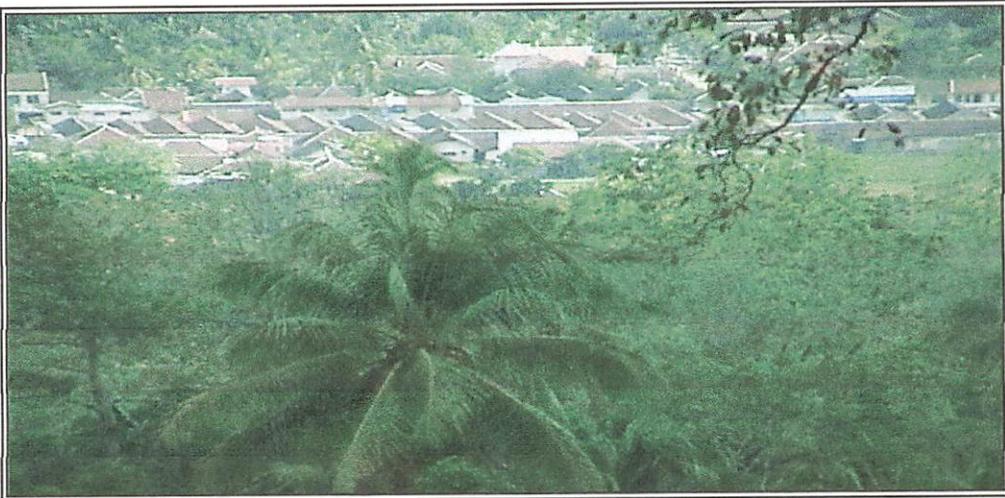
Gambar 4.6. Lokasi Titik Verifikasi Lapangan 8



Gambar 4.6. Lokasi Titik Verifikasi Lapangan 9



Gambar 4.6. Lokasi Titik Verifikasi Lapangan 10



Gambar 4.6. Lokasi Titik Verifikasi Lapangan 11

Tabel berikut menunjukkan perbedaan antara hasil klasifikasi citra dengan keadaan di lapangan dan matrik uji ketelitian hasil klasifikasi citra dengan keadaan di lapangan :

Tabel 4.1. Perbedaan Hasil Klasifikasi dengan Keadaan di Lapangan

Titik Verifikasi Lapangan	Koordinat		Hasil Klasifikasi Citra	Data Hasil Survei Lapangan
	Easting	Northing		
Titik 1	6872960	9065973	Rawa	Hutan
Titik 2	6843465	9072651	Sawah	Sawah
Titik 3	6851812	9069368	Rawa	Tanah Ladang
Titik 4	6932508	9069034	Rawa	Hutan
Titik 5	6952543	9073820	Sawah irigasi	Sawah irigasi
Titik 6	6856821	9071816	Tanah Ladang	Tanah Ladang
Titik 7	6876299	9069256	Sawah tadah hujan	Sawah tadah hujan
Titik 8	6906908	9078995	Hutan	Hutan
Titik 9	6873517	9082501	Tanah Ladang	Tanah Ladang
Titik 10	6934177	9070815	Hutan	Hutan
Titik 11	6836391	9068507	Pemukiman	Pemukiman

Matrik uji ketelitian hasil klasifikasi citra dengan keadaan di lapangan, dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 4.2. Matrik Uji Ketelitian Hasil Klasifikasi Citra dengan Keadaan di Lapangan

Hasil Klasifikasi	Rawa	Sawah	Ladang	Hutan	Pemukiman	Jumlah	Benar (%)	Salah (%)
Data di lapangan								
Rawa	0	0	0	0	0	0	-	-
Sawah	0	3	0	0	0	3	100	0
Ladang	1	0	2	0	0	3	67	33
Hutan	2	0	0	2	0	4	50	50
Pemukiman	0	0	0	0	1	1	100	-
Jumlah	3	3	2	2	1	11		

Ketelitian seluruh hasil klasifikasi

$$\begin{aligned}
 \text{Adalah} &= \frac{0+3+2+2+1}{11} \\
 &= \frac{8}{11} \\
 &= 0,72
 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh ketelitian seluruh hasil klasifikasi sebesar 72%.

4.1.4. DEM (Digital Elevation Model)

Pembuatan DEM (*Digital Elevation Model*) pada penelitian ini bertujuan untuk menampakkan Citra hasil klasifikasi dalam model 3 dimensi, sehingga dapat digunakan untuk menginterpretasi dan identifikasi kondisi lingkungan DAS Penguluran dalam kajian kondisi penggunaan lahan atau liputan lahan pada wilayah DAS Penguluran, daerah Sumber manjing wetan. Proses pembuatan DEM memanfaatkan data ketinggian atau kontur dari peta RBI tahun 2002. Berikut hasil tampilan DEM (*Digital Elevation Model*) :



Gambar 4.5. DEM Citra Klasifikasi Hasil Filter

4.1.5. Overlay Citra Hasil Klasifikasi - DEM dan Data Referensi

Overlay Citra hasil Klasifikasi – DEM dan Data Referensi, bertujuan untuk membantu dalam menginterpretasi dan mengidentifikasi Citra hasil klasifikasi dalam menentukan kondisi lingkungan DAS (daerah aliran sungai) Penguluran di daerah Sumber Manjing Wetan.

Hasil overlay Citra terklasifikasi – Peta Jenis Tanah dan Peta Sub DAS; diperoleh informasi bahwa :

- 1) Pada Batas Sub DAS Penguluran, merupakan;
 - Daerah dengan jenis Tanah Mediteran coklat kemerahan, berbahan induk Batuan Volkan intermedier mempunyai nilai erodibilitas tanah sebesar 0,21
 - Daerah kompleks litosol, mediteran dan renzina, berbahan induk Batu Kapur dan Napal mempunyai nilai erodibilitas tanah sebesar 0,25
- 2) Pada Batas Sub DAS Glidik Ds
 - Daerah dengan jenis tanah litosol, dengan bahan induk batuan endapan dan bahan beku mempunyai nilai erodibilitas tanah sebesar 0,26

Berdasarkan informasi hasil klasifikasi Citra, dapat diperoleh informasi mengenai luas penutup lahan hasil klasifikasi sebagai berikut :

Tabel 4.3. Luas Penutup Lahan Hasil Klasifikasi Citra

No.	Penggunaan Lahan	Luas Penutup Lahan	
		Hektar (Ha)	Persentase (%)
1	Hutan	5597.550	18.46
2	Belukar	801.090	2.64
3	Empang	205.110	0.68
4	Kebun	8704.620	28.71
5	Pasir Pantai	1667.070	5.50
6	Pemukiman	3859.290	12.73
7	Rawa	2682.540	8.85
8	Sawah Irigasi	572.940	1.90
9	Sawah Tadah Hujan	189.000	0.62
10	Tanah Laang	6036.210	19.91
Total		30315.420	100.00

Hasil pemetaan Citra Landsat ETM 7, dapat dianalisis bahwa kondisi lingkungan DAS daerah Sumber Manjing Wetan akhir tahun 2003 adalah:

1. Wilayah dengan kualitas penggunaan lahan *Marginal*; karena hanya memiliki luas hutan hasil klasifikasi citra diperoleh 18.46% dari 30315.420 Hektar.
2. Kondisi hutan pada lokasi DAS Penguluran sangat memprihatinkan, karena telah beralih fungsi menjadi daerah perkebunan dan tanah ladang dimana tidak mengindahkan kaidah-kaidah konservasi lahan sekitar DAS. Pola aliran sungai yang cenderung mengalir terpusat yaitu ke DAS Penguluran, dan hasil Citra yang terklasifikasi menunjukkan bahwa DAS Penguluran yang semakin terbuka sekali dimana prosentase hutan yang tersisa hanya 18.46% dan ini sangat mempengaruhi ekosistem kondisi lingkungan DAS Penguluran, sehingga mempengaruhi proses infiltrasi kurang optimal karena dipengaruhi oleh kemiringan topografi daerah DAS yang sangat ekstrim atau curam, sehingga menyebabkan *run-off* atau air larian permukaan semakin tinggi dan ini sangat berpengaruh pada daerah bagian hilir yang elevasinya lebih rendah sehingga dapat mengakibatkan terjadinya banjir.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pelaksanaan penelitian dengan judul **“Pemanfaatan Citra Landsat ETM 7 Untuk Pemetaan Kondisi Lingkungan DAS, Studi Kasus : Terjadinya Banjir Bulan November Tahun 2003 di DAS Penguluran - Kecamatan Sumber Manjing Wetan”**, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Citra komposit dengan kombinasi Band 5-4-2, merupakan kombinasi yang paling baik untuk mengidentifikasi obyek-obyek vegetasi.
2. Proses pelaksanaan koreksi geometri menggunakan metode peta ke citra (*map to image*), dengan jumlah titik GCP sebanyak 222 titik, diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut :
 - a. RMS Error rata-rata = 0,12
 - b. Ketelitian koreksi geometri = 3,6 meterNilai ketelitian tersebut sesuai dalam perhitungan nilai toleransi, dimana nilai toleransi koreksi geometri ≤ 2 pixel (*60 meter*).
3. Berdasarkan hasil Klasifikasi Citra Landsat ETM 7 dilakukan analisis hasil interpretasi citra, sehingga dapat mengidentifikasi kondisi lingkungan DAS Penguluran, yang mempunyai kualitas lahan hutan marginal yaitu hanya memiliki 18.46% dari hasil klasifikasi Citra dari 30315.420 Hektar.
4. Kondisi hutan lingkungan DAS daerah sumber manjing wetan bagian hulu mempunyai tingkat kerusakan hutan yang tinggi dan sangat memprihatinkan. Hal ini disebabkan karena telah beralih fungsinya hutan lingkungan DAS menjadi daerah perkebunan dan tanah ladang, masyarakat tidak lagi mengindahkan kaidah-kaidah

konservasi lahan sekitar kawasan DAS. Kondisi tersebut mengakibatkan semakin terbukanya kawasan DAS Penguluran akibat pemanfaatan dan pengelolaan lahan yang tidak mengindahkan kaidah konservasi sumber daya hutan, hal ini sangat mempengaruhi kondisi ekosistem lingkungan DAS Penguluran, sehingga proses infiltrasi menjadi kurang optimal karena dipengaruhi oleh kemiringan topografi DAS Penguluran yang ekstrim atau curam. Hal tersebut mempengaruhi pola kecepatan aliran air (*run off*) permukaan tanah, dan pola aliran sungai yang cenderung terpusat yaitu pada DAS Penguluran sehingga dapat menyebabkan terjadinya banjir di daerah dataran yang lebih rendah (*Hilir*).



Gambar 5.1. Sistem Bercocok Tanam yang tidak Mengindhkan Lingkungan

5. Hasil kenampakan Citra 3 Dimensi, hasil pemanfaatan DEM (*Digital Elevation Model*) dapat dilihat bahwa daerah sumber manjing wetan merupakan daerah pegunungan dan perbukitan dengan kemiringan yang tergolong ekstrim.
6. Penelitian ini diperoleh hasil verifikasi lapangan sebanyak 11 titik, dan dijumpai kesalahan pada 3 titik, hal ini dikareakan pada 3 titik tersebut obyeknya mempunyai nilai digital yang sama.

5.2. Saran

1. Untuk mendapatkan hasil ketelitian yang lebih baik sebaiknya dalam melaksanakan proses koreksi geometri menggunakan GPS tipe geodetik, yang ketelitiannya sampai milimeter. Karena koreksi geometri memberikan koordinat geo referensi pada setiap pixel yang ada pada citra dan untuk mendapatkan hasil klasifikasi yang lebih baik dan akurat pada penelitian berikutnya sebaiknya menggunakan data penginderaan jauh yang memiliki resolusi spektral yang lebih tinggi.
2. Lokasi DAS yang diidentifikasi tingkat kerusakan lingkungan hutan DAS yang terdegradasi, perlu dilakukan upaya-upaya pencegahan dengan melakukan reboisasi dan peremajaan hutan serta melakukan pengelolaan DAS (*Daerah Aliran Sungai*) dari pihak-pihak yang terkait. Berdasarkan prinsip pengelolaan kawasan DAS bahwa daerah sekitar DAS idealnya harus memiliki 1 – 2 Km hutan penyangga arah melintang yang berfungsi untuk memelihara ekosistem DAS dalam prespektif pencegahan bahaya bencana alam., sehingga pada masa yang akan datang tidak menimbulkan kerusakan dan korban yang lebih banyak. (*Sumber: Pengelolaan DAS – Chay Asdak*).

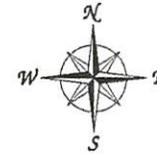
DAFTAR PUSTAKA

1. Asdak, C., 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Press.
2. Jia, John, A., 1998. *Remote Sensing Digital Image Analysis*.
3. Kardono, P., *Pemetaan DAS*. Balai Penelitian Geomatika, BAKOSURTANAL.
4. Lillesand, W. Thomas., dan Kiefer, W. Ralph., 1993. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Gajah Mada University Press: *Remote Sensing and Image Interpretation*, Fourth Edition 2000.
5. Lo, C.P., 1986. Penerjemah: Bambang. *Penginderaan Jauh Terapan*. Universitas Indonesia.
6. *Modul Pelatihan Penginderaan Jauh (Remote Sensing)*., 2004. ARDI Training Center.
7. Sri, F., 2001. *Interpretasi Citra Digital*.
8. Wilson, M. E., 1993. *Hidrologi Teknik*. ITB-Bandung

LAMPIRAN-LAMPIRAN

PETA PENUTUP LAHAN DAS BAREK - GLIDIK

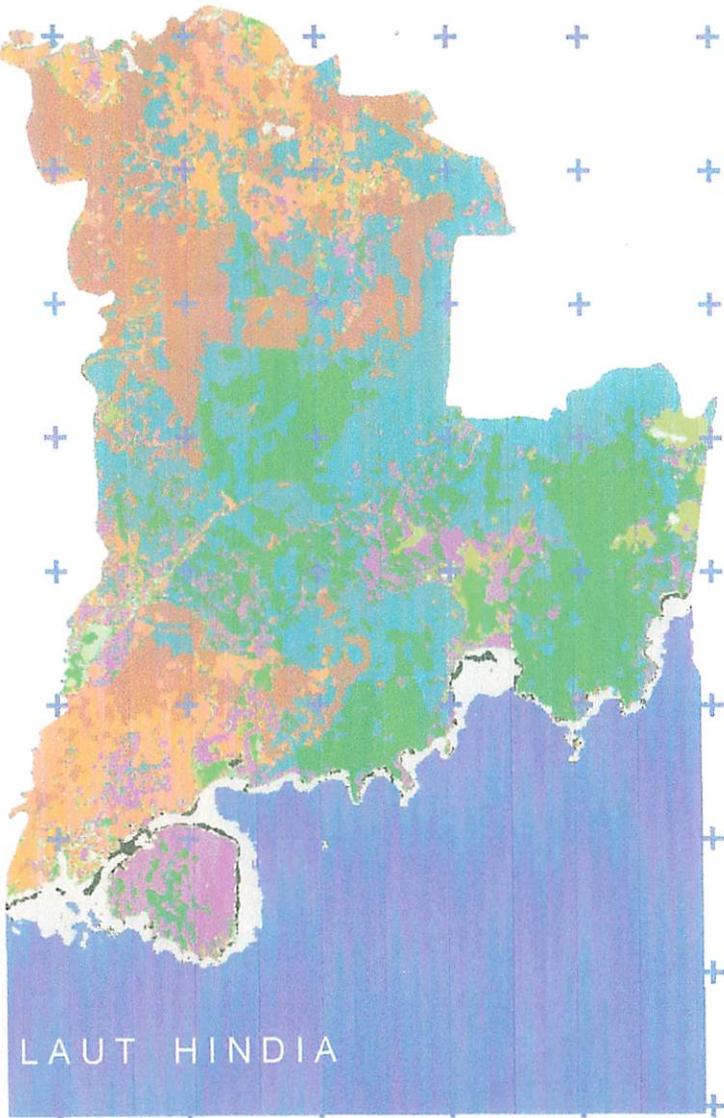
KECAMATAN SUMBER MANJING WETAN



Scale 1:200 000
0 3 6 9 12 Kilometers

LEGENDA

Belukar	Air tawar
Permukiman	Empang
Pasir pantai	Laut
Kebun	Rawa
Tanah ladang	Sawah tadah hujan
Hutan	Sawah irigasi



KETERANGAN PETA

• Citra Satelit Landsat ETM+ Kec. Sumber Manjing Wetan, Desakaman Tahun 2002

• Peta Rupa Bumi Kakosultanal - Skala 1 : 25000

• Klasifikasi Citra Metode Maximum Likelihood Standard

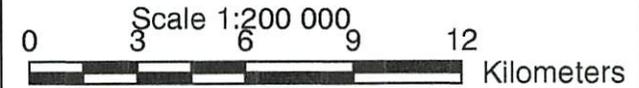
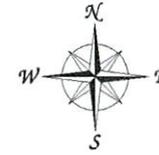
• Sistem Proyeksi UTM 49 - Datum WGS 84

LAUT HINDIA

E112°36' E112°38' E112°40' E112°42' E112°44' E112°46' E112°48' E112°50' E112°52'

DAS BAREK - GLIDIK

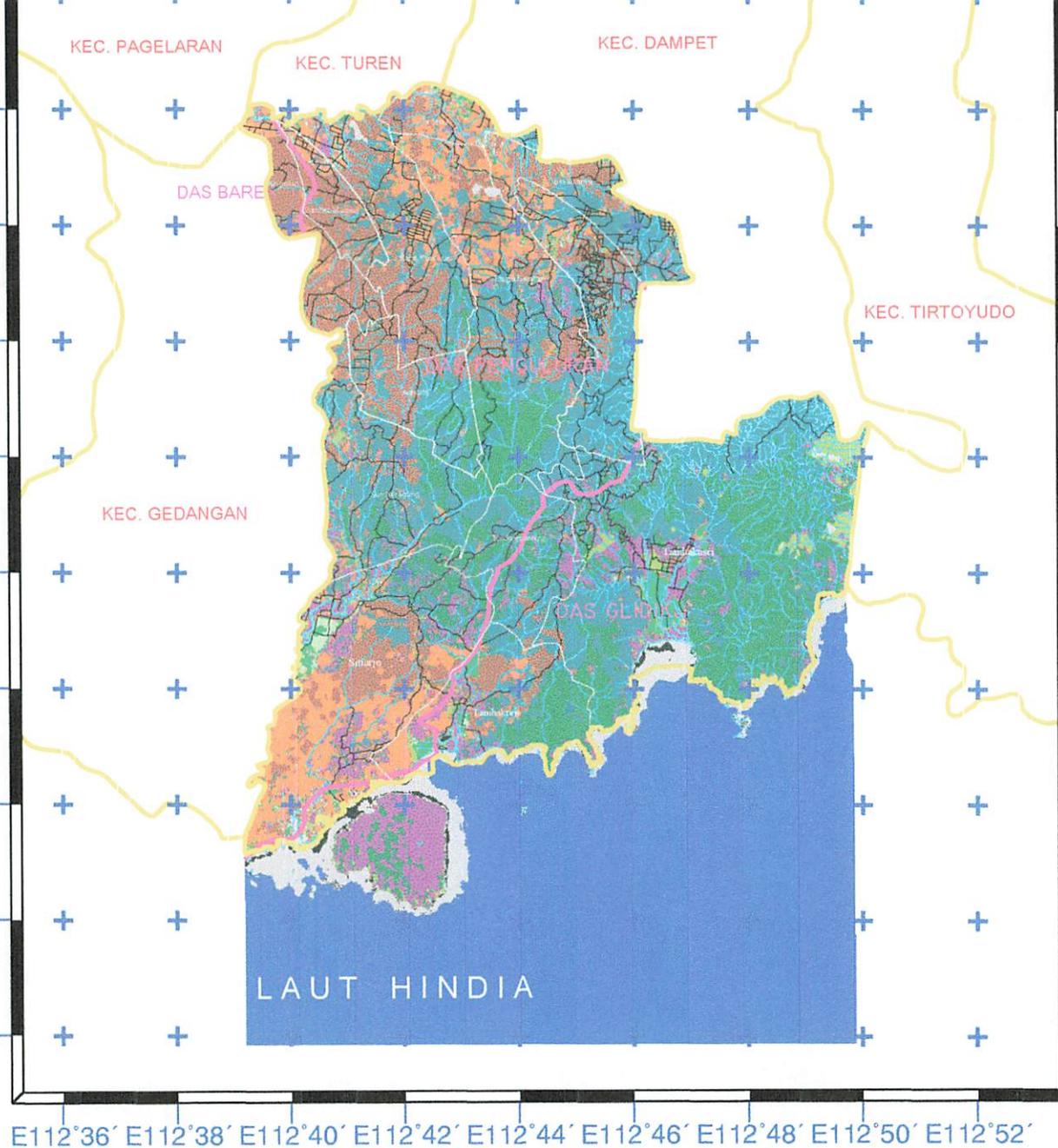
KECAMATAN SUMBER MANJING WETAN



LEGENDA

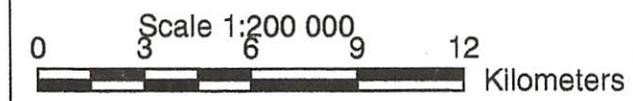
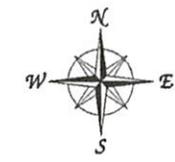
Belukar	Air tawar	Batas Kecamatan
Permukiman	Empang	Batas Desa
Pasir pantai	laut	Batas SUB DAS
Kebun	Rawa	Sungai
Tanah ladang	Sawah tadah hujan	Jalan
Hutan	Sawah irigasi	

KETERANGAN PETA
 - Citra Satelit Landsat ETM 7 Kec. Sumer Manjing Wetan, Perekaman Tahun 2002
 - Peta Rupa Bumi Kakosultanal - Skala 1 : 25000
 - Klasifikasi Citra Metode Maximum Likelihood Standart
 - Sistem Proyeksi UTM 49 - Datum WGS 84



PETA PENUTUP LAHAN DAS BAREK - GLIDIK

KECAMATAN SUMBER MANJING WETAN

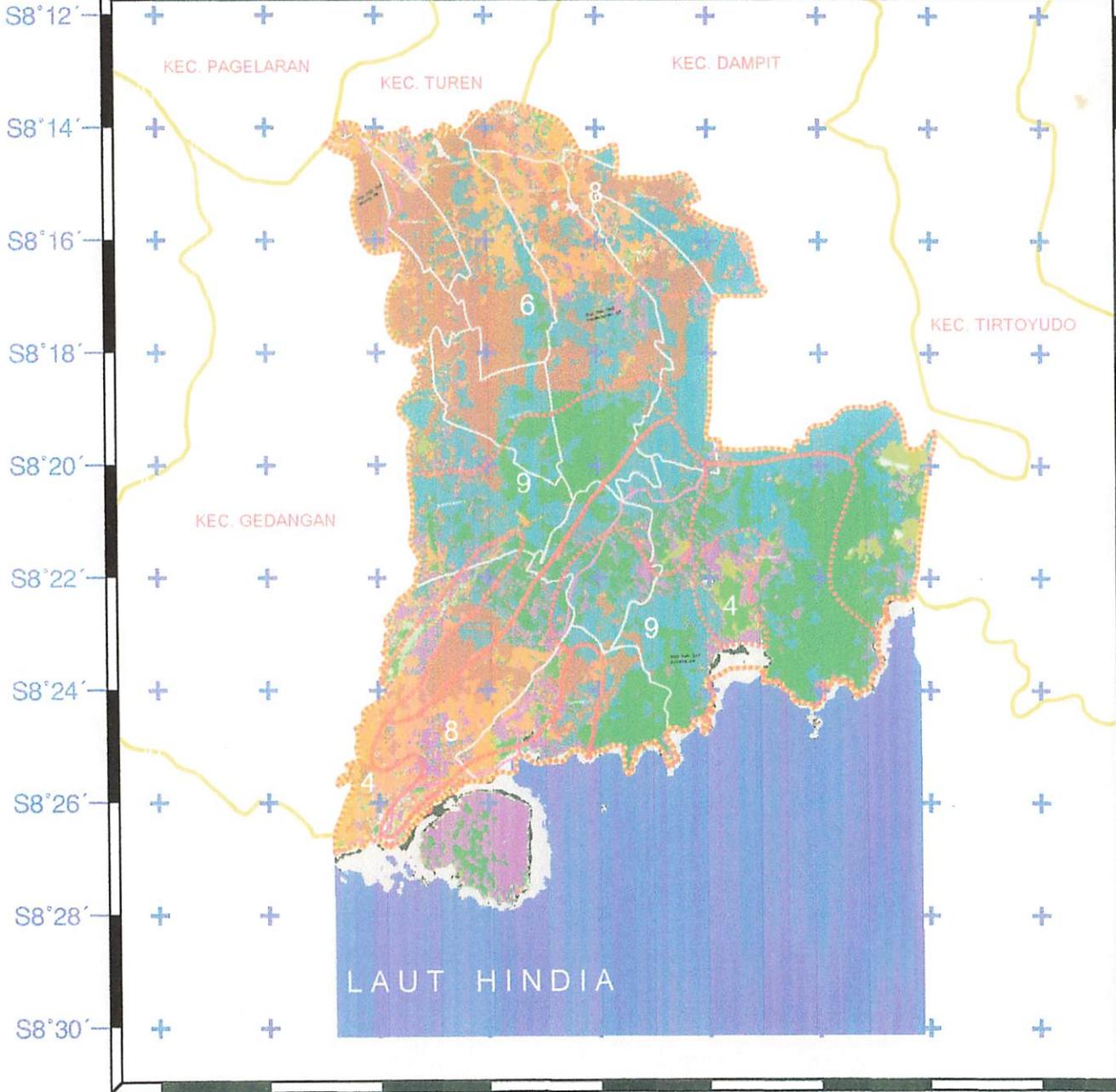


LEGENDA

- | | | |
|---------------|-------------------|---|
| Belukar | Air tawar | Batas Kecamatan |
| Pemukiman | Empang | Batas Desa |
| Pantai pantai | Laut | Batas SUB DAS |
| Kebun | Rawa | Sungai |
| Tanah ladang | Sawah tadah hujan | Batas SPT - Jenis Tanah (Satuan Pemetaan Tanah) |
| Hutan | Sawah irigasi | |

- No. SPT - Jenis Tanah
- 4 = Alluvial Kelabu
 - 6 = Mediteran Coklat Kemerahan
 - 8 = Kompleks Litosol, Mediteran dan Renzina
 - 9 = Litosol

KETERANGAN PETA
 * Citra Satelit Landsat ETM 7 Rev. Sumber Manjing Wetan, Persebaran Tahun 2002
 * Peta Rupa Bumi Kakasutanal, Skala 1 : 25000
 * Klasifikasi Citra Metode Maximum Likelihood Standart
 * Sistem Proyeksi UTM 49 - Datum WGS 84



E112°36' E112°38' E112°40' E112°42' E112°44' E112°46' E112°48' E112°50' E112°52'

Raw Count Confusion matrix for:

Reference Dataset - citra542_class1.ers

Classified Dataset - filter_statistic.ers

Overall Accuracy: 97.032% from 2049960 observations

Kappa statistic: 0.900

Classified File\Reference File

	Air tawar	Empang	laut	Rawa	sawah tada	sawah irig	belukar	Pemukiman	Pasir pant
Air tawar	1104	0	0	0	0	0	0	0	0
Empang	0	2096	0	0	0	1	0	0	182
laut	3	54	1708799	16	11	14	11	62	2953
Rawa	31	1	0	25728	2	43	559	370	12
Sawah tadah hujan	2	0	0	0	1992	89	1	9	7
sawah irigasi	12	0	0	13	199	5849	163	78	11
Belukar	4	0	2	202	1	62	8414	19	96
Pemukiman	299	1	0	849	600	625	390	35039	87
Pasir pantai	28	1779	1632	9	32	36	72	24	14756
Kebun	5	0	7	3987	2	23	504	1904	4
Tanah ladang	19	1	1	139	47	473	116	5485	413
Hutan	1	0	0	1874	0	0	340	63	21

	Kebun	Tanah tada	Hutan
0	0	0	0
0	0	0	0
43	48	4	4
943	100	2017	2017
0	0	0	0
0	41	0	0
45	18	38	38
560	4376	33	33
0	141	14	14
77102	4901	8277	8277
4209	56038	128	128
7591	133	52172	52172

