TUGAS AKHIR

PEMBUATAN PETA TEMATIK 3 DIMENSI UNTUK KAWASAN HUTAN PRODUKSI DAN LINDUNG DENGAN MEMANFAATKAN CITRA LANDSAT 7 ETM + DAN DEM

(Studi Kasus : RPH Sumbermanjing Kulon, KPH Malang)

Disusun oleh :

WURIYANTOTO
98.25.022

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

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

2005

LEMBAR PENGESAHAN I

PEMBUATAN PETA TEMATIK 3 DIMENSI
UNTUK KAWASAN HUTAN PRODUKSI DAN LINDUNG
DENGAN MEMANFAATKAN CITRA LANDSAT 7 ETM+ DAN DEM.
(Studi kasus : RPH Sumbermanjing Kulon, KPH Malang)

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam mencapai Gelar Sarjana S-1 Teknik Geodesi.

Oleh :

WURIYANTOTO

98.25.022

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I	**Dosen Pembimbing II**
(Ir. M. Nurhadi, MT)	**(Ir. D. K. Sunarya, Ms.Tis)**

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

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

LEMBAR PENGESAHAN II

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 : Rabu / 26 Januari 2005

Panitia Ujian Tugas Akhir

Ketua	Sekretaris
(Ir. A. Nurul Hidayati, MTP)	**(Ir. D. K. Sunarya, Ms.Tis)**
Dekan FTSP	**Ketua Jurusan Teknik Geodesi**

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
DEKAN

Anggota Penguji

Penguji I	Penguji II
(Ir. M. Nurhadi, MT)	**(Ir. Rinto Sasongko, MT)**

Penguji III

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

"Berkat RestuMu dan IjinMu aku dapat menyelesaikan ini semua"

Kupersembahkan ini untukmu: Ya..Allah SWT (penciptaku, hanya Engkau yang tau segalanya, serta RasulMu Nabi Muhamad SAW). Keluargaku tersayang bapak n mama'ku (maafin aku selama ini, aku belum bisa memberikan apa2 kepadamu, trima kasih atas semuanya), kakak tercinta (mba' Ita, mba' Wied, mas Putut) tanks 4 smuane, Adekku tersayang (Toton).

Yang Kuhormati: Pa' Bagyo, Pa' Roesmanto, Pa' Nur, Pa DK, para dosen lain dan stafnya, matur suwun!

Cintaku padamu (Era) semangatku jangan pernah pudar. Aku sangat kangen kamu dihariku tanpa kamu ada disini. Melewati hari ini dan besok mungkin terasa hambar. Demi yang kuimpikan, demi yang kucintai, akan kulalui.

Sahabatku : Agus Hariyadi (makasih atas semua bantuanmu, kapan-kapan kita survey lagi ke hutan tapi pake ban sepeda yang rada' gedean biar ga' bocor di tengah hutan, Oyie Jhes), Fajar Widiyanto (makasih atas semua saran-saran yang kamu berikan), Lilik Pambudi (makasih atas bantuannya waktu simulasi proposal + beberapa masukan pada pembuatan laporan tugas akhir ini), Amie Muryadi (never say goodbye).

Teman-teman Geodesi : Afrizal, ST (makasih dah ngajarin PJ, SIG, GPS), The Moon (Bagus '96, makasih atas datanya), Gogon '98 (ingat tengah malem dorong sepeda motor gara2 ban bocor, jangan kapok cuma 5 km.), Penyet + Topan (sorry ga' ikut ground truth di Blitar + Tulungagung), Johan, Teguh, Chasman, Gepeng (Galih), Wahyu, Bang Roma (luluk), Denny, Naf'an, Pii, Bagong, Reza, Agus Jagrak, Tunggul, Boban, Ayu, Lala, Dina, David '97, Henny '99, Lilik '99, Ateng (Iip), Gogon '2k, Uci, mba' Etty, mba' Indah, Enno '97, makasih atas saran dan dorongan morilnya, aku ga' akan lupa atas jasa-jasa kalian.

SAHABAT ADA UNTUK KITA, DIKALA SENANG DAN SEDIH, selalu membantu,trima kasihku padamu "TANPA SAHABAT DAN KASIH SAYANG TIDAK AKAN ADA KEBAHAGIAAN,SMOGA TETAP ABADI"

Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, mohon maaf jika ada kesalahan, terimakasih atas dukungannya dan semoga Allah selalu memberikan perlindungan kepada kita semua, Amin.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, maka penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **"Pembuatan Peta Tematik 3 Dimensi Untuk Kawasan Hutan Produksi Dan Lindung Dengan Memanfaatkan Citra Landsat 7 ETM+ dan DEM" Studi kasus : RPH. Sumbermanjing Kulon, KPH. Malang.** Dalam penyusunan Lapioran Tugas Akhir, penulis menyadari bahwa dengan bekal ilmu pengetahuan, dorongan , bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak maka penyusunan Laporan Tugas Akhir dapat berjalan dengan baik. Sebagai wujud rasa syukur dan terima kasih atas bantuan yang telah diberikan oleh berbagai pihak, untuk itu kami ucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. M. Nurhadi, MT, selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir.
2. Ir. D.K. Sunaryo, Ms. Tis, selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir.
3. Bapak Suyanto di Biro Perencanaan Perum Perhutani Malang.
4. Bapak Yono di Biro Perencanaan Perum Perhutani Malang.
5. Kedua Orang tua dan keluarga yang telah membantu baik berupa moril dan materiil.
6. Teman-teman Geodesi '98 dan '99 yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
7. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang banyak membantu dalam penyusunan Tugas Akhir.

Penulis menyadari laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharap kritik dan saran sehingga dapat melengkapi dan membuat laporan Tugas Akhir ini menjadi lebih baik.

Harapan penulis semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Malang, Mei 2005

Penulis

D A F T A R I S I

Lembar Judul
Lembar Pengesahan I i
Lembar Pengesahan II ii
Lembar Persembahan iii
Kata Pengantar iv
Daftar Isi v
Daftar Gambar ix
Daftar Tabel xiii

BAB I PENDAHULUAN 01
1.1. Latar Belakang 01
1.2. Tujuan Penelitian 02
1.3. Batasan Masalah 02
1.4. Faedah Penelitian 03
1.5. Metodelogi Penelitian 03
1.5.1 Studi Literatur 03
1.5.2 Studi Laboratorium 03
1.5.3 Studi Lapangan 03
1.6 Tinjauan Pustaka 04

BAB II DASAR TEORI 06
2.1 Hutan 06
2.1.1 Pengertian Hutan 06
2.1.2 Jenis Hutan 07
2.2 Konsep Peta 08
2.2.1 Peta Dasar 09
2.2.2 Peta Topografi 09
2.2.3 Peta Tematik 10
2.3 Tipe Data Peta 10
2.3.1 Analog 11
2.3.2 Digital 11
2.3.2.1 Digital Vektor 12
2.3.2.2 Digital Raster 12
2.4 Digitasi Peta 13
2.5 Generalisasi Peta 14
2.5.1 Faktor yang Mempengaruhi Generalisasi 14

2.5.2 Faktor yang Menentukan Generalisasi 15
2.6 Konsep Dasar Penginderaan Jauh 17
2.6.1 Contoh Aplikasi Penginderaan Jauh 18
2.6.2 Teknologi Penginderaan Jauh 20
2.6.3 Energi Elektro Magnetik 25
2.6.4 Spektrum Elektro Magnetik 26
2.6.4.1 Radio 27
2.6.4.2 Microwave 27
2.6.4.3 Infra Red 28
2.6.4.4 Visible 29
2.6.4.5 Ultraviolet, X Ray, Gamma Ray 30
2.6.5 Interaksi Energi 30
2.6.6 Sensor 31
2.7 Citra Landsat 7 ETM+ 34
2.8 Karakteristik citra 36
2.9 Teknik Penajaman Citra Landsat 38
2.9.1 Contrast Enhancement 39
2.9.2 Filtering 40
2.10 Koreksi Citra 41
2.10.1 Koreksi Radiometrik 41
2.10.2 Koreksi Geometrik 42
2.11 Komposit Citra 45
2.12 Interpretasi Citra Landsat 49
2.13 Klasifikasi Citra Landsat 51
2.13.1 Klasifikasi Terbimbing 53
2.13.1.1 Minimum Distance 58
2.13.1.2 Parallelepiped 59
2.13.1.3 Maximum Likelihood 61
2.13.1.4 Tahap Latihan 65
2.13.2 Klasifikasi Tak Terbimbing 67
2.14 Digital Elevation Model (DEM) 72
2.15 AutoCAD MAP 2004 74
2.15.1 Menu File 75
2.15.2 Menu Edit 79
2.15.3 Menu View 80
2.15.4 Menu Format 81
2.15.5 Menu Window 82
2.15.6 Menu Map 83

2.16 ER Mapper 6.4 85
2.16.1 Kotak Dialog Gridding Wizard 86
2.16.2 Kotak Dialog Geocoding Wizard 87
2.16.3 Kotak Dialog Algorithm 89
2.16.4 Kotak Dialog Formula Editor 89
2.16.5 Kotak Dialog Transform 90
2.16.6 Kotak Dialog Scattergram 90
2.17 Macromedia Freehand 10 91

BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN 94
3.1 Lokasi Penelitian 94
3.2 Materi Penelitian 94
3.3 Peralatan Penelitian 95
3.4 Alir Penelitian 96
3.5 Digitasi Peta 99
3.5.1 Scan Peta 100
3.5.2 Registrasi Peta Di ER Mapper 100
3.5.2.1 Input Peta 101
3.5.2.2 Setting Sistem Koordinat Lat-Long .. 102
3.5.2.3 Penempatan Lokasi Titik Kontrol 103
3.5.2.4 Cek RMS Error 104
3.5.2.5 Rubah Sistem Koordinat
Ke Easting Northing 104
3.5.2.6 Proses Rektifikasi Oleh Komputer ... 105
3.5.3 Digitasi Di AutoCAD Map 106
3.5.3.1 Polyline 109
3.5.3.2 Point 112
3.5.3.3 Text 112
3.5.3.4 Offset 114
3.5.4 Proses Editing Peta Digital 115
3.5.4.1 Trim Boundary 116
3.5.4.2 Erase 117
3.5.4.3 Break 118
3.5.4.4 Extent 119
3.5.4.5 Move 120
3.5.4.6 Pedit 121
3.6 Penggabungan Peta 122
3.6.1 Menentukan Sistem Koordinat Peta 122

3.6.2 Menentukan Lokasi Sumber Data 125
3.6.3 Seleksi dan Klasifikasi Layer 127
3.6.4 Memanggil File Grafis Dari Lokasi Sumber Data 129
3.6.5 Menggunakan Query 130
3.7 Pembuatan DEM 132
3.8 Koreksi DEM 133
3.9 Input Citra Landsat 134
3.10 Komposit Citra 135
3.11 Penajaman Citra 136
3.12 Konversi Data Format DXF Ke ERV 137
3.13 Koreksi Geometri 138
3.14 Konversi Vektor Poligon Menjadi Raster Region 140
3.15 Cropping Citra 141
3.16 Interpretasi Citra Landsat 142
3.17 Klasifikasi Terbimbing 143
3.18 Visualisasi Klasifikasi 145
3.19 Ketelitian Klasifikasi 146
3.20 Overlay Citra dengan DEM 149
3.21 Desain Kartografi 150
3.22 Pencetakan 151

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN 153
4.1 Input Citra 153
4.2 Koreksi Geometrik 154
4.3 Pembuatan Komposit RGB 542 155
4.4 Analisa DEM 155
4.5 Analisa Hasil Klasifikasi 157
4.6 Analisa Pencetakkan 161

BAB V KESIMPULAN 162
5.1 Kesimpulan 162
5.2 Saran-saran 164

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

D A F T A R G A M B A R

Gambar 2.1 Peta Analog 11
Gambar 2.2 Raster Versus Vektor 13
Gambar 2.3 Komponen Penginderaan Jauh 17
Gambar 2.4 Resolusi Citra 21
Gambar 2.5 Energi Elektromagnetik 26
Gambar 2.6 Spektrum Elektromagnetik 27
Gambar 2.7 Infra RED 29
Gambar 2.8 Visible 29
Gambar 2.9 Interaksi Energi 31
Gambar 2.10 Karakteristik Signal 32
Gambar 2.11 Citra Landsat 7 ETM+ 36
Gambar 2.12 Nilai Digital Pada Citra 37
Gambar 2.13 Color Composite 432 38
Gambar 2.14 Citra True Color Dari Landsat 7 46
Gambar 2.15 Citra False Color Dari Landsat 7 46
Gambar 2.16 Grafik Hubungan linier Derajat Keabuan dengan Nilai Digital 47
Gambar 2.17 Grafik Hubungan linier Derajat Keabuan dengan Nilai Digital Sebelum dan Setelah Proses Perbaikan 48
Gambar 2.18 Tahap Klasifikasi Terbimbing 55
Gambar 2.19 Model Pengenalan Pola Metode Stasistik 56
Gambar 2.20 Pengamatan Pixel Dari Seleksi Ciri Objek Pada Diagram Pencar 58
Gambar 2.21 Strategi Jarak Minimum Rata-rata Kelas 59
Gambar 2.22 Strategi Parallelepiped 60
Gambar 2.23 Fungsi Probabilitas Nilai Densitas Berdasarkan Kemiripan Maksimum 61
Gambar 2.24 Kontur Probabilitas Nilai Densitas Pixel 62
Gambar 2.25 Pengkelasan Berdasarkan Fungsi Deskriminan 63
Gambar 2.26 Contoh Bentuk Pola Cluster 69
Gambar 2.27 Kelas Spektral pada Data Citra Dua Saluran 70
Gambar 2.28 Hillshade Data Raster DEM 3D 73
Gambar 2.29 Perspective View Data Raster 73
Gambar 2.30 Tampilan AutoCAD Map 2004 75

Gambar 2.31 Menu **File** pada AutoCAD Map 2004 76
Gambar 2.32 Kotak Dialog **Startup** pada AutoCAD Map 2004 76
Gambar 2.33 Kotak Dialog **Select File** pada AutoCAD Map 2004 .. 77
Gambar 2.34 Kotak Dialog **Save Drawing As** pada AutoCAD Map 2004 78
Gambar 2.35 Menu Utama **ER Maper 6.4** 86
Gambar 2.36 Kotak Dialog **Gridding Wizard** 87
Gambar 2.37 Kotak Dialog **Geocoding Wizard** 88
Gambar 2.38 Kotak Dialog **Algorithm** 89
Gambar 2.39 Kotak Dialog **Formula Editor** 90
Gambar 2.40 Kotak Dialog **Transform** 90
Gambar 2.41 Kotak Dialog **Scattergram** 91
Gambar 2.42 Pembagian Layer Dalam Freehand 92
Gambar 2.43 Pemberian Efek Pada Gambar 92
Gambar 2.44 Pencampuran Warna Pada Freehand 92
Gambar 3.1 Kotak Dialog **Geocoding Wizard** Halaman Start 101
Gambar 3.2 Kotak Dialog **Open Dataset** 101
Gambar 3.3 Kotak Dialog **Geocoding Wizard** Halaman **GCP Setup** . 103
Gambar 3.4 Tabel GCP Setelah dilakukan Tranformasi Ke Easting-Northing 105
Gambar 3.5 Kotak Dialog **Geocode Tool Output File** 106
Gambar 3.6 Kotak Dialog **Geocoding Wizard** Halaman Rectify ... 106
Gambar 3.7 Kotak Dialog **Raster Extention Options** 107
Gambar 3.8 Kotak Dialog **Browse for Folder** 107
Gambar 3.9 Kotak Dialog **Insert Image** 108
Gambar 3.10 Kotak Dialog **Image Correlation** 108
Gambar 3.11 Hasil Input File Digital Raster 109
Gambar 3.12 Shortcut Zoom Window 109
Gambar 3.13 Area Yang Akan Di-**Zoom Window** 110
Gambar 3.14 Hasil Tampilan Setelah Melakukan **Zoom Window** 110
Gambar 3.15 Hasil Perbesaran Yang Diinginkan 110
Gambar 3.16 Shortcut Untuk Keluar Dari Zoom Window 111
Gambar 3.17 Digitasi Dengan Perintah **Polyline** 111
Gambar 3.18 Shortcut Untuk Keluar Dari Perintah **Polyline** 111
Gambar 3.19 Penggunaan Perintah **Point** Pada AutoCAD MAP 112
Gambar 3.20 Shortcut **Single Text Justify** 112
Gambar 3.21 Shortcut Single Text - Middle Center 113

Gambar 3.22 Contoh Penggunaan Perintah **Single Text** Pada AutoCAD MAP 113
Gambar 3.23 Objek Yang Akan Di-Offset 114
Gambar 3.24 Arah Offset 114
Gambar 3.25 Hasil Penggunaan Perintah Offset 114
Gambar 3.26 Kotak Dialog **Trim Objects At Boundary** 116
Gambar 3.27 Objek Sebelum di-**Trim Boundary** 117
Gambar 3.28 Objek Setelah di-**Trim Boundary** 117
Gambar 3.29 Penggunaan Perintah **Erase** pada AutoCAD MAP 118
Gambar 3.30 Penggunaan Perintah **Break** pada AutoCAD MAP 119
Gambar 3.31 Objek Sebelum Diperpanjang 120
Gambar 3.32 Objek Setelah Diperpanjang 120
Gambar 3.33 Penggunaan Perintah **Move** pada AutoCAD MAP 121
Gambar 3.34 Penggunaan Perintah **PEdit** pada AutoCAD MAP 122
Gambar 3.35 Tahap Penggabungan Peta 122
Gambar 3.36 Toolbar **Track Coordinates** 123
Gambar 3.37 Kotak Dialog **Assign Global Coordinate System** 123
Gambar 3.38 Kotak Dialog **Select Global Coordinate System** 124
Gambar 3.39 Kotak Dialog **Define/Modify Drawing Set** 125
Gambar 3.40 Kotak Dialog **Select Drawings to Attach** 126
Gambar 3.41 Kotak Dialog **Drive Alias Administration** 126
Gambar 3.42 Kotak Dialog **Choose Directory** 127
Gambar 3.43 Kotak Dialog **Drive Alias Administration** yang Berisi File Grafis 129
Gambar 3.44 Tampilan Kotak Dialog **Drive Alias Administration** Setelah Melakukan Pemilihan File Grafis 130
Gambar 3.45 Kotak Dialog **Define/Modify Drawing Set** Yang Berisi Keterangan Tentang Data Yang Dipilih 130
Gambar 3.46 Kotak Dialog **Define Query** 131
Gambar 3.47 Kotak Dialog **Location Condition** 131
Gambar 3.48 Hasil Penggabungan Beberapa Sheet Peta Dari Berbagai File Grafis 131
Gambar 3.49 Kotak Dialog **Gridding Wizard,** Halaman Introduction 132
Gambar 3.50 Kotak Dialog **Open Data Source** 132
Gambar 3.51 DXF Dataset Projection/Layer Details 133
Gambar 3.52 Kotak Dialog **Open,** ER Mapper 6.4 134
Gambar 3.53 Citra Komposit TCC RGB 321 135

Gambar 3.54 Citra Landsat 7 ETM+ Komposit RGB 542 136
Gambar 3.55 Kotak Dialog **Transform**, ER Mapper Tutorial 136
Gambar 3.56 Kotak Dialog **Import AutoCAD_DXF** 137
Gambar 3.57 Kotak Dialog **Vector to Region convertion** 140
Gambar 3.58 Cropping Citra 142
Gambar 3.59 Kotak Dialog **New Map Composition** 143
Gambar 3.60 Window **Tools** 144
Gambar 3.61 Training Area 144
Gambar 3.62 Kotak Dialog **Supervised Classification** 145
Gambar 3.63 Kotak Dialog **Confusion Matrix Setup** 149
Gambar 3.64 Kotak Dialog **Print** 151
Gambar 3.65 Kotak Dialog **Properties** 152
Gambar 4.1 Citra Greyscale 153
Gambar 4.2 Citra Komposit TCC RGB 321 154
Gambar 4.3 Koreksi Geometrik 154
Gambar 4.4 Citra Komposit TCC RGB 542 155
Gambar 4.5 DEM Pseudocolor 156
Gambar 4.6 DEM RtShade 156
Gambar 4.7 Hasil Overlay Kontur dengan DEM 156
Gambar 4.8 Hasil Penggabungan DEM RtShade dengan Citra RGB 542 157
Gambar 4.9 Hasil Penggabungan DEM RtShade dengan Citra RGB 542 Setelah Di-cropping dengan Batasan Area Penelitian 157
Gambar 4.10 Interpretasi Citra Di Map Info dengan Bantuan Peta RBI 1:25.000 Tahun 2003 158
Gambar 4.11 Training Area 159
Gambar 4.12 Visualisasi Hasil Klasifikasi 159
Gambar 4.13 Kelas Tutupan Lahan 159
Gambar 4.14 Visualisasi Hasil Proses Desain Kartografi 161

D A F T A R T A B E L

Tabel 2.1 Karakteristik Spektral Landsat ETM+ 35
Tabel 2.2 Beberapa Kelas Spektral Pada Tutupan Lahan Hutan Lellisand dan Kiefer, 1994) 71
Tabel 4.1 Area Summary Report for CITRA_CLASS_REVISI.ers 159
Tabel 4.2 Area Summary Report for CROP_CITRA_CLASS_REVISI.ers 160
Tabel 4.3 Raw Count Confusion matrix 160
Tabel 4.4 Producer's Accuracy Confusion matrix 160

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penyajian secara grafis dan nyata dari relief permukaan bumi sangat diperlukan terutama untuk memberikan informasi tentang fenomena serta hubungan keruangan dari berbagai aspek kenampakan yang ada. Karena adanya perbedaan struktur pada permukaan bumi maka penyajian peta tidak hanya cukup dengan kenampakan 2 dimensi saja melainkan ditampilkan secara 3 dimensi agar dapat melihat secara langsung dari bentukan permukaan bumi.

Kegiatan dalam sektor kehutanan membutuhkan gambaran nyata dari keberadaaan petak hutan-hutan produksi dan lindung yang dikelolah oleh instansi terkait. Sehingga unsur-unsur yang disajikan dalam peta tematik 3 dimensi ini dapat memberikan petunjuk untuk mengambil suatu keputusan yang berhubungan dengan sektor kehutanan.

Selain itu keberadaaan hutan sangat diperlukan dalam hakekatnya sebagai sumber kehidupan (penyuplai O_2) di muka bumi ini. Melestarikannya merupakan tanggung jawab bersama yang salah satunya adalah dengan memberikan suatu gambaran melalu citra serta memetakannya dalam bentuk 3 dimensi agar dapat diketahui kondisi maupun lokasinya.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain :

a. Membuat peta tematik digital 3 dimensi dengan memanfaatkan citra Landsat 7 ETM+ dan DEM

b. Menampilkan pada peta tentang petak-petak hutan produksi dan lindung yang dikelola oleh Perum Perhutani Unit II Jawa Timur Malang.

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini antara lain :

1. Lokasi di RPH (Resort Polisi Hutan) Sumbermanjing Kulon, KPH (Kesatuan Pemangkuan Hutan) Malang Perum Perhutani (Persero) Unit II Jawa Timur.
2. Penelitian mengenai pembuatan peta tematik kawasan hutan produksi dan lindung ini dibatasi pada proses mendesain suatu peta dengan memanfaatkan citra Landsat 7 ETM+ dan DEM sampai menjadi produk akhir yaitu Peta Tematik 3 Dimensi Kawasan Hutan Produksi dan Lindung.
3. Unsur-unsur yang ditonjolkan pada peta tematik ini seperti petak hutan produksi dan lindung serta tahun tanam dari petak hutan tersebut, batas administratif, sungai, dan jaringan jalan. Proses desain yang dilakukan meliputi desain simbol, pewarnaan, penamaan unsur-unsur topografi, dan desain layout peta.

1.4. Faedah Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat berguna bagi sektor kehutanan seperti kegiatan reboisasi, penebangan, maupun pemeliharan hutan.

Jaringan jalan dapat digunakan untuk perencanaan pembangunan jalan, mengetahui lokasi area penebangan pohon, mengetahui jalur transportasi kayu yang paling efisien dan penempatan sumberdaya untuk meningkatkan produksi. Dengan dilengkapi data statistik, Peta Digital dapat memperlihatkan pertumbuhan kawasan hutan.

1.5. Metodologi Penelitian

1.5.1. Studi Literatur

Teori-teori yang berhubungan dengan penelitian dijadikan pedoman dalam pelaksanaan penelitian. Teori tersebut didapatkan dari buku-buku perkuliahan serta buku penunjang lainnya.

1.5.2. Studi Laboratorium

Pemanfaatan studi laboratorium yaitu untuk pemerosesan data baik yang berupa data analog maupun data digital. Dalam melakukan pemerosesan data ini, digunakan suatu perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software). Adapun rincian dari perangkat yang digunakan akan dijelaskan pada bab Pelaksanaan Penelitian.

1.5.3. Studi Lapangan

Pemanfaatan studi lapangan yaitu untuk pengambilan data yang selanjutnya diproses di laboratorium serta untuk melakukan pembuktian

kebenaran dari hasil yang diperoleh di laboratorium. Pembuktian kebenaran ini disebut juga dengan Ground Check.

1.6. Tinjauan Pustaka

Peta merupakan penyajian grafis dari bentuk ruang dan hubungan keruangan antara berbagai perwujudan yang diwakili. Di dalam ilmu Geodesi, peta merupakan *gambaran dari permukaan bumi dalam skala tertentu yang digambarkan pada bidang datar melalui suatu sistem proyeksi.* Peta mengandung arti komunikasi, artinya merupakan suatu signal atau saluran antara si pengirim pesan (pembuat peta) dan si penerima pesan (pemakai peta). Apabila si pengirim pesan mengalami kesulitan dalam menyampaikan pesan biasanya digunakan simbol sebagai lambang yang mewakili sesuatu agar mudah dipahami oleh pengguna peta. Atau dengan kata lain dibutuhkan *bahasa* yang sama antara kartografer dan pengguna peta sehingga komunikasi melalui peta dapat terjalin. (*Aryono Prihandito, 1989*).

Kers (1977), menjelaskan bahwa Peta Topografi adalah :

"Peta yang menyajikan gambaran permukaan bumi dengan seteliti mungkin, sejauh sekalanya memungkinkan, dan menunjukkan elemen-elemen baik yang alami maupun yang kultural". Posisi elemen-elemen tersebut ditunjukkan dengan posisi yang sesungguhnya, baik lokasi, situasi, maupun elevasi.

Menurut E.S. Bos (1977), dalam bukunya "Thematic Cartography" mendefinisikan Peta Tematik sebagai :

"Suatu peta yang menggambarkan informasi kualitatif dan/atau kuantitatif tentang kenampakan-kenampakan atau konsep-konsep yang spesifik, yang berhubungan dengan detail topografi tertentu." (A map showing qualitative and/or quantitative information on specific features or concepts in relatation to the necessary topographic details).

Pemetaan tematik bertujuan untuk menyiapkan dan membuat jenis-jenis peta tematik, yang mencakup sejak dari pengumpulan data, klasifikasi data, desain simbol, penggambaran, bahkan sampai pada reproduksi peta.

"Hutan" adalah suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumber daya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam lingkungannya, yang satu dengan lainnya tidak dapat dipisahkan. (UU No.41 pasal 1 ayat 2 Tahun 1999).

"Hutan Produksi" ialah kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok memproduksi hasil hutan. (UU No.41 pasal 1 ayat 7 Tahun 1999).

"Hutan Lindung" ialah kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok sebagai perlindungan sistem penyangga kehidupan untuk mengatur tata air, mencegah banjir, mengendalikan erosi, mencegah intrusi air laut, dan memelihara kesuburan tanah. (UU No.41 pasal 1 ayat 8 Tahun 1999).

Wilayah yang batas dan sistemnya ditentukan berdasarkan pada aspek fungsional disebut kawasan. (PP No. 10 Pasal 1 Tahun 2000)

Kawasan lindung adalah kawasan yang ditetapkan dengan fungsi utama melindungi kelestarian lingkungan hidup yang mencakup sumber daya alam dan sumber daya buatan (UU No.24 Pasal 1 ayat 7 Tahun 1992).

BAB II

DASAR TEORI

2.1. HUTAN

Hutan sebagai bagian dari sumber daya alam nasional memiliki arti dan peranan penting dalam berbagai aspek kehidupan sosial, pembangunan dan lingkungan hidup. Tujuan pembangunan kehutanan di Indonesia adalah membagi lahan hutan ke dalam pengelolaan yang terdiri atas, pengelolaan hutan produksi berfungsi ekonomi dan ekologi yang sama kuat atau seimbang, pengelolaan hutan konservasi yang berfungsi ekologi, dan pengelolaan hutan kebun kayu sebagai fungsi ekonomi.

2.1.1. Pengertian Hutan dan Kehutanan

"Hutan" adalah suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumber daya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam lingkungannya, yang satu dengan lainnya tidak dapat dipisahkan. (UU No.41 pasal 1 ayat 2 Tahun 1999).

Karena hutan diartikan sebagai suatu asosiasi, maka antara jenis pohon yang satu dan jenis pohon lain yang terdapat didalamnya akan saling tergantung. Hutan bukan semata-mata kumpulan pohon-pohon yang dieksploitasi dari hasil kayunya saja, tetapi hutan merupakan persekutuan hidup alam hayati atau suatu masyarakat tumbuhan yang kompleks yang

terdiri atas pohon-pohon, semak, tumbuhan bawah, jasad renik tanah, hewan dan alam lingkungannya.

Kehutanan atau pengelolaan hutan adalah aplikasi teknik pengusahaan dan prinsip-prinsip teknik kehutanan untuk mengoperasikan sifat-sifat hutan (Davis, 1966).Kehutanan dapat didefenisikan secara lebih luas sebagai pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya alam yang tersedia untuk kepentingan manusia, yang terdapat didalam dan berasosiasi dengan dengan kawasan hutan dan kawasan lain yang dikelola secara keseluruhan atau sebagian untuk tujuan serupa (Maaren, 1985).

2.1.2. Jenis Hutan

Ditinjau dari segi kepentingan sosial ekonomi pada umumnya, sifat alam sekelilingnya dan sifat-sifat lainnya yang dimiliki secara khas, maka berdasarkan fungsinya hutan dapat dibagi menjadi empat jenis (UU No.05 Tahun 1967 Penjelasan Pasal 03):

1. Hutan Lindung ialah hutan yang mempunyai keadaan alam sedemikian rupa, sehingga pengaruhnya yang baik terhadap tanah, alam sekelilingnya dan tata-air perlu dipertahankan dan dilindungi. Apabila Hutan Lindung diganggu, maka hutan ini akan kehilangan fungsinya sebagai pelindung, bahkan akan menimbulkan bencana alam seperti banjir, erosi dan lain-lain. Di antara Hutan Lindung ada yang karena keadaan alamnya dalam batas-batas tertentu sedikit banyak masih dapat dipungut hasilnya dengan tidak mengurangi fungsinya sebagai Hutan Lindung.

2. Hutan Produksi ialah hutan yang baik keadaan alamnya maupun kemampuannya sedemikian rupa, sehingga dapat memberikan manfaat produksi kayu dan hasil hutan lainnya. Pemungutan hasil hutan tersebut diatur sedemikian rupa, hingga dapat berlangsung secara lestari.
3. Hutan Suaka-Alam Kawasan Hutan yang keadaan alamnya sedemikian rupa, sehingga sangat penting bagi kepentingan Ilmu pengetahuan dan kebudayaan. Karenanya, Kawasan Hutan semacam ini perlu mendapat perlakuan yang khusus. Hutan Suaka-Alam ini dibagi menjadi Cagar Alam dan Suaka Margasatwa, yang artinya sudah cukup dijelaskan dalam pasal yang bersangkutan.
4. Hutan Wisata ialah hutan yang karena keindahannya sedemikian rupa, sehingga mempunyai kemampuan untuk dibina secara khusus untuk keperluan pariwisata dan/atau wisata buru. Hutan Wisata ini dibagi menjadi Taman Wisata dan Taman Buru, yang artinya sudah cukup dijelaskan dalam pasal yang bersangkutan. Menurut keadaannya sesuatu hutan dapat mempunyai lebih dari satu fungsi.

2.2. KONSEP PETA

Peta merupakan penyajian grafis dari bentuk ruang dan hubungan keruangan antara berbagai perwujudan yang diwakili. Di dalam ilmu Geodesi, peta merupakan *gambaran dari permukaan bumi dalam skala tertentu yang digambarkan pada bidang datar melalui suatu sistem proyeksi.* Peta mengandung arti komunikasi, artinya merupakan suatu signal atau saluran antara si pengirim

pesan (pembuat peta) dan si penerima pesan (pemakai peta). Apabila si pengirim pesan mengalami kesulitan dalam menyampaikan pesan biasanya digunakan simbol sebagai lambang yang mewakili sesuatu agar mudah dipahami oleh pengguna peta. Atau dengan kata lain dibutuhkan *bahasa* yang sama antara kartografer dan pengguna peta sehingga komunikasi melalui peta dapat terjalin. (*Aryono Prihandito, 1989*).

2.2.1. Peta Dasar (Base Map)

Peta dasar untuk peta tematik adalah peta yang berisi informasi/data topografi dan pada peta inilah semua data tematik akan diplot (digambarkan). Pengertian peta dasar di sini *berbeda* dengan pengertian peta dasar pada peta-peta topografi.

Pada peta topografi, peta dasar digunakan untuk *menurunkan* peta-peta topografi skala kecil berikutnya. Atau lebih tepat dikatakan bahwa peta dasar pada peta topografi adalah *peta induk* (umumnya skala besar).

2.2.2. Peta Topografi

Peta topografi adalah peta yang didalamnya memuat unsur-unsur alam dan unsur-unsur buatan manusia (man made features) yang terdapat di permukaan bumi. Unsur-unsur tersebut diusahakan untuk diperlihatkan pada posisi yang sebenarnya. Peta topografi sebagaimana disebutkan sebelumnya dapat juga dikatakan sebagai peta umum, karena didalamnya memuat dan menyajikan semua unsur di permukaan bumi, tentu saja dengan memperhitungkan skala yang sangat terbatas. Peta topografi dapat

digunakan untuk bermacam-macam tujuan. Selain itu peta topografi juga dapat digunakan sebagai peta dasar pada pembuatan peta tematik, (*Aryono Prihandito, 1989*).

2.2.3. Peta Tematik

Peta tematik merupakan turunan dari peta dasar yang hanya memuat dan menyajikan satu atau lebih tema-tema tertentu (misal : Peta Transportasi Kota, Peta Objek Wisata, Peta Jalur Transportasi Wisata dan lain-lain) atau dengan kata lain peta tematik adalah peta yang memperlihatkan informasi kualitatif dan atau kuantitatif pada unsur tertentu. Peta tematik biasanya dibuat dalam skala-skala tertentu yang lebih besar dari skala peta dasar dengan tujuan untuk lebih menonjolkan tema yang ingin disampaikan.

Untuk penggambaran data peta tematik, peta dasar yang sering digunakan adalah peta topografi. Pada peta dasar yang terdiri dari data topografi itulah data tematis dapat dipertahankan. Data topografi yang diambil biasanya hanya satu atau dua unsur saja, misalnya; batas negara, batas propinsi atau kabupaten/kota, batas daerah, sungai dan lain-lain. Data peta topografi hanya digunakan sebagai latar belakang penempatan dan orientasi secara geografis, (*Aryono Prihandito, 1989*).

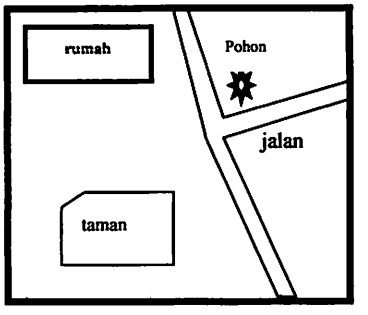
2.3. TIPE DATA PETA

Tipe data peta dibagi menjadi dua yaitu data analog dan data digital. Keduanya merupakan data grafis yang sering dijumpai dalam kegiatan reproduksi peta dan saling berhubungan erat. Apabila ingin membuat peta format digital

biasanya diperlukan peta format analog, kemudian dari format digital tersebut dapat dihasilkan kembali peta format analog.

2.3.1. Analog

Peta analog adalah peta yang masih berupa cetakan (hardcopy) yang mana pada peta analog ini terdapat kesulitan dalam updating datanya. Kesulitannya karena praktis seluruhnya harus digambar ulang, tidak cukup bagian yang berubah saja.



Gambar 2.1
Peta Analog

2.3.2. Digital

Peta digital adalah suatu peta yang mana data-datanya terstruktur dalam format komputer dengan media penyimpanannya berupa hardisk ataupun CD (Compack Disk) serta ditampilkan di layar monitor. Karena seluruh data berada pada format komputer, maka kelebihan peta digital yaitu data tersebut dapat dilakukan perubahan atau penambahan, dan bagi pembuat keputusan atau perencanaan dapat melakukan analisis atau seleksi data untuk berbagai keperluan dengan cepat dan mudah. Misalnya hanya data jalan, sungai dan batas administrasi saja yang diperlukan untuk

disajikan, maka dapat dilihat di layar monitor komputer dan dapat dicetak melalui printer ataupun ploter.

2.3.2.1. Digital Vektor

Pada sistem vektor (vektor based system), semua unsur–unsur geografi disajikan dalam 3 konsep topology yaitu : titik (point), garis (arc), dan area (polygon). Unsur–unsur geografi tersebut disimpan dalam bentuk pasangan koordinat, sehingga letak titik, garis, dan area dapat digambar sedemikian akurat.

Data Spasial : titik, garis, luasan.

1. Titik ditentukan oleh suatu koordinat.
2. Garis ditentukan sebagai data set (suatu seri koordinat).

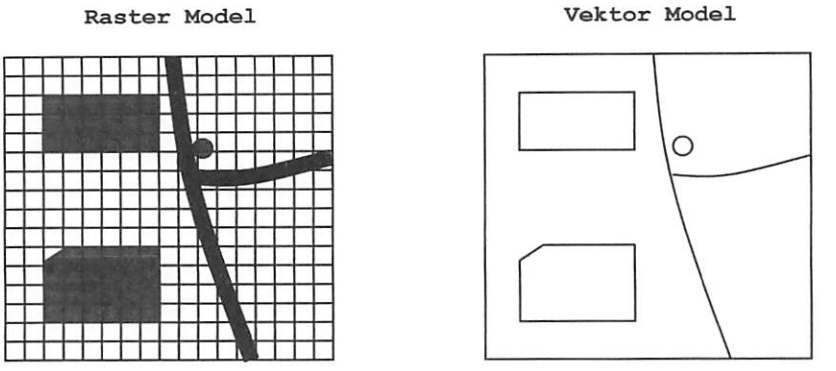
   Garis lurus direkam pada titik awal dan titik akhir, untuk garis melengkung direkam setiap jarak terpendek tertentu yang dianggap sebagai garis lurus pendek yang saling dihubungkan. Sedangkan untuk lingkaran dapat didefenisikan dengan jari–jari dan titik pusatnya.
3. Luasan dapat ditentukan dari batasnya yang merupakan garis–garis yang membentuk poligon tertutup.

2.3.2.2. Digital Raster

Pada sistem raster, fenomena geografi disimpan dalam bentuk pixel (grid/ raster/cell) yang sesuai dengan kenampakan. Setiap pixel mempunyai referensi pada kolom baris yang berisi satu nilai yang mewakili satu fenomena geografi. Pada sistem ini titik dinyatakan dalam bentuk grid

atau sel tunggal, garis dinyatakan dengan beberapa sel yang mempunyai arah dan poligon dinyatakan dalam beberapa sel.

Contoh perbedaan antara model raster dengan model vektor dapat dilihat pada Gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2.2
Raster Versus Vektor

2.4. DIGITASI PETA

Digitasi Peta adalah konversi dari data analog ke dalam data digital atau pemindahan elemen–elemen peta (titik, garis, luasan) ke dalam koordinat–koordinat atau seri koordinat yang dihubungkan dengan suatu kode yang menunjukkan arti dari elemen tersebut. Semua data dimasukkan pada suatu media penyimpanan yang berupa Hardisk ataupun disket.

Digitasi dapat dilakukan dengan tiga cara antara lain :

1. Manual Digitizing

   Pada cara ini operator mengidentifikasi setiap garis maupun titik–titik yang akan di digitasi. Kemudian dengan tangan mengatur gerakan cursor Hard Beld untuk menelusurinya. Cara pengukurannya secara stationary

(titik demi titik) yaitu posisi dari suatu titik melalui cursor direkam hanya pada saat cursor tersebut ditekan.

2. Scan Digitizing

   Pada cara ini identifikasi terhadap titik maupun garis yang akan di-digitasi dan pengontrolan gerakan cursor, diambil alih oleh program komputer beserta sensor elektronis optis. Dengan demikian konversi dari data grafis analog ke digital dilakukukan secara otomatis. Adapun alat yang digunakan berupa Scanner.

3. On Screen Digitizing

   Tekniknya sama dengan digitasi manual, perbedaannya terletak pada peta yang harus discan terlebih dahulu untuk ditampilkan di dalam screen/monitor, dan fungsi cursor Hard Beld digantikan oleh Mouse.

2.5. GENERALISASI PETA

Generalisasi dapat diterangkan secara umum yaitu pemilihan dan penyederhanaan dari penyajian unsur-unsur pada peta dan harus selalu berhubungan dengan skala dan tujuan dari peta itu sendiri. Generalisasi ini penting untuk mempertahankan kejelasan peta.

2.5.1. Faktor yang Mempengaruhi Generalisasi Peta

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi generalisasi antara lain :

1. <u>Skala</u>

   Skala menentukan ukuran gambar objek pada peta. Tingkatan generalisasi tergantung dari skala yang dipilih. Makin kecil skala, makin

besar tingkat generalisasi. Penyajian harus disederhanakan untuk mempertahankan tingkat kejelasan peta.

2. Maksud/Tujuan dari Peta

   Ada bermacam-macam peta sesuai dengan maksud dan tujuan. Unsur-unsur tersebut yang menjadi tema utama (unsur tematis) dari suatu peta tematik. Unsur-unsur utama tersebut harus lebih ditonjolkan dibandingkan dengan unsur-unsur lainnya. Pertama-tama terlebih dahulu harus menentukan unsur-unsur apa saja yang akan dipilih, lalu barulah ditentukan tingkat penyederhanaannya untuk penyajian. Skala dan maksud/tujuan peta sangat erat kaitannya. Skala harus dipilih untuk memenuhi maksud dan tujuan dari peta tersebut. Artinya segala unsur yang ingin ditampilkan harus dapat jelas terbaca dan dimengerti oleh pengguna peta.

2.5.2. Aspek-aspek yang Menentukan Generalisasi Peta

Berikut ini adalah aspek-aspek yang menentukan generalisasi :

1. *Pemilihan (selection)*, maksudnya adalah unsur-unsur apa saja yang harus kita pilih untuk disajikan sesuai dengan maksud dan tujuan dari peta.
2. *Penyederhanaan (simplify)*, dalam hal ini yang terpenting adalah bagaimana menjaga tingkat kejelasan suatu peta jika unsur-unsur yang akan disajikan terlalu kecil atau padat.
3. *Penghilangan (Erasing)*, untuk mempertahankan tingkat kejelasan peta maka unsur-unsur yang kurang penting atau tidak dominan dapat

dihilangkan selama tidak mengganggu atau mengurangi nilai informatif peta.

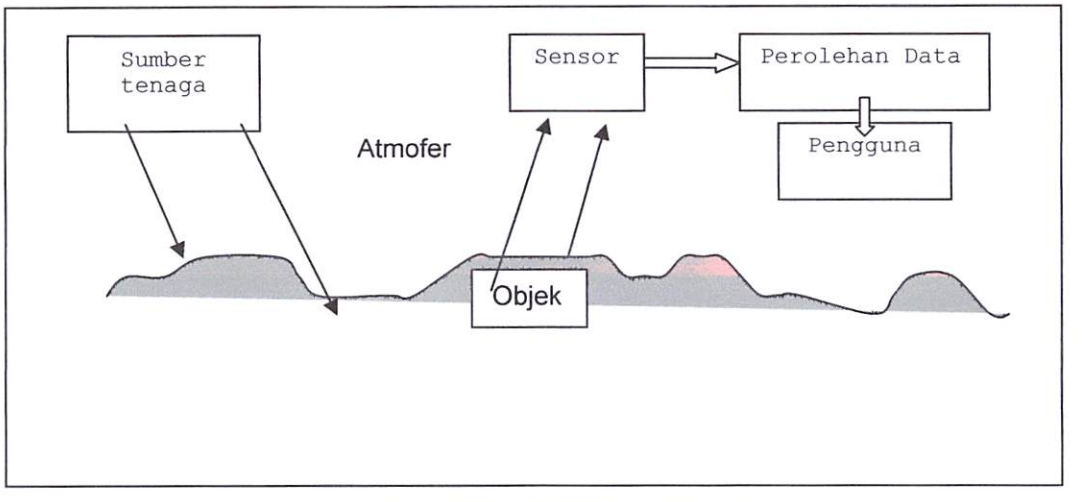
4. *Eksagerasi (exaggeration)*, biasanya hanya dilakukan terhadap unsur-unsur yang penting untuk ditonjolkan saja yaitu dengan cara memperbesar penyajian unsur tersebut pada peta dari ukuran sesungguhnya bila dikalikan dengan skala peta. Tingkat eksagerasi pada peta bertambah sebanding dengan pengecilan skala peta.
5. *Pergeseran (displacement)*, apabila ada unsur yang mengalami eksagerasi maka otomatis unsur tersebut dalam penyajiannya membutuhkan ruang yang lebih luas. Untuk itu, agar tetap menjaga keseimbangan peta maka perlu dilakukan pergeseran.
6. *Menitik beratkan (Emphasizing)*, dalam menitikberatkan ini tujuan yang utama adalah upaya untuk lebih menonjolkan unsur-unsur tematis yang utama sesuai dengan maksud/ tujuan dari peta.
7. *Kombinasi (Combination)*, untuk menjaga tingkat kejelasan peta apabila dilakukan reduksi skala, maka unsur-unsur yang berbeda akan tetapi memiliki kedekatan karakteristik dapat dikombinasikan menjadi satu.
8. *Klasifikasi (Classification)*, berupa pengelompokan unsur-unsur pada peta menjadi tema yang lebih sederhana dalam upaya menjaga tingkat kejelasan peta, misalnya klasifikasi hutan, jalan dan lain-lain.

2.6. 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. *(Lillesand dan Kiefer, 1979 dalam Sutanto, 1986).*

Sistem adalah serangkaian objek atau komponen yang saling berkaitan dan bekerja sama secara terkoordinasi untuk melaksanakan tujuan tertentu. Sehingga ***Sistem Penginderaan Jauh*** adalah serangkaian komponen yang digunakan untuk penginderaan jauh. Rangkaian komponen itu berupa tenaga, objek, sensor, data, dan pengguna data.

Komponen dan interaksi antar komponen dalam sistem penginderaan jauh dapat dilukiskan pada Gambar 2.3 sebagai berikut:



Gambar 2.3
Komponen Penginderaan Jauh

Komponen dalam sistem ini berkerja bersama untuk mengukur dan mencatat informasi mengenai target tanpa menyentuh objek tersebut. ***Sumber energi*** yang

menyinari atau memancarkan energi elektromagnetik pada target mutlak diperlukan. Energi berinteraksi dengan target dan sekaligus berfungsi sebagai media untuk meneruskan informasi dari target kepada sensor. ***Sensor*** adalah sebuah alat yang mengumpulkan dan mencatat radiasi elektromagnetik. Setelah dicatat, data akan dikirimkan ke stasiun penerima dan diproses menjadi format yang siap pakai, diantaranya berupa citra. Citra ini kemudian diinterpretasi untuk mengetahui informasi mengenai target. Proses interpretasi biasanya berupa gabungan antara visual dan automatic dengan bantuan computer dan perangkat lunak pengolah citra.

2.6.1. Contoh Aplikasi Penginderaan Jauh

Contoh sistem Penginderaan Jauh yang paling dikenal adalah satelit pemantauan cuaca bumi. Dalam hal ini, target adalah permukaan bumi, yang melepaskan energi dalam bentuk radiasi infrared (atau energi panas). Energi merambat melalui atmosfir dan ruang angkasa untuk mencapai sensor, yang berada pada platform satelit. Beberapa level energi kemudian dicatat, dikirimkan ke stasiun penerima di bumi, dan diubah menjadi citra yang menunjukkan perbedaan suhu pada permukaan bumi. Dengan cara yang sama, sensor cuaca yang berada pada satelit mengukur energi cahaya yang nampak dari matahari ketika dipantulkan oleh permukaan bumi, dikirimkan melalui ruang angkasa kepada sensor, dicatat dan dikirim ke bumi untuk pemrosesan.

Bentuk lain Penginderaan Jauh yang banyak dikenal pada skala yang jauh lebih kecil adalah teknologi citra untuk kedokteran seperti Magnetic

Resonance Imaging (MRI), sonogram, dan X-Ray Imaging. Semua teknologi ini menggunakan beberapa bentuk energi untuk menghasilkan citra dari bagian dalam tubuh manusia. Berbagai macam bentuk energi yang dihasilkan dari sebuah mesin ditembakkan kepada target. Sensor kemudian mengukur bagaimana energi ini diserap, dipantulkan atau dikirimkan ke arah lain oleh target, dan hasilnya akan dikumpulkan dalam bentuk sebuah citra. Teknologi ini sangat membantu dalam hal memeriksa sistem internal dalam tubuh manusia tanpa melakukan pembedahan.

Lebih jauh lagi, Penginderaan Jauh memungkinkan kita untuk mempelajari hal-hal di luar planet bumi. Berbagai bentuk astronomi adalah contoh dari Penginderaan Jauh, karena target yang diteliti berada dalam jarak yang sangat jauh dari bumi sehingga kontak fisik tidak dimungkinkan. Astronomer menggunakan teleskop and alat sensor lain. Informasi dicatat dan digunakan untuk mengambil kesimpulan mengenai ruang angkasa dan alam semesta.

Penginderaan Jauh untuk lingkungan hidup adalah penelitian mengenai interaksi antara sistem alam di bumi menggunakan teknologi Penginderaan Jauh.

Beberapa keuntungan menggunakan teknik Penginderaan Jauh dalam hal ini adalah :

- Lebih luasnya ruang lingkup yang bisa dipelajari.
- Lebih seringnya sesuatu fenomena bisa diamati.

- Dimungkinkannya penelitian pada tempat-tempat yang sukar atau berbahaya untuk dijangkau manusia, seperti daerah kutub, kebakaran hutan, aktivitas gunung berapi.

2.6.2. Teknologi Penginderaan Jauh

Resolusi (disebut juga *Resolving Power* = daya pisah) adalah kemampuan suatu sistem optik elektronik untuk membedakan informasi yang secara spasial berdekatan atau secara spektral mempunyai kemiripan (Swain dan Davis, 1978). Pengertian ini akhirnya berkembang dengan menambahkan aspek waktu (temporal) di dalamnya. Ketelitian informasi yang diperoleh dari data inderaja sangat bergantung pada resolusi.

Resolusi dari sebuah citra merupakan karakteristik yang menunjukkan level kedetailan yang dimiliki oleh sebuah citra. Pada citra satelit pemantau cuaca yang mempunyai resolusi 1 km, masing-masing pixel mewakili rata-rata nilai brightness dari sebuah area berukuran 1x1 km. Bentuk yang lebih kecil dari 1 km susah dikenali melalui image dengan resolusi 1 km. Landsat 7 menghasilkan citra dengan resolusi 30 meter, sehingga jauh lebih banyak detail yang bisa dilihat dibandingkan pada citra satelit dengan resolusi 1 km. Resolusi adalah hal penting yang perlu dipertimbangkan dalam rangka pemilihan citra yang akan digunakan terutama dalam hal aplikasi, waktu, biaya, ketersediaan citra dan fasilitas komputasi. Gambar 2.4 di bawah ini menunjukkan perbandingan dari 3 resolusi citra yang berbeda.

Gambar 2.4
Resolusi Citra

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas citra dalam hal hambatan-hambatan untuk melakukan interpretasi dan klasifikasi yang diperlukan. Beberapa faktor penting, terutama untuk aplikasi kehutanan tropis adalah :

- Tutupan awan. Terutama untuk sensor pasif, awan bias menutupi bentuk-bentuk yang berada di bawah atau di dekatnya, sehingga interpretasi tidak dimungkinkan. Masalah ini sangat sering dijumpai di daerah tropis, dan mungkin diatasi dengan mengkombinasikan citra dari sensor pasif (misalnya Landsat) dengan citra dari sensor aktif (misalnya Radarsat) agar keduanya saling melengkapi.
- Bayangan topografis. Metode pengkoreksian yang ada untuk menghilangkan pengaruh topografi pada radiometri belum terlalu maju perkembangannya.

- Pengaruh atmosferik. Pengaruh atmosferik, terutama ozon, uap air dan aerosol sangat mengganggu pada band nampak dan infrared. Penelitian akademis untuk mengatasi hal ini masih aktif dilakukan.
- Derajat kedetailan dari peta tutupan lahan yang ingin dihasilkan. Semakin detail peta yang ingin dihasilkan, semakin rendah akurasi dari klasifikasi. Hal ini salah satunya bisa diperbaiki dengan adanya resolusi spectral dan spasial dari citra komersial yang tersedia.

Sebuah platform Penginderaan Jauh dirancang sesuai dengan beberapa tujuan khusus. Tipe sensor dan kemampuannya, platform, penerima data, pengiriman dan pemrosesan harus dipilih dan dirancang sesuai dengan tujuan tersebut dan beberapa faktor lain seperti biaya, waktu dan sebagainya.

Rancangan dan penempatan sebuah sensor terutama ditentukan oleh karakteristik khusus dari target yang ingin dipelajari dan informasi yang diinginkan dari target tersebut. Setiap aplikasi Penginderaan Jauh mempunyai kebutuhan khusus mengenai luas cakupan area, frekuensi pengukuran dan tipe energi yang akan dideteksi. Oleh karena itu, sebuah sensor harus mampu memberikan resolusi spasial, spectral dan temporal yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi.

Adapun jenis resolusi yang terdapat dalam Penginderaan Jauh antara lain :

- **Resolusi Spasial**, menunjukkan level dari detail yang ditangkap oleh sensor. Resolusi spasial adalah ukuran objek terkecil yang dapat disajikan, dibedakan atau dikenali pada suatu citra. Semakin detail

sebuah study semakin tinggi resolusi spasial yang diperlukan. Sebagai ilustrasi, pemetaan penggunaan lahan memerlukan resolusi spasial lebih tinggi daripada sistem pengamatan cuaca berskala besar.

- ***Resolusi Spektral***, menunjukan kerincian spektrum elektromagnetik yang digunakan di dalam suatu sistem penginderaan jauh.
- ***Resolusi Radiometrik***, menunjukan kepekaan sistem sensor terhadap perbedaan terkecil kekuatan sinyal.
- **Resolusi Temporal,** menunjukkan interval waktu antar pengukuran. Untuk memonitor perkembangan badai, diperlukan pengukuran setiap beberapa menit. Produksi tanaman membutuhkan pengukuran setiap musim, sedangkan pemetaan geologi hanya membutuhkan sekali pengukuran.

Kualitas informasi yang dapat disajikan oleh data Penginderaan Jauh merupakan hasil "*trade-off*" antara 4 (empat) resolusi tersebut. Sebagai contoh, bagi satelit Landsat yang resolusi temporalnya tinggi yaitu merekam daerah yang sama setiap 16 hari, resolusi spasialnya rendah yaitu 30 m. Foto udara yang mampu menyajikan gambaran objek sebesar 2 (dua) m atau lebih kecil lagi, perekaman ulang atau resolusi temporalnya sering sebesar 3 (tiga) tahun atau lebih.

Adapun jenis Platform yang terdapat dalam Penginderaan Jauh antara lain :

- **Ground-Based Platforms:** sensor diletakkan di atas permukaan bumi dan tidak berpindah-pindah. Sensornya biasanya sudah baku seperti

pengukur suhu, angin, pH air, intensitas gempa dll. Biasanya sensor ini diletakkan di atas bangunan tinggi seperti menara.

- **Aerial platforms:** biasanya diletakkan pada sayap pesawat terbang, meskipun platform airborne lain seperti balon udara, helikopter dan roket juga bisa digunakan. Digunakan untuk mengumpulkan citra yang sangat detail dari permukaan bumi dan hanya ditargetkan ke lokasi tertentu. Dimulai sejak awal 1900-an.
- **Satellite Platforms:** sejak awal 1960-an sensor mulai diletakkan pada satelit yang diposisikan pada orbit bumi dan teknologinya berkembang pesat sampai sekarang. Banyak studi yang dulunya tidak mungkin menjadi mungkin.

Pada Ground-Based Platforms, pengiriman menggunakan sistem komunikasi ground-based seperti radio, transmisi microwave atau komputer network. Bisa juga data disimpan pada platform untuk kemudian diambil secara manual. Pada aerial Platforms, data biasanya disimpan on board dan diambil setelah pesawat mendarat. Dalam hal satellite Platforms, data dikirim ke bumi yaitu kepada sebuah stasiun penerima.

Berbagai cara transmisi yang dilakukan :

- *Langsung* kepada stasiun penerima yang ada dalam jangkauan,
- *Disimpan on board* dan dikirimkan pada saat stasiun penerima ada dalam jangkauan,
- *Terus menerus*, yaitu pengiriman ke stasiun penerima melalui komunikasi satelit berantai pada orbit bumi, atau

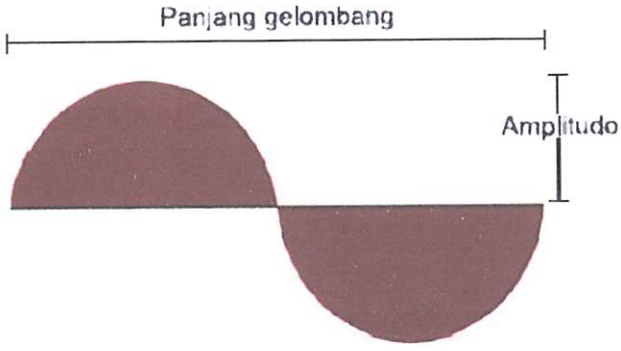
- *Kombinasi* dari cara-cara tersebut.

Data diterima oleh stasiun penerima dalam bentuk format digital mentah. Kemudian data tersebut akan diproses untuk pengkoreksian sistematik, geometrik dan atmosferik dan dikonversi menjadi format standard. Data kemudian disimpan dalam tape, disk atau CD. Data biasanya disimpan di stasiun penerima dan pemproses, sedangkan perpustakaan lengkap dari data biasanya dikelola oleh pemerintah ataupun perusahaan komersial yang berkepentingan.

2.6.3. Energi Elektromagnetik

Energi Elektromagnetik adalah sebuah komponen utama dari kebanyakan sistem Penginderaan Jauh untuk lingkungan hidup, yaitu sebagai medium untuk pengiriman informasi dari target kepada sensor. Energi elektromagnetik merambat dalam gelombang dengan beberapa karakter yang bisa diukur, yaitu: panjang gelombang/wavelength, frekuensi, amplitude/amplitude, kecepatan. **Amplitudo** adalah tinggi gelombang, sedangkan **panjang gelombang** adalah jarak antara dua puncak.

Frekuensi adalah jumlah gelombang yang melalui suatu titik dalam satu satuan waktu. Frekuensi tergantung dari kecepatan merambatnya gelombang. Karena kecepatan energi elektromagnetik adalah konstan (kecepatan cahaya), panjang gelombang dan frekuensi berbanding terbalik. Semakin panjang suatu gelombang, semakin rendah frekuensinya, dan semakin pendek suatu gelombang semakin tinggi frekuensinya.

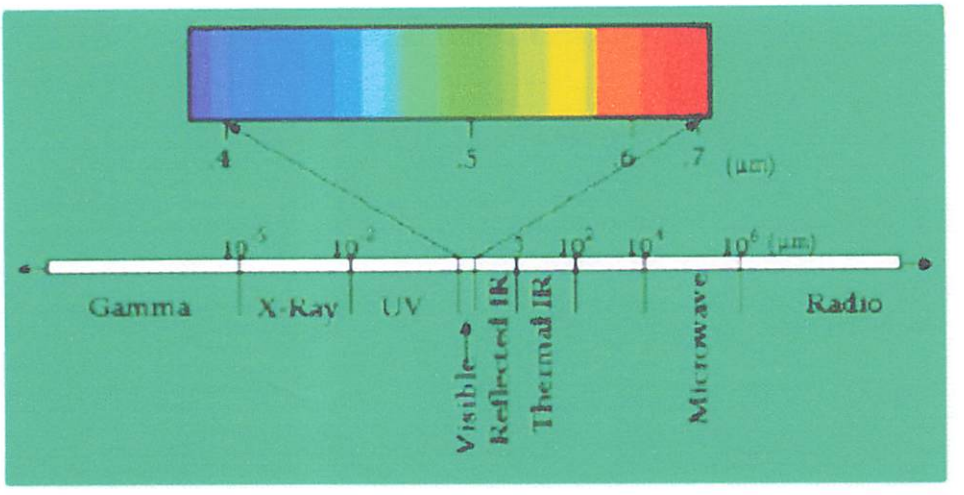


Gambar 2.5
Energi Elektomagnetik

Energi elektromagnetik dipancarkan, atau dilepaskan, oleh semua masa di alam semesta pada level yang berbeda-beda. Semakin tinggi level energi dalam suatu sumber energi, semakin rendah panjang gelombang dari energi yang dihasilkan, dan semakin tinggi frekuensinya. Perbedaan karakteristik energi gelombang digunakan untuk mengelompokkan energi elektromagnetik.

2.6.4. Spektrum Elektromagnetik

Susunan semua bentuk gelombang elektromagnetik berdasarkan panjang gelombang dan frekuensinya disebut **spectrum elektromagnetik**. Pada Gambar spectrum elektromagnetik disusun berdasarkan panjang gelombang (diukur dalam satuan μm) mencakup kisaran energi yang sangat rendah, dengan panjang gelombang tinggi dan frekuensi rendah, seperti gelombang radio sampai ke energi yang sangat tinggi, dengan panjang gelombang rendah dan frekuensi tinggi seperti radiasi X-ray dan Gamma Ray.



Gambar 2.6
Spektrum Elektomagnetik

2.6.4.1. Radio

Radio energi adalah bentuk level energi elektromagnetik terendah, dengan kisaran panjang gelombang dari ribuan kilometer sampai kurang dari satu meter. Penggunaan paling banyak adalah komunikasi, untuk meneliti luar angkasa dan sistem radar. Radar berguna untuk mempelajari pola cuaca, badai, membuat peta 3D permukaan bumi, mengukur curah hujan, pergerakan es di daerah kutub dan memonitor lingkungan. Panjang gelombang radar berkisar antara 0.8 – 100 cm.

2.6.4.2. Microwave

Panjang gelombang radiasi microwave berkisar antara 0.3 – 300 cm. Penggunaannya terutama dalam bidang komunikasi dan pengiriman informasi melalui ruang terbuka, memasak, dan sistem Penginderaan Jauh aktif. Pada sistem Penginderaan Jauh aktif, pulsa microwave ditembakkan

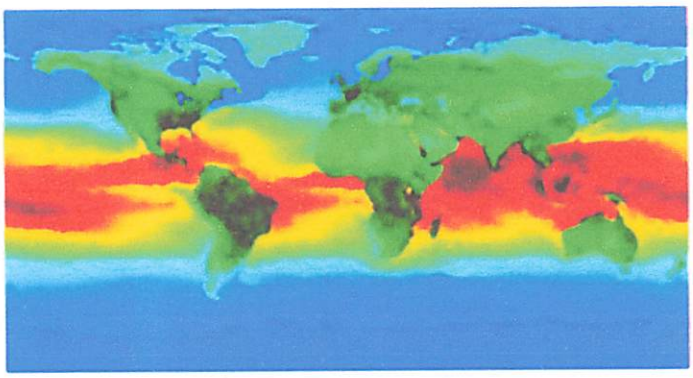
kepada sebuah target dan refleksinya diukur untuk mempelajari karakteristik target. Sebagai contoh aplikasi adalah Tropical Rainfall Measuring Mission's (TRMM) Microwave Imager (TMI), yang mengukur radiasi microwave yang dipancarkan dari atmosfer bumi untuk mengukur penguapan, kandungan air di awan dan intensitas hujan.

2.6.4.3. Infra RED

Radiasi infra Red (IR) bisa dipancarkan dari sebuah objek ataupun dipantulkan dari sebuah permukaan. Pancaran infrared dideteksi sebagai energi panas dan disebut thermal infrared. Energi yang dipantulkan hampir sama dengan energi sinar nampak dan disebut dengan reflected IR atau near IR karena posisinya pada spektrum elektromagnetik berada di dekat sinar nampak. Panjang gelombang radiasi infra Red berkisar antara 0.7–300 μm, dengan spesifikasi:

- Near IR atau reflected IR: 0.7 – 3 μm
- Thermal IR: 3 – 15 μm

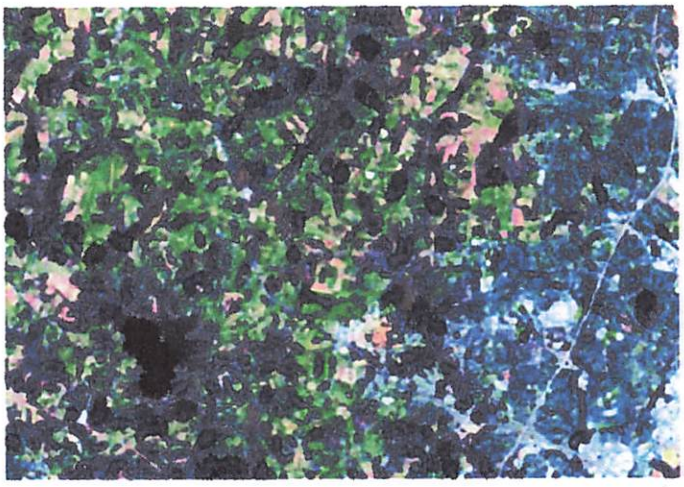
Untuk aplikasi Penginderaan Jauh lingkungan hidup menggunakan citra Landsat, Reflected IR pada band 4 (near IR), band 5 dan 7 (Mid IR), dan thermal IR pada band 6, merupakan karakteristik utama untuk interpretasi citra. Sebagai contoh, Gambar 2.7 di bawah ini menunjukkan suhu permukaan laut global (dengan thermal IR) dan sebaran vegetasi (dengan near IR).



Gambar 2.7
Infra RED

2.6.4.4. Visible

Posisi sinar nampak (Visible) pada spektrum elektromagnetik adalah di tengah. Tipe energi ini bisa dideteksi oleh mata manusia, film dan detektor elektronik. Panjang gelombang berkisar antara 0.38 - 0.7 μm. Perbedaan panjang gelombang dalam kisaran ini dideteksi oleh mata manusia dan oleh otak diterjemahkan menjadi warna. Gambar 2.8 di bawah ini adalah contoh komposit dari citra Landsat 7.



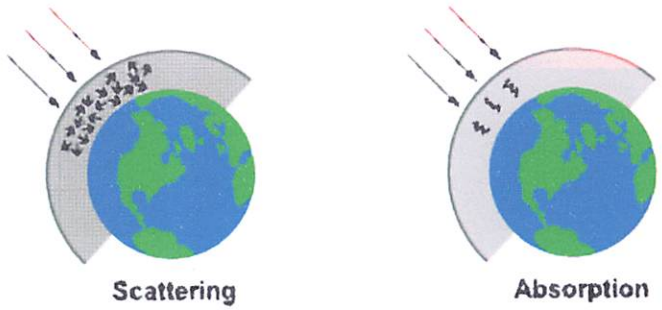
Gambar 2.8
Visible

2.6.4.5. Ultraviolet, X-Ray, Gamma Ray

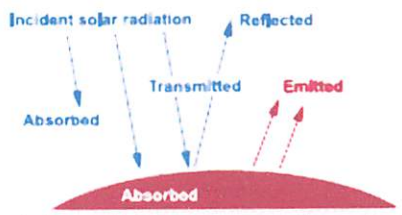
Radiasi ultraviolet, X-Ray dan Gamma Ray berada dalam urutan paling kiri pada spectrum elektromagnetik. Tipe radiasinya berasosiasi dengan energi tinggi, seperti pembentukan bintang, reaksi nuklir, ledakan bintang. Panjang gelombang radiasi ultraviolet berkisar antara 3 nm - 0.4 μm, sedangkan X-Ray 0.03 – 3 nm, dan Gamma ray < 0.003 nm. Radiasi UV bisa dideteksi oleh film dan detektor elektronik, sedangkan X-ray dan Gamma-ray diserap sepenuhnya oleh atmosfer, sehingga tidak bias diukur dengan Penginderaan Jauh.

2.6.5. Interaksi Energi

Gelombang Elektromagnetik yang dihasilkan matahari dipancarkan (*radiated*) dan masuk ke dalam atmosfer bumi. Interaksi [illegible] dengan partikel atmosfer bias berupa penyerapan (*absorption*), pemencaran (*scattering*) atau pemantulan kembali (*reflectance*). Sebagian besar radiasi dengan energi tinggi diserap oleh atmosfer dan tidak [illegible] permukaan bumi. Bagian energi yang bisa menembus atmosfer adalah yang '*transmitted*'. Semua masa dengan suhu lebih tinggi dari 0 Kelvin (-273 C) mengeluarkan (*emit*) radiasi Elektromagnetik.



Interaksi dengan atmosfer



Interaksi dengan permukaan bumi

Gambar 2.9
Interaksi Energi

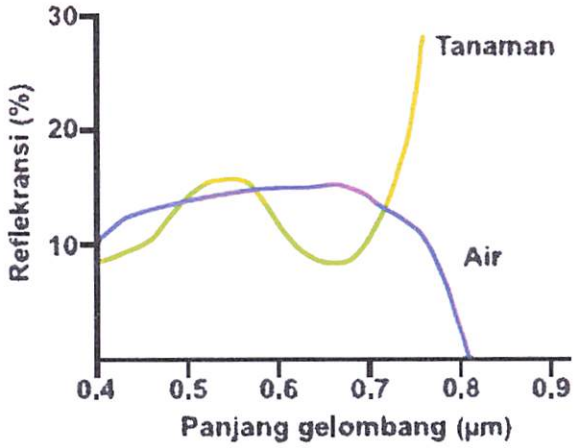
2.6.6. Sensor

Radiometer adalah alat pengukur level energi dalam kisaran panjang gelombang tertentu, yang disebut channel. Penginderaan Jauh multispectral menggunakan sebuah radiometer yang berupa deretan dari banyak sensor, yang masing masing peka terhadap sebuah channel atau band dari panjang gelombang tertentu. Data spectral yang dihasilkan dari suatu target berada dalam kisaran level energi yang ditentukan.

Radiometer yang dibawa oleh pesawat terbang atau satelit mengamati bumi dan mengukur level radiasi yang dipantulkan atau dipancarkan dari benda-benda yang ada di permukaan bumi atau pada atmosfer. Karena masing masing jenis permukaan bumi dan tipe partikel pada atmosfer mempunyai karakteristik spectral yang khusus (atau spectral

signature) maka data ini bisa dipakai untuk menyediakan informasi mengenai sifat target. Pada permukaan yang rata, hampir semua energi dipantulkan dari permukaan pada suatu arah, sedangkan pada permukaan kasar, energi dipantulkan hampir merata ke semua arah.

Pada umumnya permukaan bumi berkisar diantara kedua ekstrim tersebut, tergantung pada kekasaran permukaan. Contoh yang lebih spesifik adalah pemantulan radiasi Elektromagnetik dari daun dan air. Sifat klorofil adalah menyerap sebagian besar radiasi dengan panjang gelombang merah dan biru dan memantulkan panjang gelombang hijau dan near IR. Sedangkan air menyerap radiasi dengan panjang gelombang nampak tinggi dan near IR lebih banyak daripada radiasi nampak dengan panjang gelombang pendek (biru).



Gambar 2.10
Karakteristik Signal

Pengetahuan mengenai perbedaan spectral signature dari berbagai bentuk di permukaan bumi memungkinkan kita untuk menginterpretasi citra.

Ada dua tipe deteksi yang dilakukan oleh sensor: deteksi pasif dan aktif. Banyak bentuk Penginderaan Jauh yang menggunakan deteksi pasif, dimana sensor mengukur level energi yang secara alami dipancarkan, dipantulkan, atau dikirimkan oleh target. Sensor ini hanya bisa bekerja apabila terdapat sumber energi yang alami, pada umumnya sumber radiasi adalah matahari, sedangkan pada malam hari atau apabila permukaan bumi tertutup awan, debu, asap dan partikel atmosfer lain, pengambilan data dengan cara deteksi pasif tidak bisa dilakukan dengan baik. Contoh sensor pasif yang paling dikenal adalah sensor utama pada satelit Landsat, Thematic Mapper, yang mempunyai 7 band atau channel. (Sabins dan Jensen, 1986)

Sedangkan pada deteksi aktif, Penginderaan Jauh menyediakan sendiri sumber energi untuk menyinari target dan menggunakan sensor untuk mengukur refleksi energi oleh target dengan menghitung sudut refleksi atau waktu yang diperlukan untuk mengembalikan energi. Keuntungan menggunakan deteksi pasif adalah pengukuran bisa dilakukan kapan saja. Akan tetapi sistem aktif ini memerlukan energi yang cukup besar untuk menyinari target. Sebagai contoh adalah radar Dopler, sebuah sistem ground-based, radar presipitasi pada satellite Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM), yang merupakan spaceborne pertama yang menghasilkan peta 3 Dimensi dari struktur badai.

2.7. Landsat 7 ETM+ (Enhanced Thematic Mapper)

Landsat (Land Satelite) adalah salah satu contoh satelit sumberdaya yang menghasilkan citra multispektral, satelit ini milik NASA tetapi sistem operasinya dilakukan oleh pihak swasta, yakni EOSAT. Pertama kali diluncurkan pada tahun 1972 dengan nama ERST-1. Satelit Landsat dilengkapi dengan dua buah sensor yaitu MSS (Multi Spectral Scanner) dan TM (Thematic Mapper).

Keberhasilan satelit ini, dilanjutkan dengan peluncuran satelit kedua dengan nama Landsat-1, hingga tahun 1991 telah diluncurkan sebanyak lima satelit (Landsat-1 sampai Landsat-5). Landsat TM *(Land Satellite Thematic Mapper)* adalah satelit sumberdaya bumi generasi kedua yang merupakan penyempurnaan dari satelit Landsat generasi pertama. Keunggulan satelit ini terletak pada jumlah saluran yang digunakan sebanyak 7 saluran *(band)* serta digunakannya saluran inframerah tengah dan inframerah termal.

Saat ini Landsat telah mengalami perkembangan sampai pada generasi ke-6 dan ke-7, akan tetapi spesifikasi dari 7 saluran yang digunakan dalam Landsat TM masih tetap digunakan dalam Landsat generasi ke-6, yaitu sensor *Enhanced Thematic Mapper* (ETM) dan generasi ke-7, yaitu sensor *Enhanced Thematic Mapper Plus* (ETM+) dan *High Resolution Multispectral Stereo Imager* (HRMSI) sehinga penyediaan data serupa masih diperoleh secara kontinyu pada masa mendatang.

Perbedaan sensor TM dengan ETM+ adalah penambahan kanal/band. Panchromatic dengan resolusi 15 m dan sensor thermal (kanal 6) dibagi menjadi 2 yakni kanal 6 rendah dan kanal 6 tinggi.

Tabel 2.1 berikut menyajikan karakteristik spektral tiap saluran pada satelit Landsat ETM+.

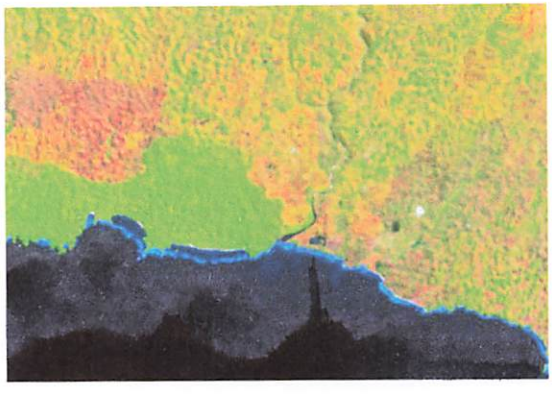
Tabel 2.1 Karakteristik Spektral tiap Saluran pada Satelit Landsat ETM+

Band	µm	Resolusi Spasial	Kegunaan Utama
1	0,45-0,52	30x30m	Untuk membedakan kejernihan air, pemetaan perairan pantai, membedakan antara tanah dengan vegetasi serta pepohonan berdaun lebat dan berdaun jarum
2	0,52-0,60	30x30m	Untuk mengukur pantulan puncak vegetasi sebagai evaluasi ketegaran pohon / mendeteksi tanaman.
3	0,63-0,69	30x30m	Band yang paling berguna untuk membedakan tipe tanaman, lebih daripada band 1 dan 2. Warna serapan klorofil yang penting untuk membedakan vegetasi
4	0,78-0,90	30x30m	Untuk meneliti biomas tanaman, dan juga membedakan batas tanah-tanaman dan daratan - air.
5	1,55-1,75	30x30m	Indikatif bagi kandungan kelembaban vegetasi dan kelembaban tanah, juga bermanfaat untuk membedakan salju dan awan
6	10,4-12,5	60x60m	Untuk memetakan tipe batuan dan untuk pemetaan geothermal, mengukur tingkat stress tanaman, kebakaran, dan kelembaban tanah
7	2,08-2,35	30x30m	Berhubungan dengan mineral; ration antara band 5 dan 7 berguna untuk mendeteksi batuan dan deposit mineral. Untuk analisis gangguan vegetasi, pembedaan kelembaban tanah, dan pemetaan tanah
8	0,52-0,90 (pankro-matik)	15x15m	--------

Sumber: Lo, 1986 (dalam Sutanto 1987) dan Internet.

Citra Landsat ETM+ mempunyai spesifikasi antara lain resolusi spektral tinggi, yaitu mempunyai 8 saluran sehingga kemampuan membedakan objek relatif tinggi. Liputan citra yang luas membuat citra ini mempunyai kemampuan memberikan gambaran suatu daerah secara kenampakan yang berkesinambungan

(sinoptic overview) sehingga akan memudahkan dalam interpretasi suatu daerah yang luas. Hal ini karena perbandingan maupun keterkaitan kenampakan antara satuan wilayah dapat dilihat secara langsung pada citra yang sama. Citra Landsat ETM+ mempunyai resolusi temporal atau mampu merekam daerah yang sama setiap 16 hari sekali, hal ini sangat bermanfaat untuk memperoleh data terbaru tentang daerah penelitian.



Gambar 2.11
Citra Landsat 7 ETM+

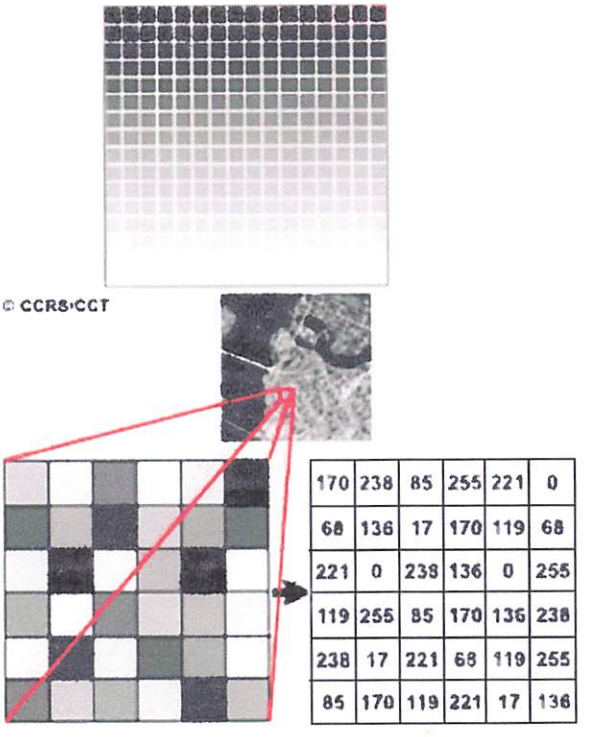
2.8. KARAKTERISTIK CITRA

Data citra satelit dikirim ke stasiun penerima dalam bentuk format digital mentah merupakan sekumpulan data numerik. Unit terkecil dari data digital adalah ***bit***, yaitu ***angka biner***, 0 atau 1. Kumpulan dari data sejumlah 8 bit data adalah sebuah unit data yang disebut ***byte***, dengan nilai dari 0 – 255. Dalam hal citra digital nilai level energi dituliskan dalam satuan byte. Kumpulan byte ini dengan struktur tertentu bisa dibaca oleh software dan disebut citra digital ***8-bit.***

Pixel (picture element) adalah sebuah titik yang merupakan elemen paling kecil pada citra satelit. Angka numerik (1 byte) dari pixel disebut ***digital number***.

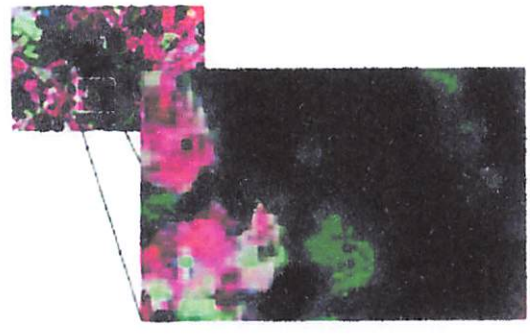
Digital Number bisa ditampilkan dalam warna kelabu, berkisar antara putih dan hitam (***greyscale***), tergantung level energi yang terdeteksi. Pixel yang disusun dalam order yang benar akan membentuk sebuah citra.

Kebanyakan citra satelit yang belum diproses disimpan dalam bentuk ***greyscale***, yang merupakan skala warna dari hitam ke putih dengan derajat keabuan yang bervariasi. Untuk Penginderaan Jauh, skala yang dipakai adalah 256 shade greyscale, dimana nilai 0 menggambarkan hitam, nilai 255 putih. Gambar 2.12 di bawah ini menunjukkan derajat keabuan dan hubungan antara Digital Number dengan derajat keabuan yang menyusun sebuah citra.



Gambar 2.12
Nilai Digital Pada Citra

Untuk citra multispectral, masing masing pixel mempunyai beberapa Digital Number, sesuai dengan jumlah band yang dimiliki. Sebagai contoh, untuk Landsat 7, masing-masing pixel mempunyai 7 Digital Number dari 7 band yang dimiliki. Citra bisa ditampilkan untuk masing-masing band dalam bentuk hitam dan putih maupun kombinasi 3 band sekaligus, yang disebut ***color composites***. Gambar 2.13 di bawah ini menunjukkan composite dari beberapa band pada potongan Landat 7 serta pixel yang menyusunnya.



Gambar 2.13
Color Composite 432

2.9. TEKNIK PENAJAMAN CITRA

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

Penajaman citra (*image enhancement*) meliputi semua operasi yang menghasilkan citra "baru" dengan kenampakan visual dan karakteristik spektral yang berbeda.

2.9.1. Penajaman Kontras (*Contrast Enhancement*)

Kontras adalah perbedaan antara brightness relatif antara sebuah benda dengan sekelilingnya pada citra. Sebuah bentuk tertentu mudah terdeteksi apabila pada sebuah citra contrast antara bentuk tersebut dengan backgroundnya tinggi. Pada pengolahan citra dapat menggunakan teknik penajaman kontras.

Penajaman kontras diterapkan untuk memperoleh kesan kontras citra yang lebih tinggi. Hal ini dapat dilakukan dengan mentransformasi seluruh nilai kecerahan. Hasilnya berupa citra dengan nilai maksimum baru yang lebih tinggi dari nilai maksimum awal, dan nilai minimum baru yang (pada umumnya) lebih rendah dari nilai minimum awal (Danoedoro, P, 1996). Secara visual, hasil ini berupa citra baru yang variasi hitam putihnya lebih menonjol, sehingga tampak lebih tajam dan memudahkan proses interpretasi.

Citra sebagai dataset, bisa dimanipulasi menggunakan ***algorithm*** (persamaan matematis). Manipulasi dapat berupa pengkoreksian error, pemetaan kembali data terhadap suatu referensi geografi tertentu, ataupun mengekstrak informasi yang tidak langsung terlihat dari data. Data dari dua citra atau lebih pada lokasi yang sama bisa dikombinasikan secara matematis untuk membuat ***composite*** dari beberapa dataset. Produk data ini, disebut ***derived products***, bisa dihasilkan dengan beberapa penghitungan matematis atas data numerik mentah (Digital Number).

Algoritma penajaman kontras ini dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

1. ***Perentangan Kotras***, kontras citra dapat dimanipulasi dengan merentang nilai kecerahan pixelnya. Perentangan yang efektif dapat dilakukan dengan memperhatikan bentuk histogramnya. Citra asli yang biasanya mempunyai julat nilai lebih sempit dari 0 – 255, perlu direntang sehingga kualitas citranya menjadi lebih baik. Hasil perentangan ini adalah citra baru dengan kurva histogram yang lebih lebar.
2. ***Ekualisasi Histogram***, secara garis besar, algoritma equalisasi histogramini dapat dibagi menjadi tiga tahap. **Pertama**, dilakukan perhitungan untuk menurunkan histogram citra yang akan dipertajam. **Kedua**, operator kemudian menentukan jumlah klas kecerahan yang baru (misalnya 32). Data nilai kecerahan (*Brightness Value/BV*) seluruh citra nantinya akan didistribusikan kembali ke masing-masing klas tersebut. **Ketiga**, program akan menghitung dan menandai pixel demi pixel, untuk kemudian mengelompokkan mereka, masing-masing dalam jumlah kurang lebih sama, ke tiap klas kecerahan yang tersedia. Setelah itu, dengan sendirinya citra baru segera dihasilkan.

2.9.2. Pemfilteran (*Filtering*)

Pemfilteran adalah suatu cara untuk ektraksi bagian data tertentu dari suatu himpunan data, dengan menghilangkan bagian-bagian data yang tidak diinginkan (Swain dan Davis, 1978 dalam Danoedoro, P, 1996).

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

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

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

2.10. KOREKSI

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

2.10.1. Koreksi Radiometrik Citra Landsat

Koreksi radiometri diperlukan atas dasar dua alasan, yaitu untuk meperbaiki kualitas visual citra dan sekaligus memperbaiki nilai-nilai pixel yang tidak sesuai dengan nilai pantulan atau pancaran spektral objek yang sebenarnya. Koreksi radiometri citra yang ditujukan untuk memperbaiki kualitas visual citra berupa pengisian kembali baris yang kosong karena *drop-out* baris maupun kesalahan awal pelarikan (*scanning start*). Baris atau bagian baris yang bernilai tidak seharusnya dikoreksikan dengan mengambil nilai pixel satu baris di atas dan di bawahnya, kemudian dirata-ratakan (Guidon, 1984, Jensen, 1986, dalam Danoedoro, P, 1996).

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

2.10.2. Koreksi Geometrik Citra Landsat

Citra Landsat mengandung berbagai distorsi geometrik yang harus dikoreksi. Distorsi ini dihasilkan oleh faktor seperti variasi tinggi satelit, ketegakan satelit, dan kecepatannya. Prosedur yang diterapkan pada koreksi geometrik biasanya memperlakukan distorsi ke dalam dua kelompok, yaitu distorsi yang dipandang *sistematik* atau dapat diperkirakan sebelumnya, dan distorsi yang dipandang *acak*, atau tidak dapat diperkirakan sebelumnya (Lillesand dan Kieffer, 1979).

Distorsi sistematik dikoreksi dengan menerapkan rumus yang diturunkan dengan membuat model matematik atas sumber distorsi.

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

koordinat citra (lajur,baris) dan koordinat peta (koordinat UTM atau garis lintang dan bujur, sebagaimana terukur pada suatu peta). Nilai koordinat tersebut kemudian digunakan untuk analisis kuadrat terkecil guna mementukan koefisien bagi dua *persamaan alih ragam* (tranformation equation) yang menghubungkan koordinat geografik dan koordinat citra, yakni sebagai berikut :

$$x = f_1 (X,Y) \quad \text{.....} \quad \text{(II-1)}$$

$$y = f_2 (X,Y) \quad \text{.....} \quad \text{(II-2)}$$

dimana :

(x,y)	=	koordinat citra (lajur, baris)
(X,Y)	=	koordinat peta
f_1, f_2	=	koefisien alih ragam

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

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

Setelah setiap sel pada matrik keluaran diproses dengan cara ini, diperoleh hasil yang berupa matrik yang berdasarkan koordinat medan dan berisi data citra digital yang mempunyai kebenaran geometrik. Dengan kata lain kita mempunyai rangkaian data citra yang geometriknya terkoreksi.

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

Dengan demikian, algoritma koreksi meliputi algoritma relokasi pixel dan sekaligus algoritma interpolasi nilai spektral. Untuk interpolasi nilai spektral dikenal beberapa algoritma (Danoedoro, P, 1996), yaitu :

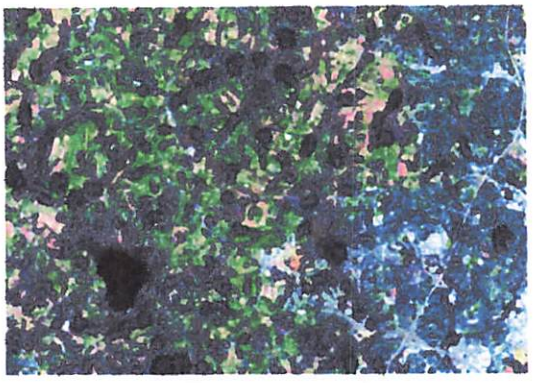
1. ***Nearest Neighbour***, algoritma ini diterapkan dengan hanya mengambil kembali nilai dari pixel terdekat yang telah tergeser ke posisi baru. Keunggulan metode ini perhitungan sederhana dan menghindari pengubahan nilai pixel, tetapi kenampakan pada matrik keluaran dapat digeser secara spasial hingga setengah pixel dan menyebabkan adanya kenampakan yang tidak bersambungan pada hasil citra keluarannya.
2. ***Bilinear Interpolation***, algoritma ini mempertimbangkan keempat nilai pixel yang berdekatan, untuk kemudian di rata-rata secara proposional, sesuai dengan jaraknya terhadap posisi baru. Teknik ini menghasilkan citra dengan wujud yang halus, akan tetapi mengubah nilai digital. Maka

manimbulkan masalah pada pemakai analisis pengenalan pola spektral data citra.

3. ***Cubic Convulution***, algoritma *Cubic Convulution* ini menggunakan prinsip hampir sama dengan prinsip interpolasi pada algoritma *Bilinear Interpolation*, tetapi dengan mempertimbangkan nilai 16 pixel disekitarnya. Metode ini menghindari wujud tidak sambung pada metode *Nearest Neighbour* dan menyebabkan citra agak lebih tajam daripada metode *Bilinier Interpolation.*

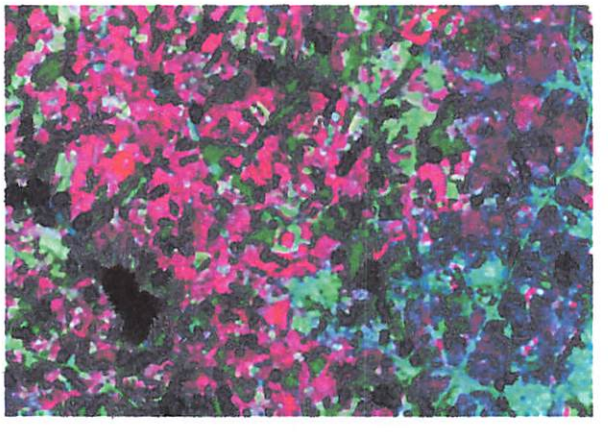
2.11. KOMPOSIT CITRA

Mengamati citra pada layar adalah proses yang paling efektif dalam mengidentifikasi masalah yang ada pada citra, misalnya tutupan awan, kabut, dan kesalahan sensor. Citra bisa ditampilkan oleh sebuah komputer, baik per satu band dalam hitam dan putih maupun dalam kombinasi tiga band, yang disebut komposit warna. Mata manusia hanya bisa membedakan 16 derajat keabuan dalam sebuah citra, tetapi bisa membedakan berjuta juta warna yang berbeda. Oleh karena itu, teknik perbaikan/*enhancement* citra yang paling sering digunakan adalah memberi warna tertentu kepada nilai Digital Number tertentu (atau kisaran dari Digital Number tertentu) sehingga meningkatkan kontras antara nilai Digital Number tertentu dengan pixel di sekelilingnya pada suatu citra. Sebuah citra *true color* adalah citra dimana warna yang diberikan kepada nilai-nilai Digital Number mewakili kisaran spektral sebenarnya dari warna-warna yang digunakan pada citra. Contoh dari sebuah citra true color seperti terlihat pada Gambar 2.14

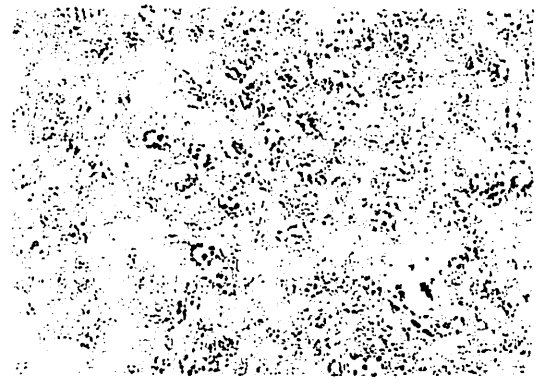


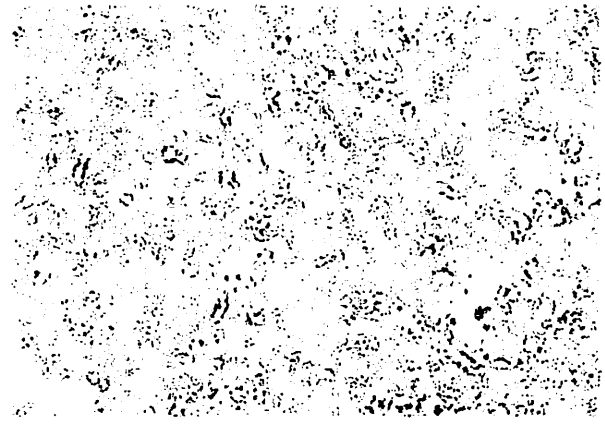
Gambar 2.14
Citra True Color dari Landsat 7

False color adalah teknik dimana warna-warna yang diberikan kepada Digital Number tidak sama dengan kisaran spektral dari warna-warna yang dipilih. Teknik ini memungkinkan kita untuk memberi penekanan pada bentuk-bentuk tertentu yang ingin kita pelajari menggunakan skema pewarnaan tertentu. Pada contoh dari false color di bawah ini yang dibuat dengan komposit 432 dari citra Landsat 7, vegetasi muda, yang memantulkan near IR, terlihat merah terang. Kegiatan pertanian yang terkonsentrasi akan mudah dideteksi dengan adanya warna merah terang.

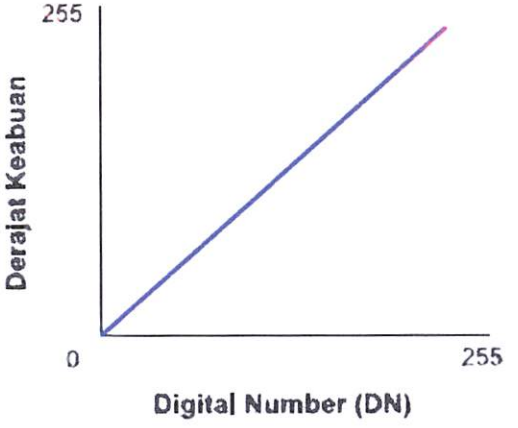


Gambar 2.15
Citra False Color dari Landsat 7





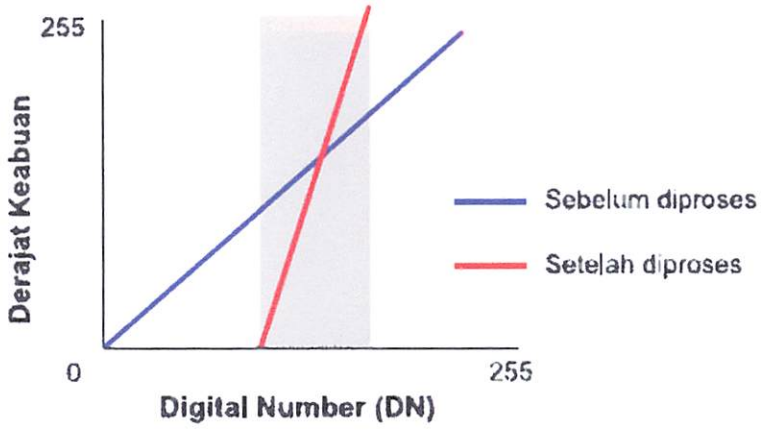
Kalau dibuat plot antara Digital Number dan derajat keabuan untuk setiap pixel, garis yang terbentuk menggambarkan bentuk hubungan antara keduanya. Hubungan linier (seperti contoh Gambar 2.16 di bawah ini) menunjukkan bahwa Digital Number dan juga keabuan tersebar merata dalam kisaran nilai 0-255 pada citra.



Gambar 2.16
Grafik Hubungan linier Derajat Keabuan dengan Nilai Digital

Permasalahan dengan hubungan linier seperti ini adalah bahwa nilai Digital Number dari bentuk-bentuk yang ingin ditonjolkan mungkin terkonsentrasi pada kisaran kecil, sehingga derajat keabuan yang diberikan kepada nilai Digital Number di luar daerah yang ingin ditonjolkan sebenarnya tidak terpakai. Untuk memperbaiki kontras dari bagian citra yang diinginkan bisa memakai kurva perbaikan yang didefinisikan secara matematis. Kurva ini akan menyebarkan ulang nilai derajat keabuan yang paling sering dipakai sehingga menonjolkan kisaran Digital Number tertentu. Pemakaian kurva untuk menonjolkan bentuk tertentu dan juga pemilihan 3 band dari sebuah citra

multispektral untuk dikombinasikan dalam sebuah citra komposit memerlukan pengalaman dan 'trial and error', karena setiap aplikasi perlu menekankan bentuk yang berbeda dalam sebuah citra.



Gambar 2.17
Grafik Hubungan linier Derajat Keabuan dengan Nilai Digital Sebelum dan Setelah Proses Perbaikan

Untuk tujuan Interpretasi visual, pemilihan kanal spektral baik secara tunggal maupun kombinasi perlu dipertimbangkan dan disesuaikan dengan kebutuhan akan penampilan citra.

Citra komposit RGB (*Red Green Blue*) dikombinasikan dengan memilih berbagai kanal sesuai dengan karakteristik yang diperlukan. Menurut Nugroho (1996), untuk interpretasi vegetasi daerah hutan, kombinasi kanal **743** (RGB) merupakan kombinasi terbaik. Menurut Woldai (1995) *False Color Composite* (FCC) dari berbagai kanal efektif untuk interpretasi hidrologi dan penggunaan lahan. Sedangkan menurut Merrithew (1985), kombinasi kanal **234** (RGB) dan **345** (RGB) efektif untuk identifikasi jaringan drainase.

Suatu kesuksesan juga telah dicapai dengan penggunaan RGB **542** FCC, yang diciptakan melalui penajaman citra dari band panchromatic, dan ditingkatkan dengan suatu filter kernel 3x3 dan kontras yang tinggi pada setiap band. Gabungan ini menyoroti lahan yang basah dan gundul sebagai warna biru, seiring peningkatan kandungan kelembapan menunjukkan warna menjadi biru gelap. Tumbuh-Tumbuhan nampak pada warna hijau terang dan lahan kering sebagai warna coklat. Tumbuh-Tumbuhan yang jarang yang mewakili area penanaman padi (Khetland) dengan baik terlihat seperti warna ungu. Lain tumbuh-tumbuhan telah diwakili oleh warna hijau gelap dan tanah gundul oleh warna coklat tua. Area kerikil alluvium telah diwakili oleh suatu warna merah muda. Air nampak biru tua.

2.12. INTERPRETASI CITRA LANDSAT

Ada beberapa prosedur interpretasi visual terhadap suatu citra yang antara lain yaitu (Zee, 1990, dalam Asriningrum, 1999) :

1. Interpretasi sebaiknya dilakukan secara metodik. Disarankan untuk melakukan interpretasi satu topik pada waktu yang sama. Cara ini mengurangi pengenalan objek yang beragam menjadi lebih terfokus sebagai suatu dasar untuk identifikasi. Jika interpretasi harus dilakukan untuk suatu daerah yang luas, dipilih daerah yang mewakili untuk diinterpretasi secara detail.
2. Interpretasi dimulai dari objek secara umum menuju objek yang lebih spesifik. Interpretsi diawali dengan mengamati keseluruhan citra menuju

ke objek yang lebih kecil. Jika tersedia citra dengan berbagai ukuran maka interpretasi dimulai dari ukuran terkecil.

3. Interpretasi dimulai dari objek yang diketahui menuju ke objek yang tidak diketahui. Kenampakan yang tidak diketahui didekati dari objek lain yang terkait yang telah diketahui, kemudian dicoba untuk diklasifikasi dari kelas yang umum menuju ke kelas yang lebih khusus.
4. Analisis terhadap karakteristik citra yang digunakan. Ketika interpretasi dilakukan, seorang interpreter harus memperhatikan karakteristik citranya seperti sifat kanal yang digunakan.

Unsur-Unsur interpretasi visual adalah karakteristik objek yang terdapat pada citra yang digunakan sebagai kunci pengenalan objek (Asriningrum, W, 1999), diantaranya yaitu :

1. ***Rona*** yaitu terang gelapnya citra berdasarkan tingkat keabuan. *Warna* yaitu perbedaan antara warna merah, hijau, biru dan kombinasi ketiganya. Warna citra Landsat dapat ditampilkan dalam warna asli maupun warna semu.
2. ***Bentuk*** yaitu konfigurasi umum suatu objek. Bentang budaya biasanya lebih teratur daripada bentang alamiah, misalnya saluran irigasi lebih teratur daripada bentuk sungai.
3. ***Ukuran*** dapat berupa ukuran luas, panjang, tinggi, kemiringan dan volume. Dengan melihat ukuran dapat ditentukan antara jalan tol dengan jalan di kompleks perumahan.

4. ***Bayangan*** dapat mencerminkan bentuk objek. Bayangan kadang juga dapat membantu dalam analisis geomorfologi untuk memperjelas kenampakan bentuk lahan.
5. ***Tekstur*** merupakan frekuensi perubahan rona/warna pada citra. Tekstur dibedakan menjadi kasar, halus, seragam, tidak seragam, dan sebagainya.
6. ***Pola*** merupakan susunan keruangan suatu objek, pola pemukiman linier di sepanjang sungai atau jalan.
7. ***Lokasi*** yaitu letak suatu objek dan hubungannya dengan daerah sekitarnya.
8. ***Asosiasi.*** Pengenalan objek dapat dilakukan karena adanya objek lain atau asosiasi dapat diartikan sebagai hubungan antar objek.
9. ***Resolusi*** digunakan sebagai ukuran bagi kualitas citra dalam mengenali objek. Resolusi citra Landsat 30 meter berarti objek dengan ukuran kurang dari 30 meter persegi tidak dapat dikenali.

2.13. KLASIFIKASI CITRA LANDSAT

Klasifikasi citra merupakan proses yang berusaha mengelompokkan seluruh *pixel* pada suatu citra ke dalam sejumlah *class* (kelas), sedemikian hingga tiap *class* merepresentasikan suatu entitas dengan properti yang spesifik. (Richard O. Duda dan Peter E. Hart, *Pattern Classification and Scene Analysis*, 1973.)

Prosedur klasifikasi citra secara digital bertujuan untuk melakukan pengkategorian secara otomatis dari semua pixel citra ke dalam kelas penutupan lahan atau suatu tema tertentu. Perbedaan tipe kenampakan menunjukkan perbedaan kombinasi dasar nilai digital (digital number) pixel pada suatu pantulan

(reflekstansi) dan pancaran (emisi) spektral yang dimilikinya. Bentuk "pola" cukup berhubungan dengan ukuran radian yang diperoleh dari setiap pixel berdasarkan jenis saluran atau panjang gelombang yang merekamnya.

Pengenalan **pola spektral** (***spectral pattern recognition***) merupakan prosedur klasifikasi yang menggunakan informasi spektral setiap pixel untuk mengenal kelas-kelas tutupan lahan secara otomatis.

Pengenalan **pola spasial** (***spatial pattern recognition***) meliputi pengkategorian pixel citra dengan basis hubungan spasial antar pixel. Pola spasial dapat dievaluasikan pada skema interpretasi secara otomatis. Klasifikasi spasial mencakup beberapa aspek seperti tekstur citra atau pengulangan rona, bentuk dan ukuran objek, arah, hubungan, serta posisi pixel yang berdekatan. Tipe klasifikasi spasial mudah dideteksi oleh akal manusia dalam proses interpretasi visual, namun merupakan pekerjaan yang rumit bagi komputer karena informasinya sangat kompleks. Sebaliknya, komputer dengan mudah menganalisis pola spektral dalam sejumlah saluran. Oleh karena itu, atribut spasial dapat dikaitkan dengan proses pengenalan spektral, dengan cara membuat asumsi bahwa pixel yang berdekatan akan menjadi satu kelas tutupan lahan yang sama.

Pengenalan **pola temporal** (***temporal pattern recognition***) yaitu menggunakan variasi waktu pada tanggapan spektral yang dapat digunakan untuk identifikasi atau interpretasi kenampakan permukaan bumi. Di dalam survei pertanian dapat diidentifikasi perubahan tanaman selama musim pertumbuhan dengan menggunakan serangkaian citra secara spasial maupun secara analisis spektral. Cara analisisnya dapat dilakukan seperti analisis multispektral, bedanya

pada multitemporal menggunakan serangkaian data dengan waktu perekaman yang berbeda. Analisis multitemporal memerlukan ketelitian registrasi data, yang harus dilakukan pixel demi pixel pada tanggal yang berbeda. Registrasi memerlukan koreksi geometrik secara teliti, walaupun kadang-kadang terjadi pergeseran letak oleh relief, yang membuat pekerjaan menjadi lebih sulit.

Interpretasi otomatis dari **atribut tekstural** lebih sukar karena kekasaran rona (frekuensi spasial) dapat dikuantitaskan dengan melakukan evaluasi terhadap variabilitas nilai pixel yang mengelilinginya. Suatu daerah yang teksturnya kasar (frekuensi spasialnya tinggi) seharusnya menunjukkan nilai varian yang besar, sedangkan daerah yang teksturnya halus (frekuensi spasialnya rendah) seharusnya menunjukkan nilai varian yang rendah. Proses pengukuran tersebut ditambah dengan proses rangkaian prosedur pengenalan pola spektral baku, sehingga terjadi prosedur yang dapat memadukan antara pendekatan spasial dan pendekatan atribut spektral di dalam prosedur klasifikasi yang disebut klasifikasi dengan model hibrida (***hybrid mode***).

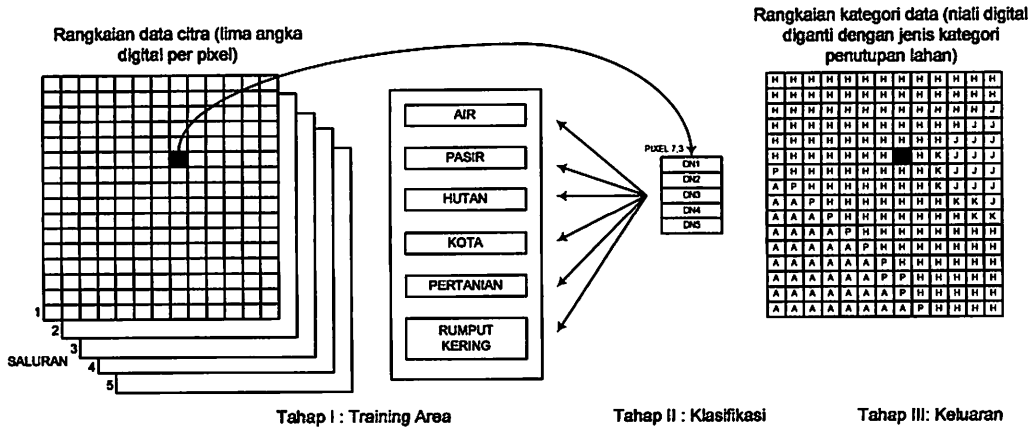
2.13.1. Klasifikasi Terbimbing

Klasifikasi Terbimbing (***Supervised Classification***) adalah proses klasifikasi dengan pemilihan kategori informasi yang diinginkan dan memilih *training area* untuk setiap kategori penutupan lahan yang mewakili sebagai kunci interpretasi. (*Sri Hardiyanti Purwadhi, Interprestasi Citra Digital, 2001*).

Klasifikasi Terbimbing (***Supervised Classification***) menggunakan data Penginderaan Jauh multispektral yang berbasis numerik, maka merupakan proses otomatis dengan bantuan komputer.

Klasifikasi Terbimbing (***Supervised Classification***) didasarkan pada pengenalan pola spektral (***Spectral Pattern Recognition***) yang terdiri atas tiga tahap, antara lain :

1. Tahap ***Training Sample*** : proses menyusun "Kunci Interpretasi", dan mengembangkan secara numerik spektral untuk setiap kenampakan dengan memeriksa batas daerah (*training area*).
2. Tahap ***Klasifikasi*** : setiap pixel pada serangkaian data citra dibandingkan terhadap setiap kategori tutupan lahan yang menjadi "Kunci Interpretasi". Perbandingan tersebut dikerjakan secara numerik dengan menggunakan salah satu strategi klasifikasi (jarak minimum rata-rata kelas, parallelepiped, kemiripan maksimum). Setiap pixel kemudian diberi nama sehingga diperoleh matrik multidimensi untuk menentukan jenis kategori penutupan lahan yang diinterpretasi.
3. Tahap ***Keluaran*** : hasil matrik didelineasi sehingga terbentuk peta penutupan lahan, dan dibuat tabel matrik luas berbagai jenis tutupan lahan pada citra.



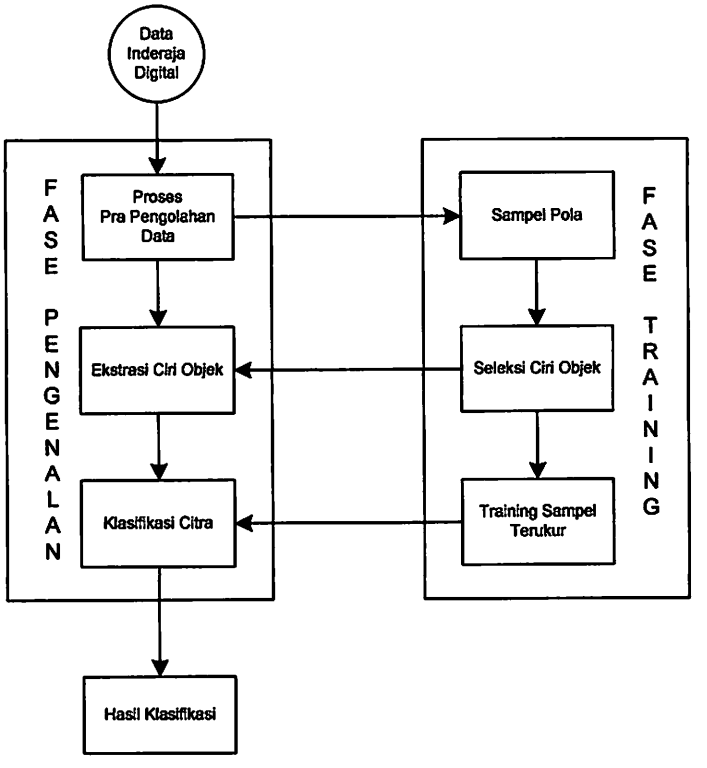
Gambar 2.18
Tahap Klasifikasi Terbimbing

Pengenalan pola dapat dilakukan dengan dua metode yaitu :

1. Metode Statistik

   Pada metode ini terdapat dua fase yaitu ***fase pengenalan*** dan ***fase training***. ***Fase pengenalan*** merupakan pengelompokan suatu pola menurut sifatnya sebagai salah satu kategori objek. Pada ***fase pengenalan*** mencakup proses pra pengolahan yaitu koreksi-koreksi (radiometrik dan geometrik), dilanjutkan proses ekstrasi ciri atau sifat objek yang mana setiap ciri diseleksi sebagai sampel pola pada fase *training*, selanjutnya merupakan proses pengelompokan atau klasifikasi. Validasi pengelompokan dapat diambil dari hasil *training sampel* teruji pada fase *training* sehingga fase *training* mencakup pemilihan (seleksi) ciri sebagai sampel pola dan pengukuran *training* sampelnya sendiri. ***Fase training*** merupakan ekstrasi dari sifat pola pada suatu kategori tertentu dan melakukan pengelompokan kategori tersebut. ***Fase training***

merupakan fase yang sudah mapan karena setiap ciri kategori objek telah diukur. Pengembangan ***fase pengenalan*** dapat dilakukan dengan menggunakan ***fase training***, sehingga ***fase training*** dianggap sebagai fase validasi pada pengembangan sistem **pengenalan pola** (***pattern recognition***).



Gambar 2.19
Model Pengenalan Pola Metode Statistik

2. Metode Matematik

Pengenalan pola (pattern recognition) dengan metode matematik merupakan pengenalan pola spektral (spectral recognition). Gambar 2.19 menunjukkan pengenalan pola secara matematik. Hasil pengukuran nilai digital dari berbagai saluran merupakan komponen vektor pola dari

objek di permukaan bumi. Vektor Pola dapat dianotasikan secara metematis sebagai vektor X yang mempunyai dimensi x_1 sampai x_n, maka cara pengukurannya dapat dilakukan dengan pendekatan sebagai berikut :

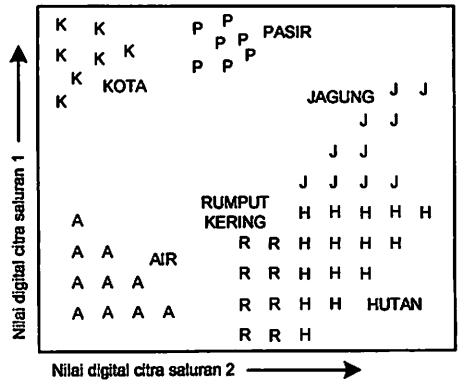
$$X = (x_1\ x_2\ x_3\ .....\ x_n)^T \quad ..... \text{(II.3)}$$

di mana :

X	=	vektor pola.
$x_1, x_2 ... x_n$	=	komponen vektor pola hasil pengukuran, merupakan matrik kolom.
n	=	dimensi vektor pola (jumlah pengukuran saluran spektral).
T	=	subscrib.

Sebagai contoh pengukuran objek lima saluran menghasilkan setiap komponen satu vektor pola dalam lima dimensi yaitu x_1 atau DN_1, x_2 atau DN_2, x_3 atau DN_3, x_4 atau DN_4, x_5 atau DN_5, yang mempunyai nilai digital dari 0 sampai 255. Suatu vektor pola yang mempunyai dimensi n komponen dapat digambarkan dalam satu ruang pola (*pattern space*), yaitu ruang berdiensi n. Gambar 2.20 adalah contoh asumsi pixel pengamatan dari rangkaian data citra digital dua saluran, nilai digital atau vektor yang mencirikan setiap pixel digambarkan dalam ruang pola secara grafik yang biasa disebut dengan diagram pencar (scatter diagram). Nilai digital citra saluran 1 digambarkan pada sumbu y dan saluran 2 pada sumbu x. Dua nilai

digital tersebut menempatkan masing-masing nilai digital setiap pixel di dalam grafik ruang pengukuran (measurement space). Pixel yang tidak dapat diidentifikasi jenis tutupan lahannya akan dikelaskan ke dalam kelas sekitarnya yang sesuai.

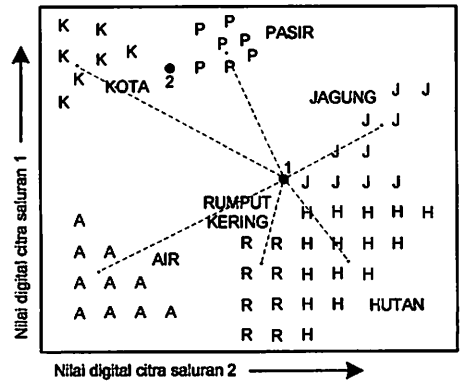


Gambar 2.20
Pengamatan Pixel Dari Seleksi Ciri Objek Pada Diagram Pencar

2.13.1.1. Jarak Minimum Rata-rata Kelas (Minimum Distance)

Klasifikasi berdasarkan jarak minimum rata-rata kelas merupakan klasifikasi terbimbing yang menggunakan strategi paling sederhana, yaitu dengan cara menentukan nilai rata-rata kelas yang disebut vektor rata-rata (mean vector). Nilai pixel dua saluran digunakan sebagai koordinat posisi seperti yang ditunjukkan pada diagram pencar dari citra saluran 1 dan citra saluran 2 (Gambar 2.21). Pixel tak dikenal diberi tanda titik 1 dan titik 2. Titik 1 mempunyai jarak terhadap rata-rata nilai pixel penutupan lahan (digambarkan dengan garis putus-putus). Jarak terpendek (jarak minimum) titik 1 ternyata terhadap nilai rata-rata pixel "rumput kering", maka titik 1 dapat dikelompokkan ke dalam kelas "rumput kering". Namun apabila jarak terpendek tersebut melebihi dari jarak yang telah

ditetapkan sebelumnya maka akan dikelompokkan ke dalam kelas pixel "tak dikenal". Metode jarak minimum rata-rata kelas memiliki keterbatasan karena metode ini kurang peka terhadap perbedaan varian tanggapan spektral. Sebagai contoh titik 2 menurut berdasarkan metode jarak minimum rata-rata kelas masuk ke dalam kelas "pasir" padahal menurut kenyataan variabelitas nilai pixel lebih besar masuk ke dalam kelas "kota".



Gambar 2.21
Strategi Jarak Minimum Rata-rata Kelas

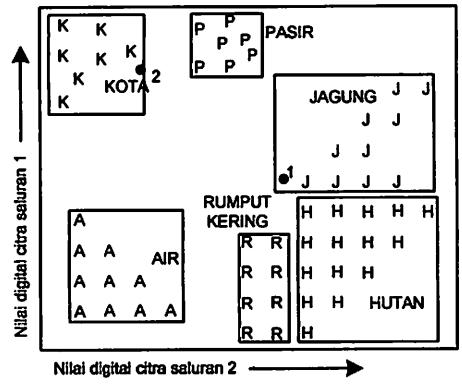
2.13.1.2. Strategi "Parallelepiped"

Strategi Parallelepiped merupakan klasifikasi terbimbing yang dapat memberikan kepekaan terhadap varian kategori, yaitu dengan memperhitungkan kisaran nilai digital dari masing-masing rangkaian kategori nilai digital pixel "training" sampel. Kisaran nilai digital dari dua saluran dapat ditentukan dengan nilai digital tertinggi (Digital Number Max) dan nilai digital terendah (Digital Number Min) pada setiap saluran. Kisaran nilai digital dari dua saluran dapat digambarkan dalam bentuk empat persegi panjang pada diagram pencarnya (Gambar 2.22). Suatu pixel tak dikenal dapat dikelaskan pada kisaran kategori kelas tutupan lahan sesuai dengan

wilayah ketetapan (*decision region*) di mana letak atau posisi pixel "tak dikenal" tersebut berada. Apabila letak pixel berada di luar kisaran nilai digital semua jenis tutupan lahan maka pixel tersebut akan dikelaskan ke dalam pixel "tak dikenal". Bentuk analog multidimensi bidang persegi empat ini disebut "parallelepiped".

Pada Gambar 2.22 , wilayah ketetapan untuk kategori "pasir" lebih besar dari pada "kota". Oleh karena itu titik 2 akan lebih cocok masuk pada kelas "kota". Meskipun demikian akan dijumpai kesulitan apabila kisaran kategori pixel (kotak persegi panjang) saling bertampalan (overlay). Bagi pengamatan pixel "tak dikenal" akan diklasifikasikan pada kelas yang "belum jelas", atau secara bebas akan ditempatkan pada salah satu kelas dari kategori pixel yang bertampalan.

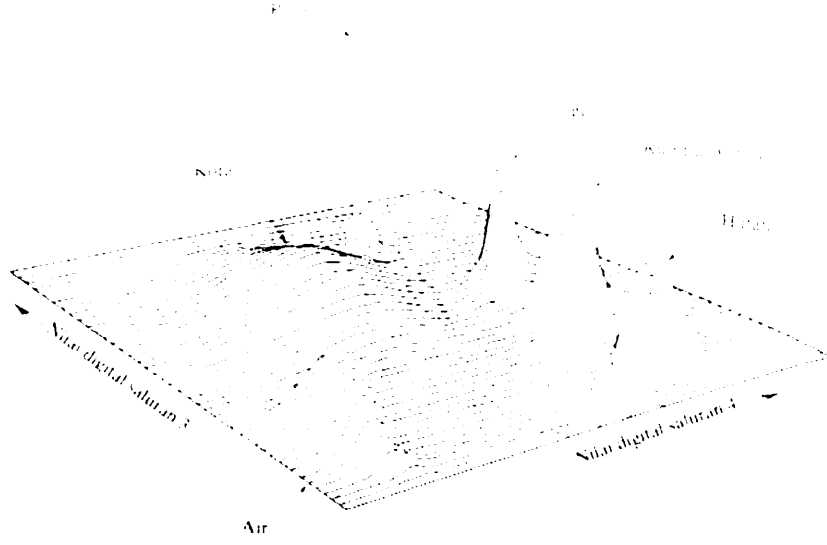
Contoh yang lain seperti pada Gambar 2.22, titik 1 yang pada metode jarak minimum dikelaskan dalam "rumput kering" ternyata variabel kepekaannya bukan "rumput kering" melainkan "jagung", maka pada strategi *parallelepiped* titik 1 tersebut masuk ke dalam kelas "jagung".



Gambar 2.22
Strategi Parallelepiped

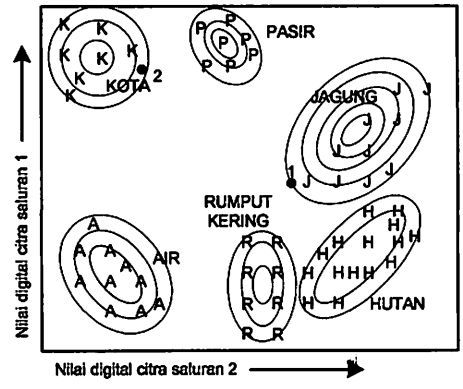
2.13.1.3. Fungsi Normal "Gauss" Kemiripan Maksimum

Klasifikasi berdasarkan kemiripan maksimum (maximum likelihood) merupakan strategi klasifikasi terbimbing dengan cara mengevaluasi kuantitatif varian maupun korelasi pola tanggapan spektral pada saat mengklasifikasikan pixel yang tidak dikenal. Pengkelasan ini menggunakan training sampel yang bersifat sebaran normal (distribusi normal), yaitu semua sebaran (distribusi) pola tanggapan spektral tutupan lahan dianggap sebagai vektor rata-rata dan kovarian matrik, sehingga kebolehjadian (probabilitas) statistiknya berupa kurva normal (Gaussian). Gambar 2.23 menunjukkan nilai probabilitas dalam grafik tiga dimensi terhadap diagram pencar. Sumbu tegak berkaitan dengan probabilitas suatu pixel dalam satu kelompok kelas. Permukaan berbentuk gunung-gunung yang dihasilkan dari fungsi probabilitas nilai densitas (*probability density function value*).



Gambar 2.23
Fungsi Probabilitas Nilai Densitas Berdasarkan Kemiripan Maksimum

Pola dasar klasifikasi kemiripan maksimum terutama pada pembuatan batas "garis tinggi probabilitas nilai densitas pixel sama" yang digambarkan dalam bentuk *ellipsoidal* pada diagram pencarnya, menunjukkan daerah atau wilayah ketetapan kepekaan spektral pixel. Pada Gambar 2.24, pixel titik 1 secara tepat dapat ditetapkan pada kategori "jagung" karena masuk dalam garis kontur yang menunjukkan probabilitas kesamaan kepekaan untuk nilai digital penutupan lahan "jagung".



Gambar 2.24
Kontur Probabilitas Nilai Densitas Pixel

Klasifikasi menggunakan kemiripan maksimum menyangkut beberapa dimensi, maka pengelompokan objek dilakukan pada objek yang mempunyai nilai pixel sama dan identik pada citra. Pengelompokan setiap kategori harus memenuhi distribusi normal "*Gauss*" di mana setiap kelas mempunyai satu karekteristik, yaitu harga rata-rata (*mean*) intensitas pixel yang diketahui. Distribusi normal digunakan untuk mengukur dimensi setiap pixel, dan dapat dilakukan dengan pendekatan sebagai berikut :

$$P\,(X/Wi) = \frac{1}{(2\P)^{n/2}\left|E_i\right|^{1/2}} \exp\left[-1/2\,(X-Ui)^T\, E_i^{-1}\,(X-Ui)\right] \quad \text{..... (II.4)}$$

di mana :

$P\,(X/Wi)$ = probabilitas vektor data X menjadi kelasi i

X = vektor data yang akan diklasifikasikan

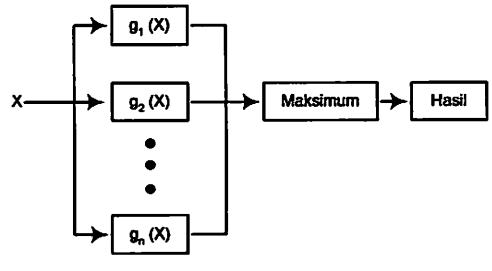
Ui = rata-rata (*mean*) vektor untuk kelas i

E_i^{-1} = inversa dari matrik E_i

π = 22 / 7

Klasifikasi dengan pendekatan tersebut, maka semua vektor dapat dikelompokkan ke dalam kelas yang sesuai dengan aturan klasifikasi.

Cara pelaksanaan untuk pengelompokan beberapa pixel yang harga rata-rata (mean) intensitasnya sudah diketahui dapat digambarkan pada Gambar 2.25. Pola klasifikasi berdasarkan fungsi deskriminan yang menggambarkan semua vektor data yang akan diklasifikasikan disimbolkan sebagai vektor X, dengan anggota g_1 sampai g_i yang akan dikelompokkan ke dalam kelas i. Pengkelasan berdasarkan fungsi deskriminan dapat dijelaskan pada Gambar 2.25.



Gambar 2.25
Pengkelasan Berdasarkan Fungsi Deskriminan

Keterangan Gambar 2.25 :

X = Vektor data yang akan diklasifikasikan

g_1 = anggota kelas 1

g_2 = anggota kelas 2

g_n = anggota kelas n

Aturan klasifikasi berdasarkan fungsi deskriminan agar semua vektor X dapat dikelompokkan ke dalam kelas yang sesuai, yaitu apabila semua vektor data menjadi anggota kelas i dan memenuhi g_i (X) di mana i = 1,2,3 .....n. sedangkan g_i (X) adalah fungsi deskriminan yang ditentukan oleh *training sample* kelas i. Apabila sebuah vektor data X akan diuji (*test*), maka masukkan harga X ke dalam g_1 (X), g_2 (X), dan seterusnya sampai pada g_n (X). X akan dikelompokkan ke dalam kelas g(X) yang mempunyai harga terbesar (*maksimum*). Misalkan g(X) terbesar adalah g_2(X), maka vektor data X akan dikelompokkan ke kelas g_2(X), sedangkan kelas lain yang tidak dapat dikelompokkan akan dimasukkan ke dalam kelas tersendiri yang diberi nama "*null class*" atau kelas nol.

Fungsi probabilitas nilai densitas digunakan untuk mengklasifikasikan suatu pixel "*tak dikenal*" dengan menghitung kemungkinan masuknya nilai digital pixel pada suatu kategori kelas. Komputer akan menghitung probabilitas nilai pixel yang terdapat pada distribusi kelas tutupan lahan, yaitu menghitung nilai digital pixel yang terdapat pada distribusi kelas "jagung", kemudian kelas "pasir", dan seterusnya. Setelah mengevaluasi pada setiap kategori maka selanjutnya

akan melakukan pengelompokan terhadap pixel "tak dikenal". Nilai pixel tersebut biasanya terletak di bawah nilai ambang, sedangkan nilai ambang ditentukan oleh analisa seperti pada proses penajaman.

Secara umum pengkelasan kemiripan maksimum (maximum likelihood) diperlukan perhitungan yang banyak dan agak rumit. Kerumitan ini menyebabkan proses klasifikasi menjadi lebih lambat, yaitu disebabkan lamanya penggunaan komputer/*CPU time* lebih besar dibandingkan dengan menggunakan strategi lain yang lebih sederhana. Hingga saat ini strategi kemiripan maksimum lebih sering digunakan karena hasil klasifikasinya lebih teliti dibandingkan dengan menggunakan strategi yang lain. Semakin banyak saluran (*band*) yang digunakan dalam strategi kemiripan maksimum maka akan menghasilkan klasifikasi yang lebih baik.

2.13.1.4. Tahap Latihan

Tahap *training sample* merupakan analisa menyusun "kunci interpretasi" dan mengembangkan secara numerik spektral untuk setiap kenampakan dengan memeriksa *batas daerah* atau *training areas* (*Sri Hardiyanti Purwadhi, Interpretasi Citra Digital, 2001*). Kunci interpretasi yang dimaksud adalah mempelajari, mengenal, dan mengukur pola tanggapan spektral bagi setiap kategori tutupan lahan sebelum dilakukan klasifikasi terbimbing (supervised classification).

Pengukuran nilai digital pola tanggapan spektral yang terdapat di dalam *training area* dapat dibuat dengan beberapa cara, yaitu dengan pengukuran langsung di lapangan atau pengukuran di laboratorium

Penginderaan Jauh dengan menggunakan serangkaian citra sebagai referensi. Proses pemilihan *training area* yang representatif (contoh yang seragam) bagi setiap kategori tutupan lahan merupakan informasi atau pedoman dalam melakukan klasifikasi. Pemilihan *training area* dilakukan dengan menggunakan data rujukan peta topografi, foto udara skala besar, atau pengamatan langsung ke lapangan. Pembuatan batas *training area* dilakukan dengan membuat suatu *poligon* (batasan area tertutup) pada suatu lokasi yang dianggap mewakili dari suatu jenis tutupan lahan.

Setelah membuat *training area*, maka selanjutnya melakukan pembacaan nilai digital untuk setiap pixel yang terdapat di dalam *training area*. Nilai digital untuk setiap pixel yang terdapat di dalam *training area* tersebut digunakan untuk menetapkan pola tanggapan spektral sebagai kategori tutupan lahan.

Jumlah lokasi *training area* untuk setiap jenis tutupan lahan paling sedikit n + 1 (n = jumlah saluran). Sebagai contoh apabila menggunakan dua saluran maka diperlukan minimal tiga lokasi pengamatan untuk setiap jenis tutupan lahan. Jumlah pixel yang terdapat pada *training area* minimum 10n untuk citra resolusi tinggi atau skala besar seperti foto udara, sampai 100n pixel untuk citra satelit. Jadi jumlah pixel yang terdapat di dalam *training sample* pada citra satelit Landsat TM jika menggunakan klasifikasi multispektral (multisaluran = 6 saluran) dengan menggunakan strategi kemiripan maksimum (maximum likelihood) adalah sebesar 100 x (6 saluran) = 600 pixel. *Training sampel* diambil secara menyebar pada citra

sehingga diperoleh besaran statistik untuk melakukan evaluasi varian dan korelasi nilai spektral secara baik. Sebagai contoh lebih baik menentukan pola *training sampel* bagi satu kelas dengan menganalisis 10 lokasi masing-masing 60 pixel dari pada menganalisis satu lokasi yang berisi 600 pixel.

Identifikasi *training sample* dilakukan berdasarkan ciri spektral atau nilai tingkat keabuan serta berdasarkan pada tekstur, pola, asosiasi objek.

2.13.2. Klasifikasi Tak Terbimbing

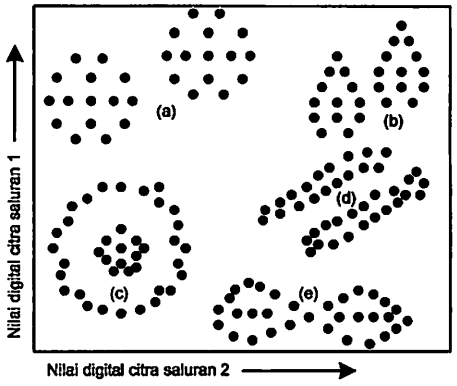
Salah satu alternatif bagi pendekatan klasifikasi data Penginderaan Jauh dapat dilakukan dengan cara *klasifikasi tak terbimbing* (***unsupervised classification***). *Klasifikasi tak terbimbing* adalah proses klasifikasi dengan menggunakan algoritma untuk mengkaji atau menganalisis sejumlah besar pixel yang tak dikenal dan membaginya dalam sejumlah kelas berdasarkan pengelompokkan nilai digital citra (*Sri Hardiyanti Purwadhi, Interpretasi Citra Digital, 2001*). Anggapan dasarnya ialah bahwa nilai di dalam suatu jenis tutupan lahan tertentu seharusnya saling berdekatan pada ruang pengukuran, sedangkan data pada kelas yang berbeda harus dapat dipisahkan dengan baik secara komparatif.

Kelas yang dihasilkan dari *klasifikasi tak terbimbing* adalah kelas spektral. Oleh karena itu, pengelompokkan 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 citra skala besar untuk menentukan identitas dan nilai informasi setiap kelas spektral.

Data citra yang lebih dari satu saluran sulit untuk menggambarkan nilai citra untuk identifikasi secara visual dan untuk mengelompokkan spektral secara natural. Oleh karena itu, tersedia teknik statistik yang dapat digunakan untuk pengelompokkan secara otomatis rangkaian n dimensional hasil pengamatan ke kelas spektral natural.

Klasifikasi tak terbimbing (***Unsupervised Classification***) dilakukan dalam rangkaian n dimensional dengan cara pengelompokan objek menurut sifat spektral naturalnya yang sama, prosedur ini disebut *Analisis Kelompok* (***Cluster Analysis***). Bentuk analisis kelompok dengan pendekatan rata-rata kelompok (K-*mean*) yang harus ditempatkan pada data, dam diolah oleh komputer secara bebas.

Analisis Cluster adalah suatu bentuk pengenalan pola yang berkaitan dengan pembelajaran secara *unsupervised*, dimana jumlah pola kelas tidak diketahui. (*James J. Simpson, 2000*). *Analisis Cluster* merupakan studi yang mempelajari algoritma yang mencari bentuk struktur data yang sesuai. *Algoritma Clustering* merupakan penyusunan matrik pola (pattern matrix) atau menyusun matrik keserupaan (***dissimilarity matrix***) dalam proses penentuan cluster. Bentuk pengelompokkan cluster dapat digambarkan secara grafis seperti diagram pencar pada Gambar 2.26.

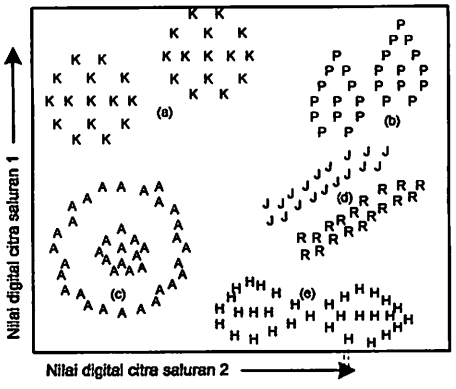


Gambar 2.26
Contoh Bentuk Pola Cluster

Penyelesaian klasifikasi cluster akan dapat berhasil dengan baik apabila dilakukan setiap kriteria, karena kriteria yang berlainan apabila dilakukan dengan algoritma yang sama akan menghasilkan bias (kesalahan) yang tidak kecil. Penyelesaian algoritma dapat dilakukan dengan pendekatan perbedaan bentuk cluster. Pada Gambar 2.27, bentuk pengelompokkan cluster dari (a) hingga (d) mempunyai pola yang tidak sama, maka cara proses juga berbeda. Proses clustering diharapkan dapat dilakukan secara otomatis, maka untuk pola cluster (a) dapat digunakan algoritma jarak minimum rata-rata, cluster (b) lebih sesuai menggunakan partisi atau parallelepiped, cluster (c) menggunakan proses translasi atau rotasi, cluster (d) menggunakan proses parallelepiped bertingkat, sedangkan cluster (e) sangat alamiah mungkin dapat dilakukan rotasi atau dapat juga dengan translasi baru dilakukan partisi. Biasanya perlu ditempuh clustering dengan menggunakan beberapa metode, dan melakukan validasi terhadap perolehan datanya. Misalnya metode jarak minimum rata-rata, setelah dilakukan

evaluasi terhadap subscene data yang lebih kecil baru akan mendapatkan ketelitian yang lebih akurat. Sub bagian (***Subscene***) merupakan pembagian data atau partisi, sehingga proses pengelompokkan pola spektral dalam *klasifikasi tak terbimbing* (***unsupervised classification***) dapat lebih bagus, dan dapat menjamin bahwa semua kenampakan pada seluruh citra dapat dilakukan dengan menggunakan kelas pada sub bagian tersebut.

Penerapan *analisis kelompok* (***cluster analysis***) dilakukan secara sederhana berupa identifikasi kelas spektral yang berbeda di dalam data citra. Setelah data dikelompokkan, maka analisis harus menggunakan data rujukan seperti peta atau citra lain yang cocok dengan kelas spektral jenis tutupan lahan yang dianalisis.



Gambar 2.27
Kelas Spektral pada Data Citra Dua Saluran

Gambar 2.27 menunjukkan pendekatan *tak terbimbing* (***unsupervised***) dengan memperhatikan serangkaian data citra dua saluran. Pengelompokkan data secara grafis dapat digambarkan sebagai *diagram*

pencar (***scattered diagram***) seperti yang telah digambarkan pada bentuk pola cluster-nya.

Tabel 2.2 beberapa kelas spektral pada tutupan lahan hutan. (*Lellisand dan Kiefer, 1994*).

Kelas Spektral	Hasil Identifikasi	Kesesuaian Kategori Informasi yang Diinginkan
Kemungkinan Hasil 1		
1	Air →	Air
2	Pohon daun jarum →	Pohon daun jarum
3	Pohon gugur daun musiman →	Pohon gugur daun musiman
4	Semak Belukar →	Semak Belukar
Kemungkinan Hasil 2		
1	Air keruh →	Air
2	Air jernih →	
3	Pohon daun jarum daerah sinar →	Pohon daun jarum
4	Pohon daun jarum daerah bayangan →	
5	Pohon gugur daun musiman daerah tinggi →	Pohon gugur daun musiman
6	Pohon gugur daun musiman daerah rendah →	
7	Semak belukar →	Semak belukar
Kemungkinan Hasil 3		
1	Air keruh →	Air
2	Air jernih →	
3	Campuran pohon daun jarum dan pohon gugur daun musiman →	Pohon daun jarum
4	Pohon gugur daun musiman →	Pohon gugur daun musiman
5	Pohon gugur daun musiman / Semak belukar →	Semak belukar

Tiga kemungkinan yang merupakan hasil keluaran, di mana pada **kemungkinan pertama** kelas spektal berasosiasi secara khas dengan satu jenis kenampakan. **Kemungkinan kedua**, beberapa kelas spektral dapat diidentifikasi terhadap setiap kategori informasi yang diinginkan pengguna.

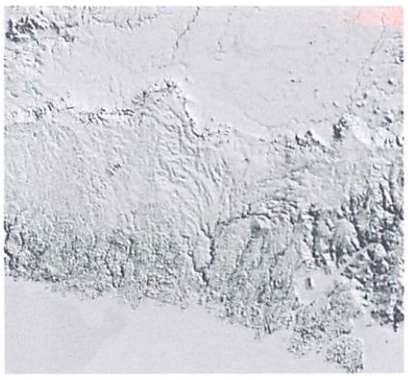
Sub kelas dapat dimanfaatkan untuk kategori kelas spektral yang lebih kecil. **Kemungkinan ketiga** biasanya lebih sulit karena dijumpai beberapa kelas spektral yang tercampur (terasosiasi), namun berkaitan dengan satu jenis kategori informasi misalnya pada kelas 4.

2.14. DIGITAL ELEVATION MODEL (DEM)

Digital Elevation Model (DEM), merupakan kumpulan titik elevasi dalam system koordinat pemetaan tiga dimensi (3D) yang mewakili karakteristik bentuk relief permukaan bumi sebenarnya, kemudian direkonstruksi secara matematis untuk disajikan menjadi gambaran model relief rupabumi yang dikehendaki (Burrough, 1988). Gambaran tersebut, dapat berupa kumpulan garis kontur, bayangan relief/bukit (*hill shade*), pandangan perspektif 3D.

Data DEM 3D pola titik kontur dan pola titik elevasi acak keperluan pemetaan digital dapat dikumpulkan melalui proses digitasi 2D peta rupabumi *cetakan* (***hardcopy***) skala 1:50.000 menggunakan teknik digitasi CAD (**Computer Aided Design**), (Sukmayadi, 1995). Unsur rupabumi yang didigasi secara 2D (X,Y, Atribut) terdiri dari pola garis (titik) kontur pada setiap interval 25 m, garis batas tepi pantai dan danau, serta titik elevasi. Guna melengkapi data peta rupabumi digital dan pemeriksaan kualitas data DEM 3D, pada saat yang sama unsur rupabumi jenis 2D lainnya seperti alur sungai, jaringan transportasi utama, dan garis batas pada penggunaan lahan, di digitasi secara 2D. Setelah melalui perbaikan kualitas data digital, dan konversi data dari jenis 2D ke 3D,

diperoleh peta digital model data vector 3D (X,Y,H) dan 2D (X,Y), (Sukmayadi, 1996).



Gambar 2.28
Hillshade Data Raster DEM 3D

Gambar 2.29
Perspective View Data Raster

Untuk pemeriksaan konsistensi bentuk permukaan relief rupabumi, dapat digunakan teknik *hill shading* dan *3D perspective view*, atau dengan cara meng*overlay*kan data peta kontur hasil digitasi peta pada sksla 1: 50.000. Bila ditemukan permukaan tidak konsisten, maka perlu diperbaiki yaitu dengan cara memberikan kumpulan titik elevasi buatan pola sebaran acak atau pola grid. Hal

seperti ini sering ditemukan terutama pada daerah-daerah datar, permukaan danau/laut.

Proses pembentukan data raster DEM 3D ini dapat dilakukan melalui perangkat lunak AutoCAD untuk pengumpulan data CAD 2D/3D peta digital, dan perangkat lunak Microlmages TNT mips 5.7, GEOIMAGE 2.0 atau ERDAS Imagine 8.3, ER Mapper, PCI/EASI untuk pembentukan data raster DEM 3D. Sedangkan sumber data yang dipakai dapat berupa peta rupabumi Indonesia skala 1 : 50.000 atau peta skala 1:50.00 dalam bentuk cetakan, kemudian didigitasi secara manual.

2.15. AUTOCAD MAP 2004

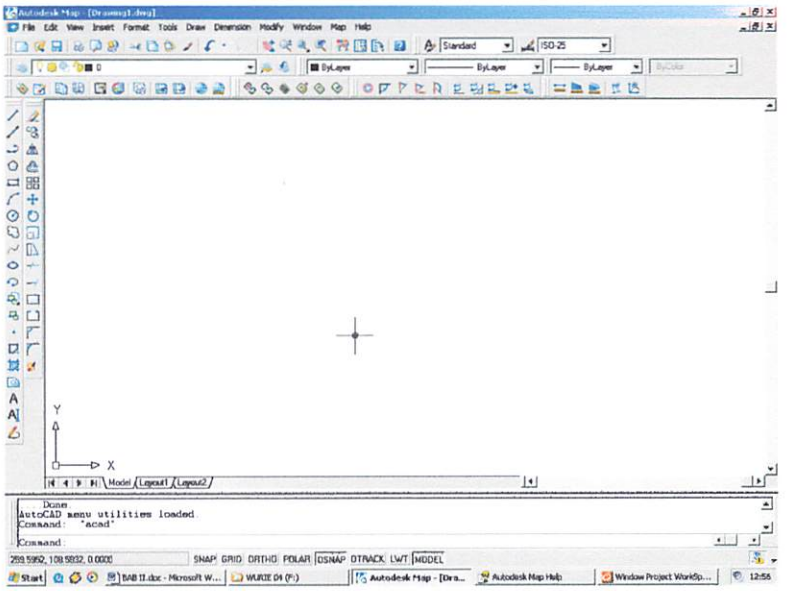
AutoCAD Map 2004 adalah solusi utama untuk menciptakan, memelihara, meneliti, dan memproduksi peta di dalam suatu lingkup CAD. AutoCAD Map 2004 berisi kemampuan perangkat lunak AutoCAD serta tambahan seperti halnya manajemen data spatial yang dapat mengakses beberapa gambar sekaligus.

Fungsi AutoCAD Map yang dapat dimanfaatkan dalam penelitian ini antara lain :

- Menentukan sistem koordinat peta
- Memanggil data grafis dari berbagai sumber data (multifile)
- Menggunakan Query
- Digitasi peta
- Editing Objek
- Mengkoreksi kesalahan grafis yang terdapat pada peta

- Export data
- Menyimpan data.

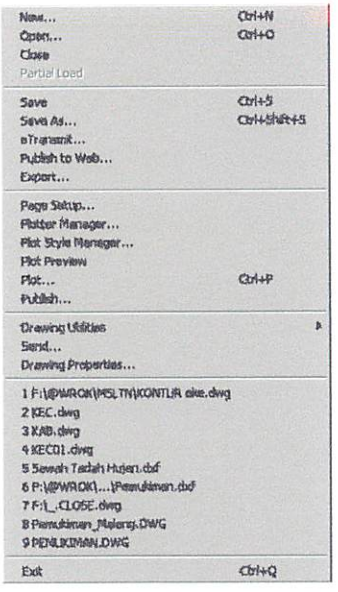
Secara umum tampilan AutoCAD Map dapat dilihat pada Gambar 2.30 dibawah ini.



Gambar 2.30
Tampilan AutoCAD Map 2004

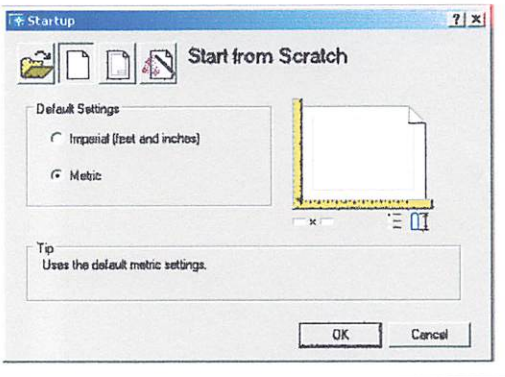
2.15.1. Menu File

Adapun bentuk dari menu **File** di AutoCAD Map seperti terlihat pada Gambar 2.31 di bawah ini.



Gambar 2.31
Menu **File** pada AutoCAD Map 2004

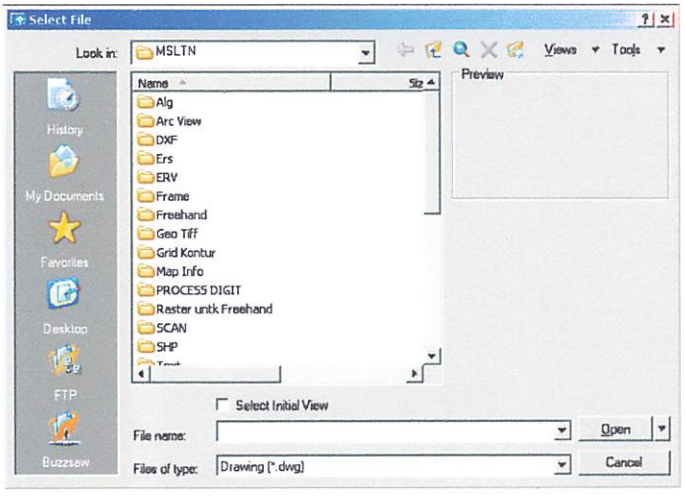
- **New** : membuat file gambar baru. Pada saat memulai AutoCAD MAP dengan menekan mengklik New, maka akan dihadapkan dengan kotak dialog **Startup**.



Gambar 2.32
Kotak Dialog **Startup** pada AutoCAD Map 2004

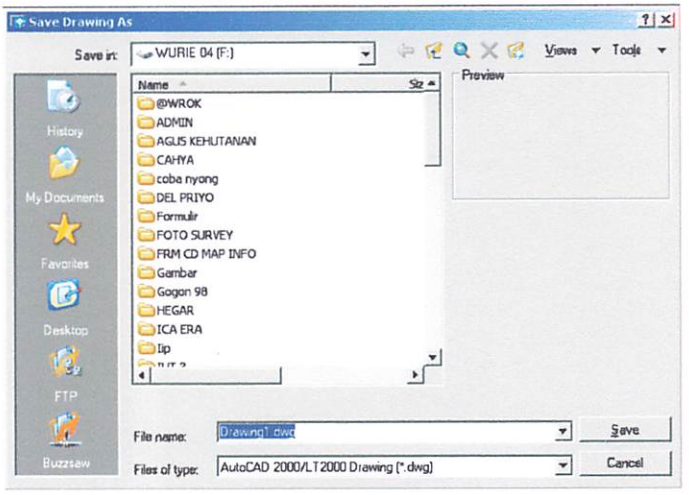
- **Open** : membuka file-file gambar yang telah ada. Jika menekan perintah Open maka tampil kotak dialog **Select File**. File-file gambar yang dapat dibuka berekstensi *.dwg, *dxf dan *dwt. Pada kotak dialog Open terdapat pilihan **Partial open**, yaitu perintah untuk membuka atau

menampilkan bagian-bagian sebuah gambar baik yang berupa geometri ataupun gabungan dari beberapa file gambar (layers). Membuka file-file gambar dengan menggunakan open partial ini hanya dapat dilakukan dengan menggunakan AutoCAD MAP.



Gambar 2.33
Kotak Dialog **Select File** pada AutoCAD Map 2004

- **Close** : menutup file-file gambar.
- **Partial open** : perintah untuk membuka gambar geometri tambahan pada sebuah file gambar yang dibuka.
- **Save** : menyimpan dengan cepat sebuah file gambar.
- **Save as** : menyimpan file gambar tidak bernama (unname) dengan sebuah nama atau mengganti nama file pada file yang sedang dibuka.



Gambar 2.34
Kotak Dialog **Save Drawing As** pada AutoCAD Map 2004

- **Export** : menyimpan objek gambar ke format gambar yang lain.
- **Page set up** : menampilkan kotak pengaturan lembar gambar.
- **Plotter manager** : menyediakan atau menambah jenis plotter yang akan digunakan dan mengedit konfigurasi plotter.
- **Plot style manager** : menyediakan bagaimana akses gaya tabel wizard untuk plot tambahan.
- **Plot preview** : memperlihatkan bagaimana gambar akan terlihat saat dicetak atau di-plotter.
- **Plot** : memplotkan sebuah gambar pada alat plotting atau file.
- **Send** : mem-fax atau meng-email sebuah file gambar.
- **Drawing properties** : mengatur dan menampilkan properti dari gambar yang sedang dibuka.
- **Drawing histories** : daftar file-file gambar yang baru saja dibuka, dengan memillh salah satu dari file-file tersebut maka akan dengan cepat membuka file tersebut.

- **Exit** : menghentikan aplikasi AutoCAD MAP; ditandai dengan perintah menyimpan dokumen.

2.15.2. Menu Edit

- **Undo** : perintah untuk mengulang operasi yang dilakukan terakhir.
- **Redo** : perintah untuk mengulang perintah sebelum perintah Undo.
- **Cut** : mengkopi suatu objek ke clipboard dan menghapus objek-objek dari lembar gambar.
- **Copy** : mengkopi sebuah objek ke dalam clipboard.
- **Copy with base point** : mengkopi objek ke dalam clipboard berdasarkan titik ikat.
- **Copy link** : mengkopi tampilan yang sedang dibuka ke dalam clipboard untuk di-link-kan ke dalam aplikasi OLE lain.
- **Paste** : menyisipkan data dari clipboard.
- **Paste as block** : menyisipkan objek dari clipboard ke dalam sebuah blok.
- **Paste as hyperlink** : menyisipkan sebuah hyperlink ke dalam objek yang diinginkan.
- **Paste to original coordinat** : menyisipkan sebuah objek dengan titik koordinat objek asal.
- **Paste special** : menyisipkan data dari clipboard dari mengatur format datanya.
- **Clear** : memindahkan objek dari sebuah gambar.

- **OLE links** : meng-update, mengganti dan menunda OLE Link yang ada.
- **Find** : untuk mencari mengganti dan menyeleksi atau mengubah sebuah teks yang diinginkan.

2.15.3. Menu View

- **Redraw** : menampilkan ulang dari semua tampilan yang telah dilakukan.
- **Regen** : memperbanyak gambar dan menampilkan ulang langkah-langkah tampilan yang digunakan.
- **Regen all** : memperbanyak gambar-gambar dan mengulang tampilan-tampilan.
- **Aerial view** : membuka pandangan aerial window.
- **Zoom** : untuk mengurangi atau menambah perubahan luasan pandang daerah gambar.

Beberapa zoom yang dapat ditemui pada AutoCAD MAP, yaitu :

- **Zoom realtime** : mengubah pandangan gambar dengan menggunakan peralatan digitasi, mengubah ukuran pandang gambar secara interaktif pada ukuran yang logis.
- **Previous** : mengubah ukuran pandang gambar ke ukuran pandang sebelumnya. Window mengubah ukuran pandang gambar guna menampilkan daerah yang spesifik dengan menggunakan kotak Device window.
- **Dynamic** : mengubah ukuran pandang gambar untuk memperlihatkan bagian gambar yang diregenerasi.

- **Scale** : mengubah ukuran pandang gambar dengan faktor skala yang spesifik.
- **Center** : memperlihatkan window dengan menggunakan titik point dan lebar titik pusat yang spesifik.
- **In** : menambah ukuran objek dengan current viewport.
- **Out** : mengurangi ukuran objek pada current viewport.
- **All** : mengubah ukuran pandang gambar untuk memperlihatkan bagian gambar yang masuk pada current viewport.
- **Extents** : mengubah ukuran pandang gambar guna memperlihatkan gambar sebenarnya.
- **Pan** : mengubah bentuk kursor arrow menjadi bentuk tangan. Ada beberapa macam pan, yaitu:
- **Real Time** : menggerakkan gambar yang sedang tampil ke dalam current viewport.
- **Point** : menggerakkan tampilan gambar pada jarak tertentu.
- **Left** : menggerakkan gambar ke sebelah kiri.
- **Right** : memindahkan gambar ke sebelah kanan.
- **Up** : memindahkan gambar ke atas.
- **Down** : memindahkan gambar ke bawah.

2.15.4. Menu Format

- **Layer** : memanajemen beberapa layer dan properti layer.
- **Color** : mengatur pergantian warna untuk objek gambar yang baru.

- **Linetype** : membuat, menampilkan dan mengatur jenis-jenis garis yang diinginkan.
- **Lineweight** : mengatur ketebalan garis yang dipakai, menampilkan opsi ketebalan garis dan unit-unit ketebalan garis.
- **Text style** : membuat atau memodifikasi jenis-jenis alfabet dan mengatur gaya dari teks yang sedang digunakan.
- **Dimension style** : membuat dan memodifikasi gaya-gaya pada sebuah objek.
- **Plot style** : mengatur gaya-gaya cara mem-plot sebuah objek baru, atau menandai gaya plot yang diinginkan untuk objek yang telah dipilih.
- **Point style** : menspesifikkan gaya tampilan dan ukuran dari objek bentuk point.
- **Multiline style** : mengatur gaya untuk garis-garis paralel.
- **Units** : mengatur koordinat dan skala tampilan format dan pendefinisian satuan ukuran.
- **Thickness** : mengatur ketinggian objek 3 dimensi.
- **Drawing limits** : mengatur dan mengontrol batas lembar gambar.
- **Rename** : mengubah nama objek.

2.15.5. Menu Window

- **Cascade** : menyejajarkan layar dengan overlapping.
- **Tile Horizontally** : menyejajarkan layar tanpa overlapping secara horinzontal.

- **Tile Vertically** : menyejajarkan layar tanpa overlapping secara vertikal.
- **Arrange Icons** : meletakkan ikon di bagian bawah bar window.

2.15.6. Menu Map

- **Drawing** : menu yang berhubungan dengan penggunaan file gambar, penampilan file gambar, statistic gambar dan pengelolaan file gambar, yang terdiri dari:
- ***Define/modify drawing set***, mendefinisikan atau memodifikasi pengaturan sumber file gambar untuk proyek yang sedang digunakan, meliputi attaching drawings, activating drawings dan mengganti drawing settings.
- ***Zoom drawing extents,*** melihat ukuran secara keseluruhan objek peta di peta
- ***Quick view drawings,*** tampilan preview file gambar yang dipilih.
- ***Define key view,*** mellhat gambar dengan view yang diatur, atau menampilkan view dengan tampilan yang ada.
- ***Show key view,*** memilih kunci view untuk ditampilkan.
- ***Drawing statistics,*** menampilkan informasi file gambar yang berada di kotak dialog workspace project.
- ***Drawing maintenance,*** memindahkan penguncian (lock) dari file drawings.
- **Query** : fasilitas untuk membuat query file drawing, terdiri dari: I
- ***Define query***, membuat, memodifikasi, menyimpan atau memunculkan sebuah file current query.

- ***Run query***, mengeksekusi sebuah file query yang berada pada query library.
- ***Query library***, mengelola query dan kategori query.
- ***Run external query***, mengeksekusi sebuah query yang berada pada file eksternal.
- ***Define topology query***, mendefinisikan dan mengeksekusi query topology.
- ***Run topology query***, mengeksekusi sebuah query yang berada di query library.
- ***Topology query library***, mengelola query dan kategori query.
- ***Run external topology query***, mengeksekusi sebuah query yang berada pada file eksternal.
- ***Object thematic map***, membuat sebuah peta yang menggunakan warna, pola, format garis, simbol atau teks untuk menampilkan informasi tentang objek.
- ***Topology thematic map***, membuat sebuah peta dengan menggunakan warna pola, format garis, simbol atau teks untuk menampilkan informasi objek.
- **Save Back** : untuk meng-update objek di referensi yang asli (eksternal atau blok referensi) dengan mengubah objek di working set sewaktu mengedit referensinya.

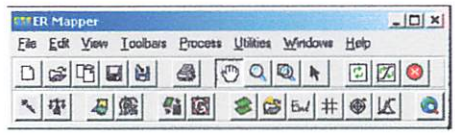
- **Add objects to save set** : menandai objek untuk menyimpan kembali ke sumber file drawing dan mengunci objek guna menghindari perubahan yang dilakukan oleh siapapun sewaktu file-file tersebut digunakan.
- **Show objects in save set** : highlight semua objek yang ditandai untuk disimpan kembali ke sumber file drawings.
- **Show who has it ?** Menemukan siapa yang mengunci, ketika mereka mengunci file tersebut, dari mana sumber file tersebut.

2.16. ER MAPPER 6.4

ER Mapper merupakan software jenis image processing, yaitu software yang berfungsi untuk pengolahan data gambar (image) yang berasal dari data penginderaan jauh ataupun data lain yang akan digunakan untuk pemetaan serta dilengkapi dengan peralatan (tools) untuk SIG (Sistem Informasi Geografis). Adapun aplikasi yang terdapat di dalam ER Mapper antara lain (Earth Resource Mapping Ltd, 2002, ER Mapper 6.4 Tutorial) :

1. Monitoring Lingkungan
2. Kehutanan
3. Manajemen dan Informasi Lahan
4. Eksplorasi Mineral
5. Kelautan
6. Eksplorasi dan Produksi Minyak & Gas
7. Manajemen Sumber Air

Tampilan ER Mapper secara umum dapat dilihat pada Gambar 2.35.

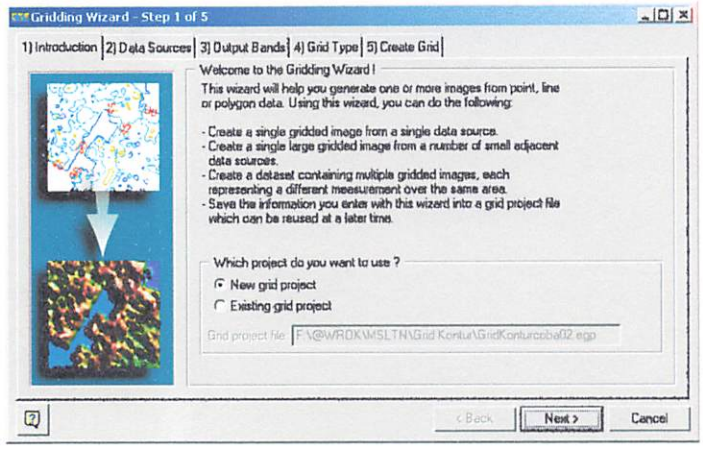


Gambar 2.35
Menu Utama **ER Maper 6.4**

2.16.1. Kotak Dialog Gridding Wizard

Kotak dialog **Gridding Wizard** digunakan untuk melakukan proses pembentukan permukaan 3 dimensi atau Digital Elevation Model (**DEM**). Di dalam kotak dialog ini diberikan suatu langkah-langkah dalam proses pembentukan permukaan 3 dimensi. Adapun langkah-langkah tersebut terbagi dalam lima langkah yang antara lain :

4. Intrudoction, merupakan langkah awal yang berisi keterangan dari proses pembentukan permukaan 3 dimansi. Juga merupakan sesi dimana ditempatkannya file grid yang akan dibentuk dalam proses ini.
5. Data Sources, merupakan sesi permintaan data masukan (input data) untuk diproses.
6. Output Bands, merupakan sesi tentang band (saluran) yang akan dihasilkan.
7. Grid Type, merupakan sesi permintaan tentang jenis grid yang akan dihasilkan.
8. Create Grid, merupakan sesi terakhir yaitu permintaan lokasi, nama, dari data yang akan dihasilkan (output data) pada proses ini.



Gambar 2.36
Kotak Dialog **Gridding Wizard**

2.16.2. Kotak Dialog Geocoding Wizard

Kotak dialog **Geocoding Wizard** merupakan fasilitas yang terdapat di dalam software ER Mapper untuk melakukan koreksi geometri. Adapun dalam melakukan koreksi geometri, ER Mapper menyediakan beberapa tahapan yang antara lain :

1. Start

   Merupakan tahap awal yaitu permintaan data masukan berupa citra yang ingin dikoreksi, serta pemilihan jenis metode koreksi geometri.

2. Polinominal Setup

   Pada Polinomial Setup terdapat beberapa pilihan metode interpolasi yang antara lain :

- Linear : diperlukan minimum 3 titik GCP
- Quadratic : diperlukan minimum 6 titik GCP
- Cubic : diperlukan minimum 10 titik GCP

3. GCP Setup

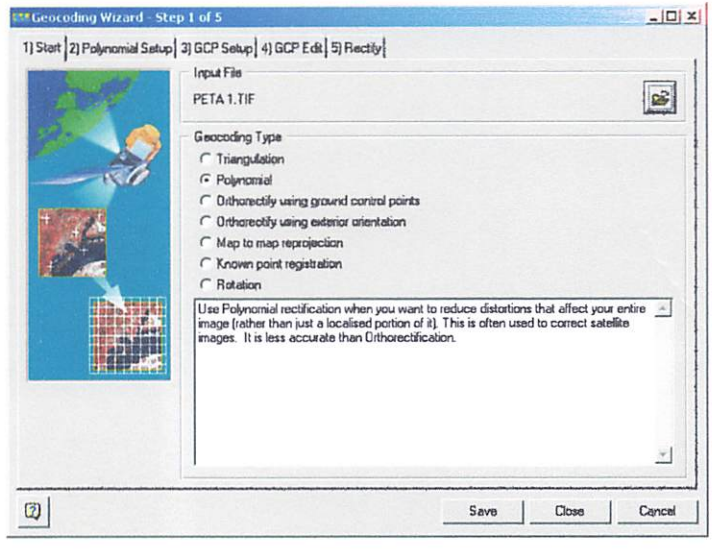
   Penetuan data acuan yang berupa peta atau citra yang dijadikan acuan koreksi. Juga merupakan tahap penentuan sistem koordinat yang akan dihasilkan dari proses koreksi geometri ini.

4. GCP Edit

   Merupakan tahap penempatan posisi titik GCP, serta perhitungan ketelitian rata-rata dari penempatan titik GCP atau yang biasa disebut RMS (**Root Mean Square**).

5. Rectify

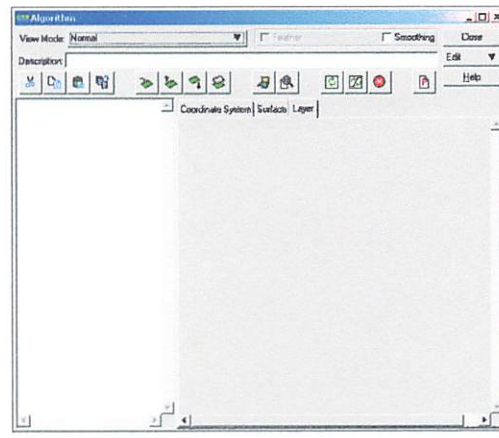
   Merupakan tahap pemrosesan agar dihasilkan sebuah citra yang terkoreksi. Pada tahap ini terlebih dahulu menentukan lokasi dan nama file output kemudian pengguna (**User**) memberikan instruksi kepada komputer untuk melakukan proses koreksi geometri.



Gambar 2.37
Kotak Dialog **Geocoding Wizard**

2.16.3. Kotak Dialog Algorithm

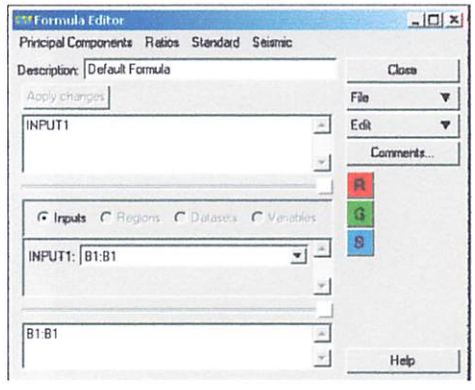
Kotak dialog Algorithm merupakan kotak dialog yang diperlukan dalam pemrosesan citra terutama tentang layer-layer pada citra. Kotak dialog ini juga digunakan untuk pembuatan citra komposit yang mana pada citra komposit diperlukan pengaturan layer yang berisi saluran (band) agar didapatkan suatu warna yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi citra.



Gambar 2.38
Kotak Dialog **Algorithm**

2.16.4. Kotak Dialog Formula Editor

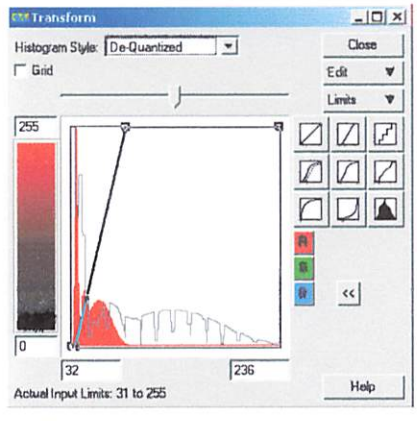
ER Mapper menyediakan kotak dialog Formula Editor untuk pemasukkan rumus-rumus atau formula yang berhubungan dengan citra. Di dalam kotak dialog ini juga disediakan formula yang sudah jadi yang disediakan oleh pihak developper dan siap diterapkan pada pemrosesan citra.



Gambar 2.39
Kotak Dialog **Formula Editor**

2.16.5. Kotak Dialog Transform

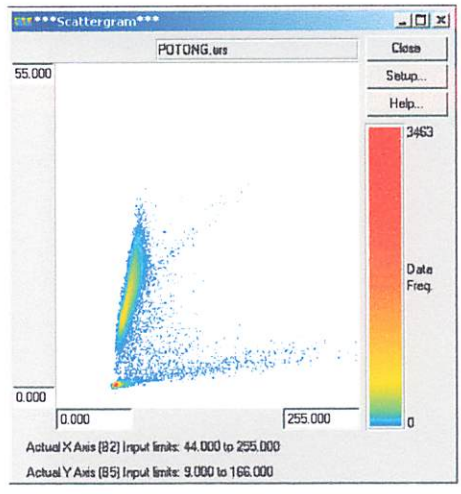
Merupakan kotak dialog yang digunakan untuk mengatur visuali sasi citra yang berkaitan dengan grafik nilai digital pada citra.



Gambar 2.40
Kotak Dialog **Transform**

2.16.6. Kotak Dialog Scattergram

Merupakan kotak dialog yang digunakan untuk melihat grafik sebaran nilai digital pixel pada citra. Grafik sebaran ini biasa disebut diagram pencar atau scattergram.



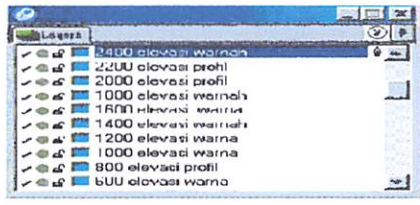
Gambar 2.41
Kotak Dialog **Scattergram**

2.17. MACROMEDIA FREEHAND 10

Macromedia Freehand 10 yang selanjutnya disingkat Freehand 10 merupakan program aplikasi yang digunakan oleh para designer untuk membuat ilustrasi atau gambar. Freehand 10 memiliki berbagai fasilitas yang memudahkan para desainer untuk membuat berbagai desain grafis untuk keperluan media publikasi yang kini banyak beredar di pasaran.

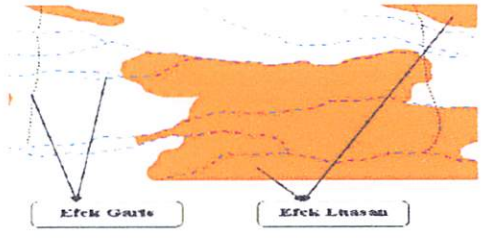
Berikut ini beberapa kelebihan dari software Macromedia Freehand untuk keperluan membuat ilustrasi gambar :

1. Data yang disimpan dalam format Freehand memiliki kapasitas lebih kecil jika dibandingkan dengan format data dari software lain seperti AutoCAD.
2. Software Macromedia Freehand seperti halnya program AutoCAD membagi gambar dalam layer–layer tertentu sesuai dengan kebutuhan pengguna.



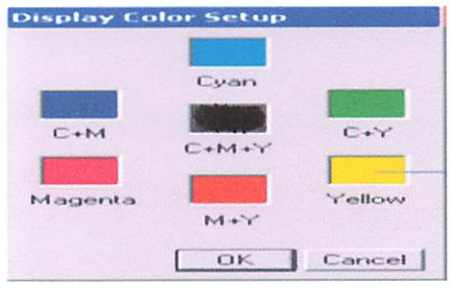
Gambar 2.42
Pembagian Layer Dalam Freehand.

3. Dapat memberikan efek desain grafis pada gambar yang berupa garis (vekor) atau luasan yang berupa gambar block. Dalam pemberian warna pada gambar sesuai dengan layernya khususnya untuk luasan, lebih cepat jika dibandingkan dengan software yang biasa digunakan yaitu AutoCAD.



Gambar 2.43
Pemberian Efek Pada Gambar

4. Dapat memberikan tingkat pewarnaan pada warna yang dipilih sehingga efek pewarnaan dapat ditentukan secara selektif sesuai dengan simbol dan keadaan lapangan sebenarnya.



Gambar 2.44
Pencampuran Warna Pada Freehand

5. Software Macromedia Freehand terdapat banyak di pasaran dan dalam pengoperasiannya termasuk software yang mudah dioperasikan.

BAB III

PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1. LOKASI PENELITIAN

Penelitian ini mengambil lokasi di RPH (Resort Polisi Hutan) Sumbermanjing Kulon, KPH (Kesatuan Pemangkuan Hutan) Malang. RPH Sumbermanjing Kulon mempunyai luas wilayah 3.916,60 ha, yang terdiri dari hutan lindung seluas 1.481,60 ha, hutan alam kayu lain seluas 777,40 ha dan hutan tanaman Jati seluas 1.567,60 ha yang semuanya terdiri dari 46 anak petak. Sedangkan keadaan umum lokasi RPH Sumbermanjing Kulon adalah sebagai berikut :

Sebelah Timur : Berbatasan dengan RPH Rejosari

Sebelah Barat : Berbatasan dengan RPH Donomulyo

Sebelah Utara : Berbatasan dengan RPH Sengguruh

Sebelah Selatan : Samudera Indonesia

3.2. MATERI PENELITIAN

Adapun materi yang digunakan sebagai bahan dasar dalam penelitian ini antara lain :

A. Data Spasial

1. Peta Topografi Digital Skala 1 : 25.000, Nomor Lembar Peta 1507-624 Wilayah Donomulyo Tahun 2003.

2. Peta Topografi Digital Skala 1 : 25.000, Nomor Lembar Peta 1607-413 Wilayah Bantur Tahun 2003.
3. Peta Topografi Digital Skala 1 : 25.000, Nomor Lembar Peta 1607-414 Wilayah Sumbermanjing Wetan Tahun 2003.
4. Peta Topografi Digital Skala 1 : 25.000, Nomor Lembar Peta 1507-622 Wilayah Ngeliep Tahun 2003.
5. Peta Topografi Digital Skala 1 : 25.000, Nomor Lembar Peta 1607-411 Wilayah Balekambang Tahun 2003.
6. Peta Topografi Digital Skala 1 : 25.000, Nomor Lembar Peta 1607-412 Wilayah Sitiarjo Tahun 2003.
7. Peta Unit Lahan RPH Sumbermanjing Kulon KPH Malang Skala 1 : 25.000 Tahun 2001.
8. Citra Landsat 7 ETM+, tahun 2003

B. Data Atribut

1. Data tabel daftar bagian hutan KPH Malang BKPH Sengguruh RPH Sumbermanjing Kulon.

3.3. PERALATAN PENELITIAN

Peralatan yang digunakan mencakup segala aspek dalam kegiatan penelitian baik pada saat pengumpulan data, saat pengolahan data, maupun saat reproduksi data.

Adapun peralatan tersebut meliputi :

A. Perangkat Keras (Hardware)

1. Komputer
   - Processor Athlon XP 1.6 Ghz
   - Memory 256 MB
   - Hardisk 40 GB
   - Monitor 15'
2. Scanner
3. Printer
4. Plotter

B. Perangkat Lunak (Software)

1. Autocad Map, digunakan untuk proses editing, penggabungan peta digital, dan klasifikasi layer.
2. ER Mapper, digunakan untuk pengolahan citra Landsat 7 ETM+ yang meliputi koreksi geometrik dan radiometrik, pemotongan citra, pembuatan citra komposit, penajaman citra, Pembuatan DEM, serta untuk overlay citra komposit dengan DEM.
3. Map Info, digunakan untuk koreksi DEM, pembutan grid peta geografik dan UTM, serta untuk generalisasi kontur.
4. Freehand, digunakan untuk desain peta tematik yang meliputi desain simbol, warna, penamaan unsur-unsur topografi, serta layout peta.

3.4. ALIR PENELITIAN

Dalam Tahap ini dijelaskan tentang bagan alir pelaksanaan penelitian tentang "PEMBUATAN PETA TEMATIK 3 DIMENSI UNTUK KAWASAN HUTAN

PRODUKSI DAN LINDUNG DENGAN MEMANFAATKAN CITRA LANDSAT 7 ETM+ DAN DEM" (Studi Kasus : RPH SUMBERMANJING KULON, KPH MALANG) sebagai berikut :

1. Perencanaan :
   - Batasan area penelitian RPH Sumbermanjing Kulon KPH Malang
   - Data-data yang dibutuhkan :
     - Peta perhutani RPH Sumbermanjing Kulon Skala 1:25.000 tahun 2001.
     - Data atribut berupa keterangan petak-petak hutan yang terdapat pada RPH Sumbermanjing Kulon.
     - Peta RBI tahun 2003 No sheet : 1507-624, 1607-413, 1607-414, 1507-622, 1607-411, 1607-412.
     - Citra Landsat 7 ETM+ tahun 2003.
   - Metode Digitasi : On Screen Digitizing
   - Metode pembuatan DEM : Minimum Curvatur
   - Metode koreksi geometrik citra : Polynomial – Cubic (minimum 10 GCP).
   - Komposit Citra : RGB 542
   - Metode klasifikasi Citra : Terbimbing (Supervised Classification)
   - Software pendukung :
     - ER Mapper 6.4
     - AutoCAD MAP 2004
     - Map Info 7.8

- Freehand 10

- Peralatan pendukung :
  - Komputer
  - Scanner
  - Printer / Plotter

2. Persiapan, mempersiapkan segala macam peralatan dan bahan yang dibutuhkan di dalam pelaksanaan penelitian.
3. Pelaksanaan, merupakan pelaksanaan pekerjaan yang terbagi dalam beberapa tahap antara lain :
   - Digitasi Peta, peta yang masih berupa analog di-digitasi untuk mendapatkan format digital. Pada tahap ini mencakup registrasi peta hasil scan, digitasi On Screen, editing peta hasil digitasi, dan penyimpanan data peta ke format DWG dan format DXF.
   - Penggabungan Peta, kegiatan yang mencakup penggabungan data yang berasal dari beberapa file peta yaitu file peta hasil digitasi dan file-file peta Rupa Bumi Indonesia.
   - Pembuatan DEM, kegiatan yang mencakup mulai dari input data yang berupa kontur sampai menjadi permukaan 3 dimensi (DEM)
   - Pengolahan Citra, pada tahap ini citra diolah sampai menjadi citra yang layak dipakai dan digunakan untuk proses-proses selanjutnya. Dalam artian bahwa agar citra layak dipakai maka harus mengalami proses koreksi baik secara geometrik maupun radiometrik.

Pembuatan komposit band juga terdapat pada tahap pengolahan citra sehingga memudahkan proses interpretasi citra.

- Klasifikasi citra, pada tahap ini klasifikasi dilakukan dengan metode terbimbing (supervised classification). Tujuan dari klasifikasi adalah agar citra dapat diketahui dengan jelas jenis-jenis tutupan lahannya.
- Tahap pembuatan citra 3 dimensi, tahap yang mencakup tentang bagaimana cara menampilkan citra dalam bentuk 3 dimensi dan menyimpan file citra 3 dimensi kedalam suatu format agar dapat digunakan oleh software lain.
- Desain Kartografi, tahap akhir yang mencakup penamaan unsur topografi, desain simbol, pewarnaan, desain layout, dan terakhir plotting peta.

Secara lengkap tahapan dalam penelitian ini dapat dilihat pada halaman lampiran, diagram alir penelitian.

3.5. DIGITASI PETA

Konversi dari peta analog ke peta digital dilakukan dalam proses digitasi. Proses digitasi peta secara umum terdiri dari beberapa tahap yang antara lain :

1. Scan peta analog
2. Registrasi peta hasil proses scan
3. Digitasi peta hasil registrasi ke dalam software AutoCAD Map
4. Editing Peta
5. Simpan peta ke format DWG dan DXF

3.5.1. Scan Peta

Karena metode digitasi on screen membutuhkan data yang harus berupa data digital, maka peta analog harus di-scan terlebih dahulu.

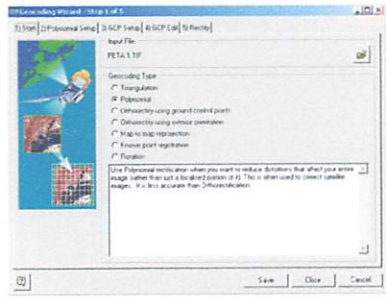
Scan peta adalah proses identifikasi terhadap titik maupun garis yang akan didigitasi dengan bantuan program komputer beserta sensor elektronis optisnya. Dengan demikian konversi dari data grafis analog ke digital dilakukan secara otomatis. Adapun alat yang digunakan berupa Scanner. Format yang dihasilkan dari proses scan ini walaupun sudah digital tetapi masih dalam format raster sehingga perlu dilakukan proses vektorisasi. Scan peta merupakan langkah awal di dalam proses digitasi on screen yang mana pada proses digitasi on screen ini akan dihasilkan suatu peta format digital vektor. Peta hasil scan disimpan dengan format TIF (*.TIF).

3.5.2. Registrasi Peta Di ER Mapper

Fasilitas Geocoding Wizard yang terdapat pada ER Mapper 6.4 dimanfaatkan untuk melakukan registrasi peta digital yang dihasilkan dari proses scan. Registrasi peta ini bertujuan untuk memberikan suatu sistem koordinat pada peta hasil scan agar sesuai dengan koordinat yang sebenarnya (bergeoreferensi), karena peta yang dihasilkan dari proses scan belum memiliki sistem koordinat (RAW Coordinate).

Untuk melakukan registrasi peta maka kotak dialog Geocoding Wizard harus ditampilkan terlebih dahulu. Adapun urutan langkahnya antara lain :

1. Pada menu Process, klik Geocoding Wizard.
2. Maka akan tampil kotak dialog Geocoding Wizard.

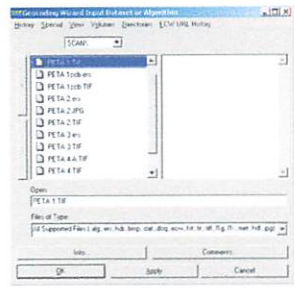


Gambar 3.1
Kotak Dialog **Geocoding Wizard** Halaman Start

3.5.2.1. Input Peta (*.Tif)

Merupakan langkah awal dalam melakukan proses registrasi peta yang terdapat pada program ER Mapper yaitu melalui kotak dialog **Geocoding Wizard** halaman **Start** (lihat Gambar 3.1). Data yang ingin diinputkan berada pada lokasi **F:\@WROK\MLSLTN\SCAN**. Adapun urutan pekerjaan dari input peta antara lain :

1. Pada sesi Input File, klik icon untuk menampilkan kotak dialog **Open Dataset**.



Gambar 3.2
Kotak Dialog **Open Dataset**

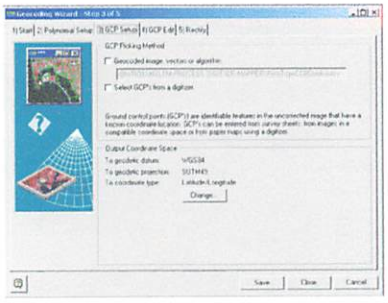
2. Masih di dalam kotak dialog **Open Dataset**, pada menu **Volume** pilih lokasi Drive yang terdapat pada hardisk sebagai contoh **F:\@WROK\MLSLTN\SCAN**.

3. Dari daftar file, pilih nama file yang diinginkan sebagai contoh **PETA1.TIF** lalu klik tombol **OK** untuk kembali ke kotak dialog **Geocoding Wizard**.
4. Pada sesi **Geocoding Type**, pilih Polynomial

3.5.2.2. Setting Sistem Koordinat Lat-Long

Adapun langkah-langkah untuk melakukan setting sistem koordinat geodetis Latitude/Lintang – Longitude/Bujur antara lain :

1. Pada kotak dialog **Geocoding Wizard**, klik halaman 2) Polynomial Setup.
2. Pada sesi Polynominal Order, klik tanda cek **Cubic**.
3. Pada kotak dialog **Geocoding Wizard**, klik halaman 3) GCP Setup.
4. Pada sesi **Output Coordinate Space**, klik tombol **Change** untuk menampilkan kotak dialog **Output Coordinate Space**.
5. Pada kotak isian **Datum**, klik icon lalu pilih **WGS'84**.
6. Pada kotak isian **Projection**, klik icon lalu pilih **utm SUTM49**.
7. Pada daftar isian **Coord system type**, pilih **Latitude/Longitude**. Klik tombol **OK**.
8. Sehingga hasil dari pekerjaan ini dapat dilihat seperti pada Gambar 3.3 di bawah ini.



Gambar 3.3
Kotak Dialog **Geocoding Wizard** Halaman **GCP Setup**

3.5.2.3. Penempatan Lokasi Titik Kontrol

Untuk tahap ini lakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Pada kotak dialog **Geocoding Wizard**, klik halaman 4) GCP Edit.
2. Lalu pada toolbar ER Mapper klik icon pointer. Arahkan pada suatu posisi yang diketahui koordinatnya lalu klik kiri mouse.
3. Pada kotak isian **Latitude** dan **Longitude**, masukkan koordinat point dengan format **derajat:menit:detik**. Sebagai contoh nilai lintangnya adalah **08°22'29.51" Selatan** dan nilai bujurnya adalah **112°31'29.55" Timur**, maka pada kotak isian **Latitude** dapat ditulis **08:22:29.51S** dan pada kotak isian **Longitude** dapat ditulis **112:31:29.55E** dimana **S** diartikan sebagai South dan **E** diartikan sebagai East.
4. Klik icon yang terdapat pada toolbar kotak dialog **Geocoding Wizard** untuk menambah titik baru yang diketahui koordinatnya.
5. Lakukan langkah 2 (dua) sampai langkah 4 (empat) pada sesi ini sampai tidak ada lagi titik yang akan diinputkan. Minimum titik

yang diinputkan adalah sejumlah 10 titik sebagai syarat RMS Error karena menggunakan metode interpolasi **cubic**.

3.5.2.4. Cek RMS Error

Tahap Cek RMS Error merupakan tahap yang sangat vital karena sangat berhubungan dengan keakuratan data yang akan dihasilkan. Semakin kecil nilai RMS Error maka semakin tinggi ketelitian dari pemasukan GCP.

Jika terdapat nilai RMS yang sangat besar diantara nilai RMS yang lain maka pada titik tersebut dapat dilakukan pengecekan kembali posisinya atau dapat juga titik tersebut dinonaktifkan.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam cek RMS Error antara lain :

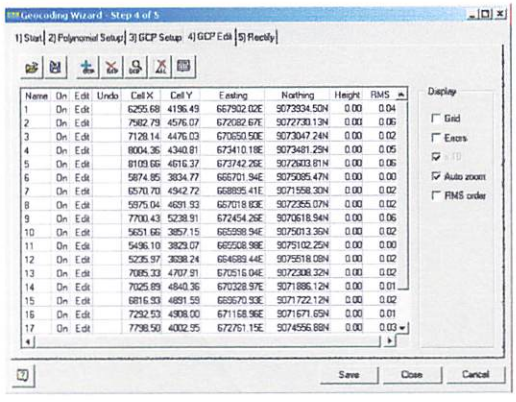
1. Klik tanda cek RMS order sehingga nilai RMS yang paling besar akan berada pada posisi paling bawah dari tabel **GCP Edit**.
2. Posisikan pointer tepat pada nilai RMS yang paling besar dari tabel **GCP Edit** kemudian klik icon Calculate agar nilai RMS tersebut dikoreksi oleh komputer.
3. Simpan file RMS ke dalam format *.gcp dengan cara mengklik icon Save As .

3.5.2.5. Rubah Sistem Koordinat Ke Easting-Northing

Langkah ini dilakukan untuk melakukan transformasi koordinat dari Latitude- Longitude menjadi Easting-Northing.

Untuk merubah sistem koodinat ke Easting-Northing, lakukan langkah-langkah berikut :

1. Ulangi langkah 3 sampai 6 yang terdapat pada **sub bab 3.5.2.2**.
2. Pada daftar isian **Coord system type**, pilih **Easting/Northing**. Klik tombol **OK**.
3. Akan tampil kotak dialog **Convert Ground Control Point**, klik tombol **OK** untuk melakukan transformasi.
4. Sehingga sistem koordinat hasil dari transformasi berupa sistem koordinat Easting-Northing seperti pada Gambar 3.4 di bawah ini.

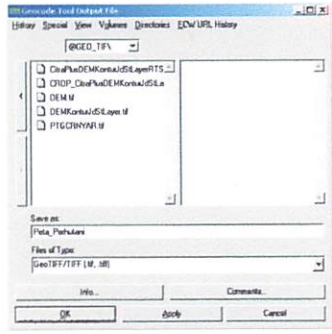


Gambar 3.4
Tabel GCP Setelah dilakukan Tranformasi Ke Easting-Northing

3.5.2.6. Proses Rektifikasi Oleh Komputer

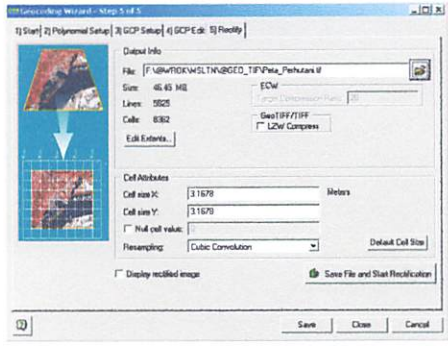
Proses rektifikasi dilakukan secara otomatis oleh komputer, sedangkan langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

1. Pada kotak dialog **Geocoding Wizard**, klik halaman 5) Rectify.
2. Pada sesi **Output Info**, klik icon sehingga akan tampil kotak dialog **Geocode Tool Output File**.



Gambar 3.5
Kotak Dialog Geocode Tool Output File

3. Pada **File of Type**, pilih **GeoTiff/TIF**. Lalu pada kotak isian **Save as**, tuliskan nama file outputnya misalkan **Peta_Perhutani**. Klik tombol **OK**.
4. Klik tombol Save File and Start Rectification untuk melakukan proses rektifikasi.



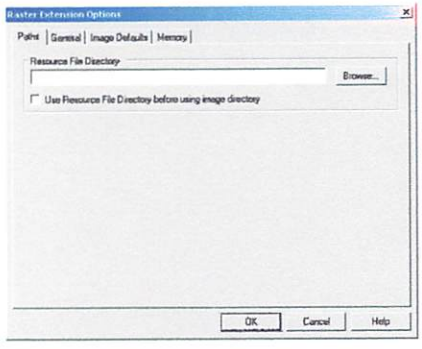
Gambar 3.6
Kotak Dialog **Geocoding Wizard** Halaman Rectify

3.5.3. Digitasi Di AutoCAD MAP

Adapun langkah-langkah untuk melakukan digitasi peta metode on screen antara lain :

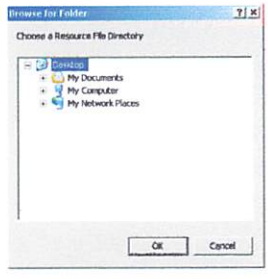
1. Siapkan file peta hasil registrasi yang disimpan di dalam forder hardisk, misalkan folder hardisk tersebut yaitu F:\@WROK\MSLTN\SCAN.

2. Klik menu Map → Image → Option, maka akan tampil kotak dialog **Raster Extention Options**.



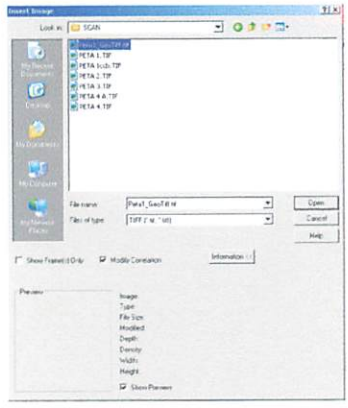
Gambar 3.7
Kotak Dialog **Raster Extention Options**

3. Pada halaman **Paths**, klik tombol **Browse**. Akan tampil kotak dialog **Browse for Folder**.



Gambar 3.8
Kotak Dialog **Browse for Folder**

4. Arahkan mouse pada lokasi F:\@WROK\MSLTN\SCAN, lalu klik tombol **OK**.
5. Masih di dalam kotak dialog **Raster Extention Options**, klik halaman Image Defaults |. Lalu pada sesi Units for Insertion Point and Density, pilih dengan satuan meter, kemudian klik tombol **OK**.
6. Klik menu Map → Image → Insert, akan tampil kotak dialog **Insert Image**.

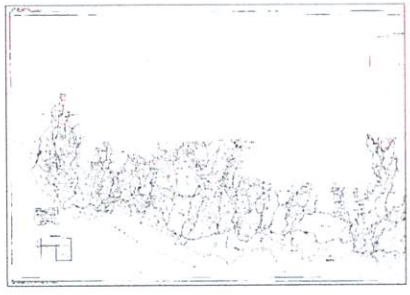


Gambar 3.9
Kotak Dialog **Insert Image**

7. Pilih file yang merupakan file hasil scan misalkan **Peta_Perhutani.tif**, lalu klik tombol **Open** maka akan tampil kotak dialog **Image Correlation**.

Gambar 3.10
Kotak Dialog **Image Correlation**

8. Pada kotak dialog **Image Correlation**, klik tombol **OK**.
9. Klik kanan mouse pada area gambar lalu pilih Zoom.
10. Klik kanan mouse pada area gambar lalu pilih Zoom Extents.
11. Maka secara otomatis tampilan akan di Zoom hanya pada seluruh area yang terdapat objek gambar. Hasil dari input file digital raster dapat dilihat pada Gambar 3.11 di bawah ini.



Gambar 3.11
Hasil Input File Digital Raster

12. Melakukan digitasi On Screen yaitu dengan mengunakan perintah-perintah seperti Polyline, Point, Single Text dan lain-lain.

3.5.3.1. Polyline

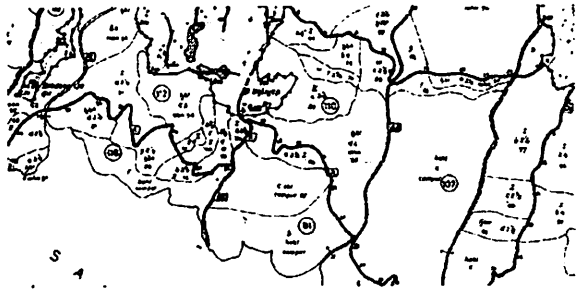
Adapun rincian langkah-langkah digitasi dengan menggunakan perintah polyline antara lain :

1. Melakukan Zooming pada daerah yang akan di-digitasi dengan cara klik kanan mouse pada area gambar kemudian pilih **Zoom**.
2. Klik kanan mouse pada area gambar kemudian pilih **Zoom Window**.

Gambar 3.12
Shortcut Zoom Window

3. Klik kiri mouse pada posisi (1) dan tahan klik kiri mouse tersebut, lalu arahkan sampai pada posisi (2). Ilustrasinya dapat dilihat pada Gambar 3.13 berikut ini.

Gambar 3.13
Area Yang Akan Di-**Zoom Window**



Gambar 3.14
Hasil Tampilan Setelah Melakukan **Zoom Window**

4. Lakukan langkah Zoom Window (langkah 3) sampai didapatkan perbesaran yang cocok untuk melakukan digitasi.

Gambar 3.15
Hasil Perbesaran Yang Diinginkan

5. Jika telah selesai melakukan **Zoom Window** maka klik kanan mouse lalu pilih **Exit**.

Gambar 3.16
Shortcut Untuk Keluar Dari Zoom Window

6. Gunakan perintah Polyline yaitu dengan mengeklik icon pada toolbar. Kemudian lakukan digitasi seperti pada Gambar 3.17 di bawah ini

Gambar 3.17
Digitasi Dengan Perintah **Polyline**

7. Jika telah selesai menggunakan perintah Polyline dan ingin keluar dari perintah tersebut maka lakukan klik kanan mouse kemudian pilih **Enter**.

Gambar 3.18
Shortcut Untuk Keluar Dari Perintah **Polyline**

3.5.3.2. Point

Adapun rincian langkah-langkah digitasi dengan menggunakan perintah point antara lain :

1. Pada toolbar klik icon point .
2. Arahkan pointer mouse tepat pada titik yang akan di-digitasi kemudian klik kiri mouse untuk penggambaran titik.

Gambar 3.19
Penggunaan Perintah **Point** Pada AutoCAD MAP

3. Jika telah selesai menggunakan perintah point, maka untuk keluar dari perintah tersebut hanya cukup dengan menekan tombol Esc pada keyboard.

3.5.3.3. Text

Adapun langkah-langkah untuk penggambaran teks pada AutoCAD Map antara lain :

1. Pada toolbar klik icon **single text** .
2. Klik kanan mouse Pilih **Justify**

Gambar 3.20
Shortcut **Single Text Justify**

3. Klik kanan mouse Pilih MC (Middle Center)

Gambar 3.21
Shortcut **Single Text - Middle Center**

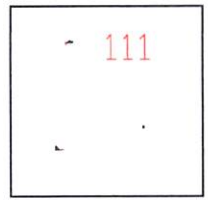
4. Arahkan pointer mouse pada posisi yang dinginkan untuk penempatan teks, kemudian klik kiri mouse.
5. Perhatikan tulisan yang tertera pada command line :

   Specify height <5.0000>: *tuliskan **50** untuk tinggi teks*

   Specify rotation angle of text <0>: *tekan tombol **Enter** pada keyboard*

   Enter text: *tuliskan **111** untuk teks yang ingin diinputkan*

   Enter text: *tekan tombol **Enter** untuk mengakhiri perintah Single Text.*
6. Hasil dari input teks tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.22 dibawah ini.



Gambar 3.22
Contoh Penggunaan Perintah **Single Text** Pada AutoCAD MAP

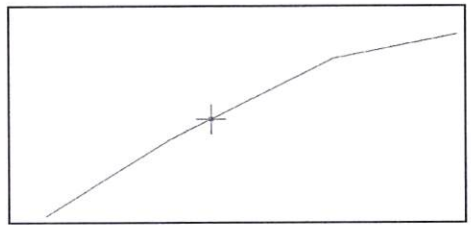
3.5.3.4. Offset

Lakukan langkah-langkah berikut untuk menggunaan perintah Offset:

1. Pada toolbar klik icon offset .
2. Perhatikan tulisan yang tertera pada command line,

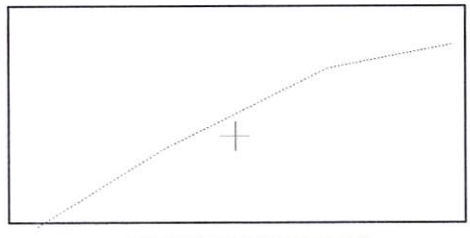
   Specify offset distance or [Through] <1.0000>: *tuliskan 3 sebagai jarak offset.*

   Select object to offset or <exit>: *pilih objek yang akan di-offset yaitu dengan mengklik kiri mouse.*

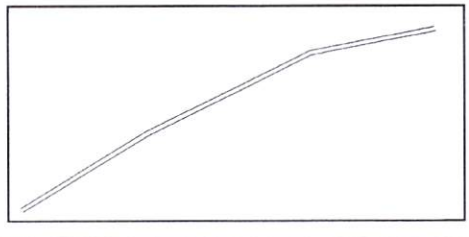


Gambar 3.23
Objek Yang Akan Di-Offset

Specify point on side to offset: Tentukan arah offset



Gambar 3.24
Arah Offset



Gambar 3.25
Hasil Penggunaan Perintah Offset

Select object to offset or <exit>: *jika ingin mengakhiri perintah ini maka tekan tombol* ***Enter*** *pada keyboard.*

3.5.4. PROSES EDITING PETA DIGITAL

Proses editing peta di AutoCAD MAP menggunakan perintah-perintah sebagai berikut :

1. Trim Boundary, pemotongan berdasarkan batas yang sudah ditentukan yang berupa polygon.
2. Pedit, pembetulan garis yang berupa polyline atau dijadikan ke dalam bentuk polyline.
3. Braek, mematahkan garis berdasarkan lokasi patahan yang diinginkan.
4. Erase, menghapus objek pada gambar.
5. Extend, memperpanjang garis berdasarkan batas yang telah ditentukan.
6. Move, memindahkan objek pada posisi yang telah ditentukan.

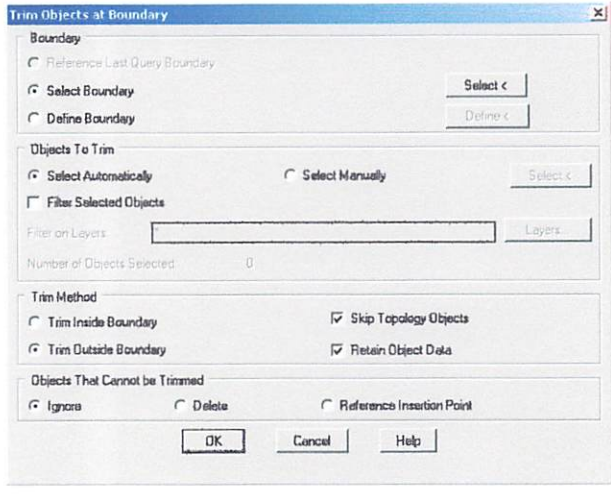
Editing adalah koreksi terhadap peta hasil digitasi untuk mengetahui adanya kesalahan saat pendigitasian dan perbaikan pada kesalahan seperti garis yang tidak sambung, garis yang melebihi batas, bentuk kontur yang patah–patah, bentuk jalan yang siku dan sebagainya yang kurang sesuai dengan bentuk aslinya. Perintah–perintah yang digunakan dalam bentuk editing antara lain sebagai berikut :

3.5.4.1. Trim Boundary

Perintah Trim digunakan untuk memotong besaran (seperti garis, busur, lingkaran, dan lain–lain) dengan menentukan batasan pemotongan. Sebagai contoh pada gambar di bawah ini garis yang keluar dari garis horizontal dipotong,.

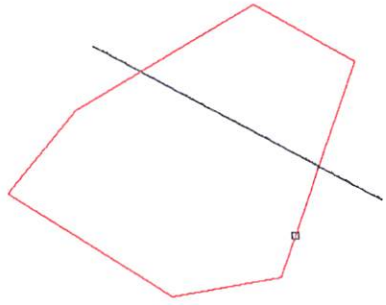
Adapun langkah–langkahnya :

1. Melalui toolbar klik icon **Boundary Trim** , maka akan tampil kotak dialog **Trim Objects at Boundary**.



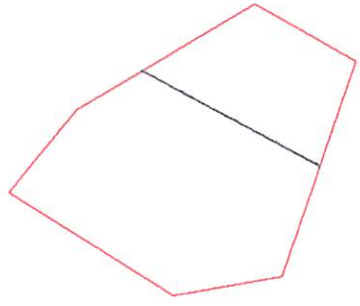
Gambar 3.26
Kotak Dialog **Trim Objects At Boundary**

2. Pada sesi Boundary, klik Select Boundary kemudian klik tombol Select <. Klik kiri mouse pada objek yang dijadikan batas pemotong (yang berwarna merah). Pastikan bahwa objek yang dijadikan batas pemotong merupakan objek polygon (objek dengan area yang tertutup)



Gambar 3.27
Objek Sebelum di-**Trim Boundary**

3. Pada sesi **Objects to Trim**, klik Select Automatically. Kemudian pada sesi **Trim Method**, klik Trim Outside Boundary. Pada sesi **Objects That Cannot Be Trimmed**, Ignore kemudian klik tombol **OK**.



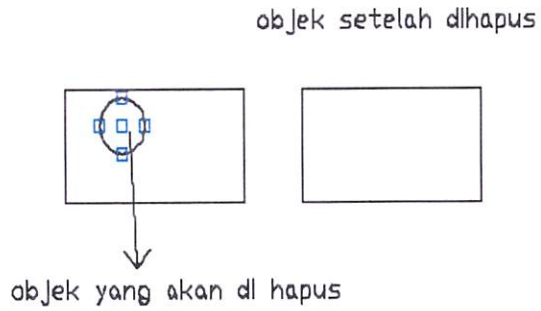
Gambar 3.28
Objek Setelah di-**Trim Boundary**

3.5.4.2. Erase

Perintah Erase digunakan untuk membuang besaran (entity) dari objek yang dipilih. Langkah–langkah penggunaan perintah Erase adalah sebagai berikut :

1. Melalui toolbar klik icon **Erase.** .
2. Perhatikan tulisan yang tertera pada command line :

   Select objects: *klik kiri mouse pada objek yang akan dihapus kemudian tekan tombol* ***Enter*** *pada keyboard.*



Gambar 3.29
Penggunaan Perintah **Erase** pada AutoCAD MAP

3.5.4.3. Break

Perintah Break digunakan untuk menghapus sebagian elemen dari suatu objek. Adapun langkah–langkahnya :

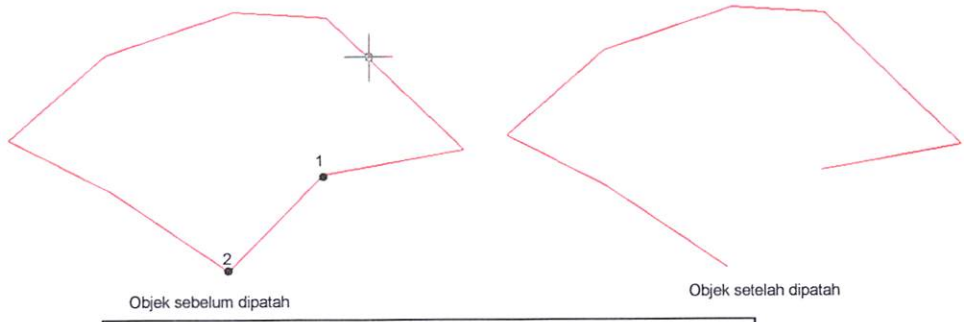
1. Melalui toolbar klik icon **Break** .
2. Perhatikan tulisan yang tertera pada command line :

   Select object: *klik kiri mouse pada objek yang akan dipatah (objek yang berwarna merah).*

   Specify second break point or [First point]: *Tuliskan **F** untuk **First** kemudian tekan tombol Enter di keyboard.*

   Specify first break point: *arahkan pointer tepat pada posisi 1 kemudian klik kiri mouse.*

   Specify second break point: *arahkan pointer tepat pada posisi 2 kemudian klik kiri mouse.*



Gambar 3.30
Penggunaan Perintah **Break** pada AutoCAD MAP

3.5.4.4. Extent

Perintah ini merupakan kebalikan dari perintah Trim. Perintah ini digunakan untuk memanjangkan suatu objek sampai pada batasan yang telah ditentukan sebelumnya.

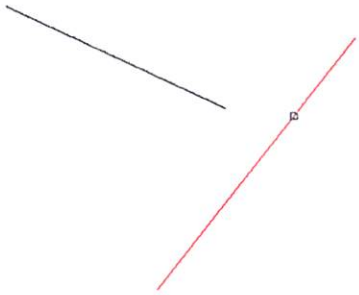
Adapun langkah–langkahnya :

1. Melalui toolbar klik icon **Extend** .
2. Perhatikan tulisan yang tertera pada command line,

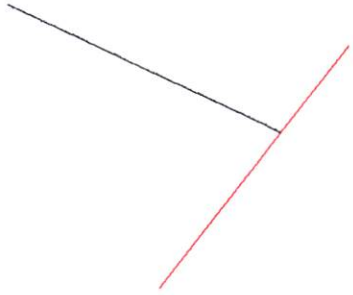
   Select objects: *klik kiri mouse pada objek yang dijadikan batas perpanjangan (objek yang berwarna merah)kemudian tekan tombol **Enter** di keyboard.*

   Select objects: *tekan tombol **Enter** di keyboard.*

   Select object to extend or [Project/Edge/Undo]: *klik kiri mouse pada objek yang ingin diperpanjang(objek yang berwarna hitam).*



Gambar 3.31
Objek Sebelum Diperpanjang



Gambar 3.32
Objek Setelah Diperpanjang

3.5.4.5. Move

Perintah Move digunakan untuk memindah suatu objek pada posisi yang diinginkan.

Adapun langkah–langkahnya :

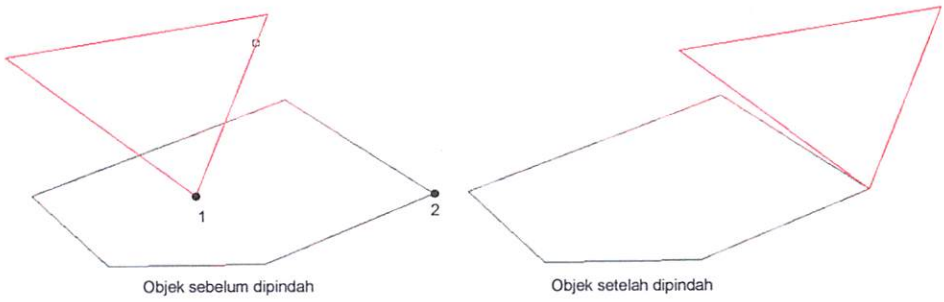
1. Melalui toolbar klik icon **Move** .
2. Perhatikan tulisan yang tertera pada command line,

   Select objects: *arahkan pointer pada objek yang ingin di pindah (objek berwarna merah) lalu klik kiri mouse.*

   Select objects: *tekan tombol **Enter** di keyboard.*

   Specify base point or displacement: *arahkan pointer pada posisi 1 lalu klik kiri mouse.*

   Specify second point of displacement or <use first point as displacement>: *arahkan pointer pada posisi 2 lalu klik kiri mouse.*



Gambar 3.33
Penggunaan Perintah **Move** pada AutoCAD MAP

3.5.4.6. Pedit.

Perintah Pedit digunakan untuk memperbaiki Polyline yang telah dibentuk atau membuat objek menjadi Polyline.

Adapun langkah–langkahnya :

1. Melalui toolbar klik icon **Edit Polyline** .
2. Perhatikan tulisan yang tertera pada command line :

   Select polyline: *Pilih objek garis yang ingin digabung*

   Object selected is not a polyline

   Do you want to turn it into one? <Y> *Tekan tombol Enter*

   Enter an option [Close/Join/Width/Edit vertex/Fit/Spline/Decurve/Ltype gen/Undo]: *Tuliskan **J** untuk pilihan Join*

   Select objects: *Pilih objek garis yang lain sebagai sambungannya*

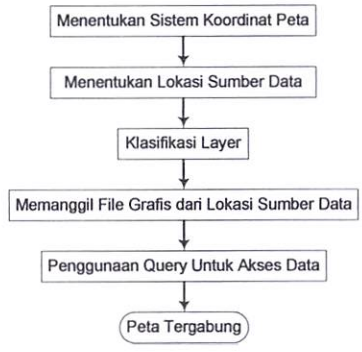
   Select objects: *Tekan tombol Enter jika tidak ada lagi garis yang ingin digabung.*

   2 segments added to polyline

Gambar 3.34
Penggunaan Perintah **PEdit** pada AutoCAD MAP

3.6. PENGGABUNGAN PETA

Adapun proses dari penggabungan peta dapat diilustrasikan seperti pada diagram alir berikut :



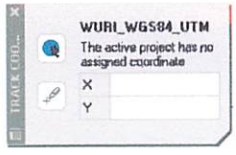
Gambar 3.35
Tahap Penggabungan Peta

3.6.1. Menentukan Sistem Koordinat Peta

Untuk menentukan sistem koordinat peta terlebih dahulu pastikan bahwa toolbar **Track Coordinates** telah tampil. Jika toolbar **Track Coordinates** belum tampil maka lakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Klik menu Map → Tools → Track Coordinates.

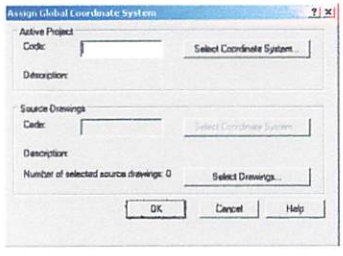
2. Maka akan tampil menu toolbar seperti pada Gambar 3.36 di bawah ini.



Gambar 3.36
Toolbar **Track Coordinates**

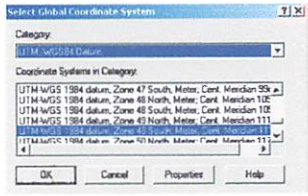
Setelah menampilkan toolbar **Track Coordinates** maka langkah selanjutnya yaitu menentukan sistem koordinat peta. Adapun langkah-langkah yang ditempuh untuk menentukan sistem koordinat peta antara lain :

1. Klik Menu Map → Tools → Assign Global Coordinate System. Maka akan tampil kotak dialog **Assign Global Coordinate System**.



Gambar 3.37
Kotak Dialog **Assign Global Coordinate System**

2. Pada kotak dialog **Assign Global Coordinate System** klik tombol **Select Coordinate System** untuk menampilkan kotak dialog **Select Global Coordinate System**.



Gambar 3.38
Kotak Dialog **Select Global Coordinate System**

3. Masih di dalam kotak dialog **Select Global Coordinate System**, pada **Category** pilih jenis kategori yang diinginkan yaitu dengan mengklik tombol list . Misalkan kategori yang diinginkan adalah **UTM, WGS84 Datum**. Kemudian pada daftar **Coordinate Systems in Category**, pilih jenis sistem koordinatnya misalkan **UTM-WGS84 datum, Zone 49 South, Meter; Cent. Meredian 111d E**, lalu klik tombol **OK**.
4. Tampilan akan kembali ke kotak dialog **Assign Global Coordinate System**, lalu Klik tombol **OK** untuk kembali ke sesi penggambaran.
5. Pada toolbar **Track Coordinates**, klik icon **Select Coordinate System** untuk menampilkan kotak dialog **Select Global Coordinate System.** Pada **Category** pilih jenis kategori yang diinginkan yaitu dengan mengklik tombol list . Misalkan kategori yang diinginkan adalah **UTM, WGS84 Datum**. Kemudian pada daftar **Coordinate Systems in Category**, pilih jenis sistem koordinatnya misalkan **UTM-WGS84 datum, Zone 49 South, Meter; Cent. Meredian 111d E**, lalu klik tombol **OK**.

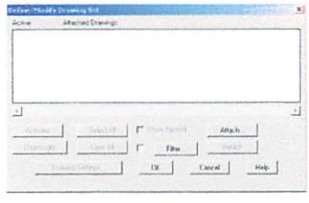
6. Sistem koordinat peta telah berupa : **UTM-WGS84 datum, Zone 49 South, Meter; Cent. Meredian 111d E.**

3.6.2. Menentukan Lokasi Sumber Data

Lokasi sumber data dalam komputer berupa folder yang berisi file-file grafis yang siap digunakan. Penentuan lokasi sumber data ini sangat penting dalam hubungannya dengan penggabungan data. Jika lokasi sumber data sudah ditentukan maka proses penggabungan peta dapat berjalan dan sebaliknya jika lokasi sumber data tidak ditentukan maka proses penggabungan peta tidak akan berlangsung.

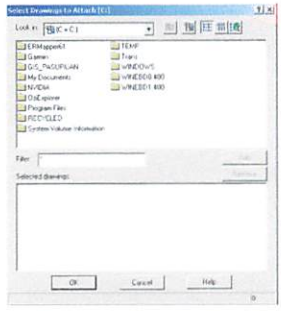
Untuk memanggil data gafis dari berbagai sumber data (multifile), maka langkah sebelumnya yaitu menetukan lokasi sumber data. Adapun langkah-langkahnya antara lain :

1. Dari menu Map → Drawings → Define/Modify Drawing Set.
2. Akan tampil kotak dialog **Define/Modify Drawing Set**



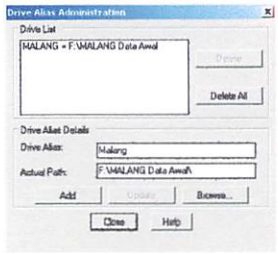
Gambar 3.39
Kotak Dialog **Define/Modify Drawing Set**

3. Klik tombol **Attach** untuk menampilkan kotak dialog **Select Drawings to Attach.**



Gambar 3.40
Kotak Dialog **Select Drawings to Attach**

4. Klik icon Create/Edit Aliases untuk menampilkan kotak dialog **Drive Alias Administration**.



Gambar 3.41
Kotak Dialog **Drive Alias Administration**

5. Pada Drive Alias, tuliskan nama inisial lokasi sumber data maksimum 31 karakter. Sebagai contoh tuliskan **Malang**, kemudian klik tombol **Browse** untuk menentukan lokasi sumber data. Setelah mengklik tombol **Browse** maka akan tampil kotak dialog **Choose Directory**. Tentukan direktori lokasi sumber data, misalkan pada contoh ini direktorinya adalah **F:\Malang Data Awal**, setelah itu klik tombol **OK** untuk kembali ke kotak dialog **Drive Alias Administration**.

Gambar 3.42
Kotak Dialog **Choose Directory**

6. Pada kotak dialog **Drive Alias Administration**, klik tombol **Add** agar drive alias tersebut masuk dalam daftar. Setelah itu klik tombol **Close** untuk menutup kotak dialog **Drive Alias Administration** dan kembali ke kotak dialog **Select Drawings to Attach**.

3.6.3. Seleksi dan Klasifikasi Layer

Agar dalam proses penggabungan peta berlangsung dengan baik dan layer-layer yang terdapat pada peta tidak membingungkan, maka perlu dilakukan klasifikasi layer yang terdapat pada peta. Peta yang digunakan adalah peta topografi skala 1:25.000 yang diterbitkan oleh Bakosurtanal (Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional) edisi tahun 2003.

File peta yang digunakan berhubungan dengan nomer sheet peta dan pada penelitian ini rincian dari file peta tersebut adalah sebagai berikut.

1. 1507-624 Wilayah Donomulyo.
2. 1607-413 Wilayah Bantur.
3. 1607-414 Wilayah Sumbermanjing Wetan.
4. 1507-622 Wilayah Ngeliep.
5. 1607-411 Wilayah Balekambang.

6. 1607-412 Wilayah Sitiarjo.

Adapun klasifikasi layer yang terdapat pada peta digital tersebut di atas antara lain :

1. Bangunan : Layer Kelas 1
2. Jalan / Transportasi : Layer Kelas 2
3. Topografi : Layer Kelas 3
4. Batas Administrasi : Layer Kelas 4
5. Penggunaan Lahan : Layer Kelas 5
6. Hidrografi : Layer Kelas 6
7. Nama Unsur Peta : Layer Kelas 7

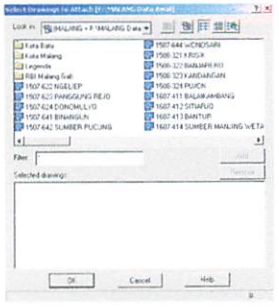
Sedangkan untuk seleksi layer adalah sebagai berikut :

1. Jalan : 2410 (jalan lokal), 2510 (jalan lain), 2610 (jalan setapak).
2. Jembatan : 2420, 2421, 2511, 2512, 2620, 2625, 2630.
3. Kontur : 3212-3242, 3282, 3292, 3512-3542, 3582, 3592.
4. Batas Administrasi : 4230 (Kabupaten), 4240 (Kecamatan), 4250 Desa/Kelurahan).
5. Penggunaan Lahan : Semua layer di dalam kelas 5.
6. Hidrografi : 6250 (sungai/danau), 6270 (sungai musiman).
7. Nama Unsur Peta : 7313 (Kabupaten), 7323 (Kecamatan), 7333 (Desa), 5323 (laut), 5333 (selat), 5343 (teluk), 5353 (sungai), 5363 (danau), 7613 (Pegunungan), 7623 (Gunung/Pulau), 7643 (Tanjung), 7663 (Bukit).

3.6.4. Memanggil File Grafis Dari Lokasi Sumber Data

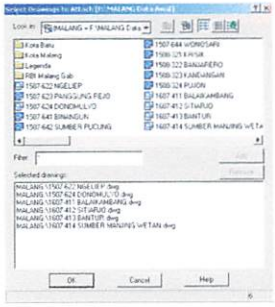
Langkah selanjutnya adalah memanggil file grafis yang terdapat di dalam lokasi sumber data. Adapun rincian dari langkah ini antara lain :

1. Setelah selesai membuat drive alias maka secara otomatis pada kotak dialog **Select Drawings to Attach** akan tampil file-file grafis yang terdapat di dalam lokasi sumber data.



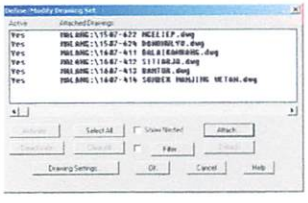
Gambar 3.43
Kotak Dialog **Drive Alias Administration** yang Berisi File Grafis

2. Pilih file grafis yang diinginkan sambil menahan tombol Ctrl pada keyboard. misalnya file yang diinginkan adalah **1507-622 NGELIEP**, **1507-624 DONOMULYO**, **1607-411 BALAIKAMBANG**, **1607-413 BANTUR**, **1607-412 SITIARJO**, dan **1607-417 SUMBERANJING WETAN**. Kemudian klik tombol **Add** dan pada Kotak Dialog **Drive Alias Administration** akan tampil seperti pada Gambar 3.44 di bawah ini.



Gambar 3.44
Tampilan Kotak Dialog **Drive Alias Administration** Setelah Melakukan Pemilihan File Grafis

3. Klik tombol **OK** jika sudah selesai dan kembali ke kotak dialog **Select Drawings to Attach**.



Gambar 3.45
Kotak Dialog **Define/Modify Drawing Set** Yang Berisi Keterangan Tentang Data Yang Dipilih

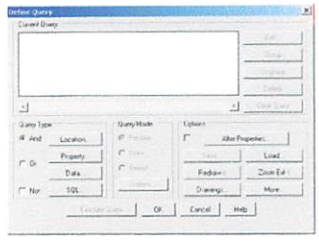
4. Klik tombol **Select All** lalu klik tombol **OK** untuk kembali ke sesi penggambaran.

3.6.5. Penggunaan Query

Query di dalam AutoCAD Map digunakan untuk pengaksesan data peta yang berasal dari berbagai file peta. Pengaksesan ini dapat berupa penggunaan data dan modifikasi data peta.

Adapun langkah-langkah untuk membuat query antara lain :

1. Klik menu Map → Query → Define Query, akan tampil kotak dialog **Define Query**.

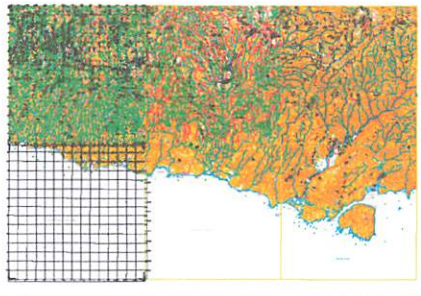


Gambar 3.46
Kotak Dialog **Define Query**

2. Klik tombol **Location**, maka akan tampil kotak dialog **Location Condition**.

Gambar 3.47
Kotak Dialog **Location Condition**

3. Pada **Boundary Type**, pilih All lalu klik tombol **OK**.
4. Masih di dalam kotak dialog **Define Query**, pada **Query Mode** pilih Draw lalu klik tombol **Execute Query.**
5. Hasil dari penggabungan peta dapat dilihat pada Gambar 3.48.



Gambar 3.48
Hasil Penggabungan Beberapa Sheet Peta Dari Berbagai File Grafis

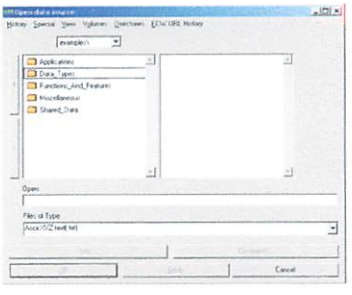
3.7. PEMBUATAN DEM

Adapun langkah-langkah dalam melakukan pembuatan DEM antara lain :

1. Pada menu utama ER Mapper, klik tombol **Process** kemudian klik **Gridding wizard** untuk menampilkan kotak dialog **Gridding Wizard**.

Gambar 3.49
Kotak Dialog **Gridding Wizard,** Halaman Introduction

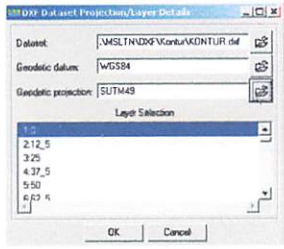
2. Pada halaman **Introuction**, klik New grid project kemudian klik tombol **Next**
3. Pada halaman **Data Source**, klik tombol **Add** maka akan tampil kotak dialog **Open Data Source**.



Gambar 3.50
Kotak Dialog Open Data Source

4. Masih di dalam kotak dialog **Open Data Source**, tepatnya pada **File of Type**, pilih tipe data inputnya. Pada penelitian ini data inputnya berupa kontur dalam format DXF, maka pilih **AutoCAD DXF** kemudian pilih file Kontur.DXF.
5. Akan tampil kotak dialog **DXF Dataset Projection/Layer Details**. Di dalam kotak isian **Geodetic Datum** pilih **UTM WGS'84** kemudian di

dalam kotak isian **Geodetic Projection** pilih **SUTM49**. Dari daftar layer, pilih semua layer yang ada, Klik tombol **OK** lalu klik tombol **Next**.



Gambar 3.51
DXF Dataset Projection/Layer Details

6. Pada halaman **Grid Type**, pilih minimum curvatur kemudian klik **All Advanced**. Masukkan angka 25 untuk **Boundary tension** dan **Interior tension**. Klik tombol **OK** lalu klik tombol **Next**.
7. Pada halaman **Create Grid** tepatnya pada kotak isian **File**, masukkan nama Output filenya. Masukkan angka 10 untuk **cell size X** dan **cell size Y**. **Cell Size** ini mengartikan nilai spasial untuk 1 pixel citra. Jika bernilai 10 maka resolusi spasial citra untuk 1 pixel bernilai 10 meter. Klik tombol **Finish** dan jika proses telah selesai klik tombol **OK**.

3.8. KOREKSI DEM

DEM dikoreksi dengan cara mengoverleykannya dengan kontur kemudian mengedit nilai elevasi yang terdapat pada kontur tersebut. DEM yang salah akan terlihat seperti permukaan yang naik atau turunnya tidak beraturan dikarenakan elevasi yang terdapat pada kontur tidak sesuai dengan interval konturnya. Proses koreksi ini dilakukan di dalam software Map Info.

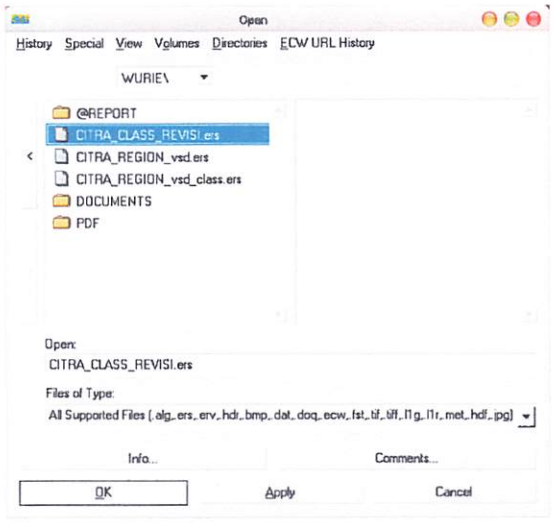
Langkah-langkah melakukan koreksi DEM antara lain :

1. Buka file DEM (*.TIF) .
2. Buka file Kontur (*.TAB)
3. Cek setiap bentukan permukaan DEM. Jika terdapat kesalahan pada permukaan DEM lakukan editing pada elevasi kontur sesuai dengan interval konturnya.
4. Simpan file kontur (*.TAB).
5. Lakukan transformasi file kontur dari format TAB ke format DXF dengan menggunakan fasilitas **Universal Translator**.

3.9. INPUT CITRA LANDSAT

Langkah-langkah melakukan input citra Landsat antara lain :

1. Pada window utama ER Mapper klik icon Open maka akan tampil kotak dialog **Open** seperti pada Gambar 3.52 dibawah ini.



Gambar 3.52
Kotak Dialog **Open**, ER Mapper 6.4

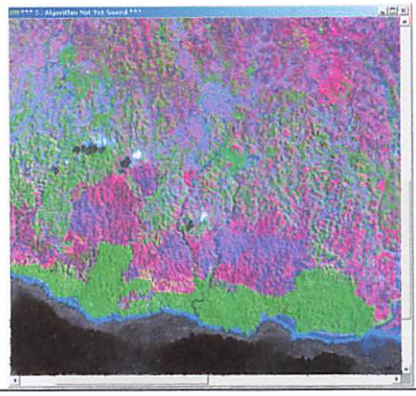
2. Pada kotak dialog **Open**, pilih file citra. File citra dapat berupa format ERS (*.ERS) ataupun GeoTIFF (*.TIF).
3. Masih didalam kotak dialog **Open**, klik tombol **OK** maka akan tampil citra pada suatu window display.

Gambar 3.53
Citra Komposit TCC RGB 321

3.10. KOMPOSIT CITRA

Komposit citra dilakukan dengan cara :

1. Membuka file citra.
2. Mengatur layer yang terdapat pada citra dengan komposit :
   - Red Layer : band 5
   - Green Layer : band 4
   - Blue Layer : band 2.
3. Klik icon refresh kemudian simpan dalam format RGB Raster Dataset.

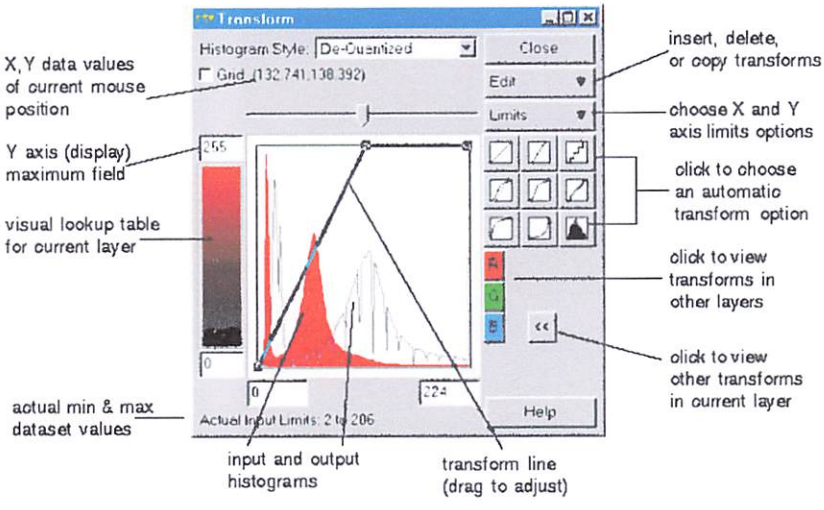


Gambar 3.54
Citra Landsat 7 ETM+ Komposit RGB 542

3.11. PENAJAMAN CITRA

Langkah untuk penajaman citra antara lain :

1. Buka file citra kemudian lakukan komposit band RGB 542.
2. Klik Icon Refresh Image with 99% clip on limits .
3. Atau dapat juga menggunakan kotak dialog transform yaitu dengan mengklik icon Edit Transform Limits kemudian klik icon Create autoclip transform pada masing-masing band



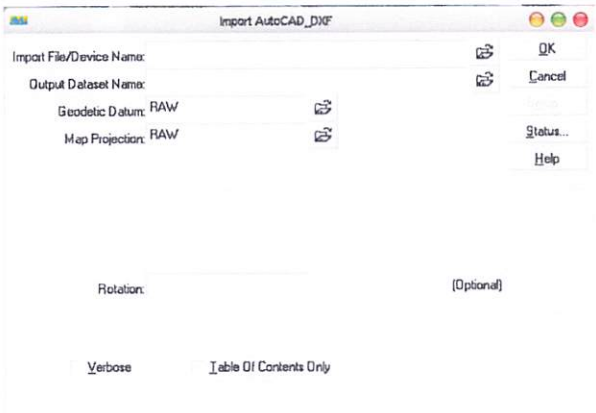
Gambar 3.55
Kotak Dialog **Transform**, ER Mapper Tutorial

3.12. KONVERSI DATA FORMAT DXF KE ERV

Agar data format DXF yang berasal dari AutoCAD dapat digunakan untuk pemrosesan citra maka sebelumnya data format DXF tersebut harus dikonversi ke format ERV. Format ERV merupakan ekstensi file data vektor yang terdapat pada program ER Mapper.

Adapun langkah-langkah untuk melakukan konversi dari data format DXF ke format ERV antara lain :

1. Siapkan file format DXF.
2. Pada Window utama ER Mapper klik menu Utilities → Import Vector and GIS Formats → AutoCAD DXF →Import.
3. Akan tampil kotak dialog **Import AutoCAD_DXF**.



Gambar 3.56
Kotak Dialog **Import AutoCAD_DXF**

4. Tentukan file input yang akan dikonversi dengan mengklik icon pada kotak isian **Import File/Device Name**.
5. Tentukan lokasi file output dengan cara mengklik icon pada kotak isian **Output Dataset Name**.

6. Tentukan jenis **Geodetic Datum** dan **Map Projection** dengan mengklik icon pada masing-masing kotak isian yang bersangkutan.
7. Klik tombol **OK** untuk melakukan proses konversi dan tunggu sampai proses selesai.

3.13. KOREKSI GEOMETRIK

Langkah-langkah untuk melakukan koreksi Geometrik antara lain :

1. Aktifkan kotak dialog **Geocoding Wizard** dengan cara klik menu Proces → Geocoding Wizard.
2. Pada halaman **Start**, buka file citra yang ingin dikoreksi dengan mengklik icon .
3. Pilih metode **Polynomial** untuk mengkoreksi geometrik citra terhadap data acuan (Peta RBI).
4. Klik halaman **Polinomial Setup**. Kemudian pada sesi **Polynomial Order** pilih **Cubic** (minimum 10 GCP).
5. Klik halaman **GCP Setup**, buka file yang dijadikan acuan koreksi (Peta RBI *.ERV) dengan mengklik icon .
6. Masuk ke sesi **Output Coordinate Space**, klik tombol **Change**.
   - To geodetic datum : WGS'84
   - To geodetic projection : SUTM49
   - To coordinate type : Eastings/Northings

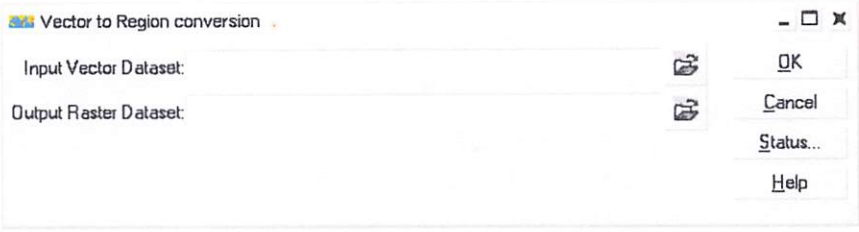
7. Klik halaman **GCP edit** kemudian klik icon pointer yang terletak di toolbar ER Mapper. Lakukan pemasukan GCP dengan mengklik kiri mouse pada suatu lokasi di peta dan di citra dalam lokasi yang sama.
8. Jika ingin menambah GCP, klik icon yang terdapat pada toolbar kotak dialog **Geocoding Wizard** lalu ulangi langkah 7 sampai didapatkan bahwa penempatan lokasi GCP menyebar pada area citra.
9. Lakukan cek RMS Error, jika terdapat nilai RMS error yang besar dibandingkan dengan nilai keseluruhan maka pada point dengan nilai RMS Error terbesar tersebut dapat dinonaktifkan dengan cara mengklik tanda **ON** sehingga menjadi **OFF**. Klik tombol **Save** untuk menyimpan hasil pemasukan GCP. Nilai RMS Error terbesar yang terdapat pada koreksi geoetrik ini adalah senilai 2.73, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Bab IV Analisa dan Pembahasan, Koreksi Geometrik**.
10. Klik halaman **Rectify**. Masukkan nama output file dengan mengklik icon . Kemudian pada **File of Type**, tentukan format file misalkan **ER Mapper Raster dataset *.ERS**.
11. Isikan tanda cek box Display rectified image untuk melihat hasil koreksi. Lalu klik tombol Save File and Start Rectification untuk melakukan proses rektifikasi oleh komputer.

3.14. KONVERSI VEKTOR POLIGON MENJADI RASTER REGION

Konversi data vektor poligon menjadi raster region dimaksudkan agar data vektor yang berupa poligon dikonversi menjadi data raster yang berupa region (batasan area) yang berhubungan dengan suatu tema tertentu. Konversi ini diperlukan khususnya pada saat melakukan proses cropping/pemotongan citra.

Adapun langkah-langkah untuk mengkonversi data vektor poligon menjadi raster region antara lain :

1. Siapkan data vektor dengan format ERV.
2. Pada window utama ER Mapper, klik menu Process → Poligon <-> Region Convertion → Vector dataset polygons to Regions, maka akan tampil kotak dialog **Vector to Region convertion**.



Gambar 3.57
Kotak Dialog **Vector to Region convertion**

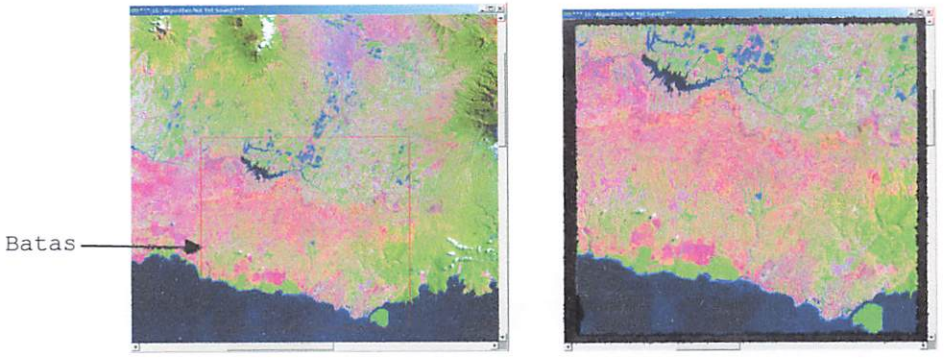
3. Tentukan file input yang akan dikonversi dengan cara klik icon yang terdapat pada kotak isian **Input Vector Dataset**.
4. Tentukan file output yang merupakan hasil dari proses konversi ini dengan cara klik icon yang terdapat pada kotak isian **Output Raster Dataset**. Jika region hasil konversi ini diperlukan untuk proses cropping maka file outputnya harus berupa data citra (*.ERS) yang akan di-cropping, maka pilihlah file citra (*.ERS) tersebut.

5. Klik tombol **OK** untuk melakukan proses konversi dari data vector poligon menjadi raster region.

3.15. CROPPING CITRA

Langkah-langkah untuk melakukan cropping citra antara lain :

1. Siapkan file format vektor (*.dxf) sebagai batasan cropping.
2. Konversikan file DXF menjadi ERV
3. Konversikan file ERV tersebut menjadi raster region ke dalam citra yang ingin dicropping.
4. Buka file citra yang ingin dicropping dan sudah berisi region batasan cropping.
5. Buka window **Algorithm** kemudian klik icon edit formula editor
6. Pada window formula editor, klik Standard → Inside region poligon test kemudian isikan tanda cek Regions. Pada daftar Region1: pilih region batasan cropping, dalam penelitian ini batasan tersebut bernama GRID_GEO.
7. Lakukan langkah 6 ke masing-masing band dengan mengklik icon R G B pada window Formula Editor.
8. Simpan hasil cropping dengan format RGB Raster dataset (*.ERS).



Sebelum Cropping Setelah Cropping

Gambar 3.58
Cropping Citra

3.16. INTERPRETASI CITRA LANDASAT

Langkah-langkah untuk melakukan interpretasi citra antara lain :

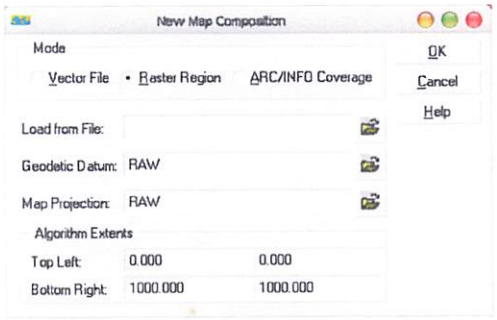
1. Buka file citra RGB 542 (*.ERS).
2. Simpan citra tersebut ke dalam format GeoTIFF (*.TIF).
3. Buka File citra (*.TIF) di MAP INFO.
4. Buka File RBI (*.TAB) sehingga citra dan peta RBI saling tumpang susun (Overlay).
5. Lakukan identifikasi objek yang terdapat pada citra dengan mengklik icon info .
6. Setelah objek-objek pada citra diidentifikasi maka buat kelas tutupan lahan. Kelas tutupan lahan tersebut antara lain :
   - Sawah Irigasi
   - Tanah Ladang
   - Sawah Tadah Hujan
   - Hutan

- Pemukiman
- Air

3.17. KLASIFIKASI TERBIMBING

Langkah-langkah untuk melakukan klasifikasi terbimbing antara lain :

1. Buka file citra yang ingin diklasifikasikan.
2. Pada window utama ER Mapper klik menu Edit → Edit/Create Regions, maka akan tampil kotak dialog **New Map Composition**.

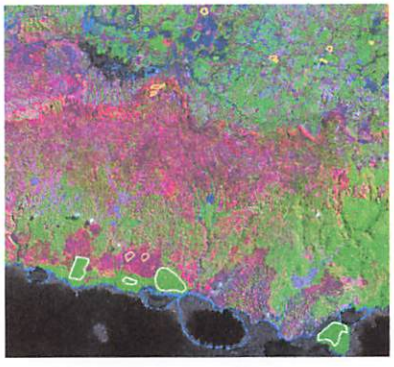


Gambar 3.59
Kotak Dialog **New Map Composition**

3. Masih di dalam kotak dialog **New Map Composition** pastikan bahwa Raster Region telah dipilih. Kemudian klik tombol **OK** untuk menampilkan window Tools.

Gambar 3.60
Window **Tools**

4. Buat training area berdasarkan jenis tutupan lahan yang sudah dikelaskan pada saat interpretasi citra dengan cara klik icon . Kemudian pada citra buat poligon di suatu lokasi yang dianggap mewakili suatu jenis tutupan lahan tertentu. Untuk menutup garis agar membentuk suatu poligon maka lakukan klik kiri 2 kali pada mouse.



Gambar 3.61
Training Area

5. Simpan training area yaitu dengan mengklik icon . Kemudian klik tombol **Close**.

6. Lakukan proses kalkulasi terhadap citra yang telah berisi training area yaitu dengan mengklik menu Process → Calculate Statistics.
7. Lakukan proses klasifikasi dengan cara klik Process → Classification → Supervised Classification.
8. Akan tampil kotak dialog **Supervised Classification**.

Gambar 3.62
Kotak Dialog **Supervised Classification**

a. Pastikan bahwa
   - Input Bands : 2,4-5
   - Output Dataset : *tentukan nama file outputnya misalkan* ***MalangSelatan_class****.ERS.*
   - Classification type : Maximum Likelihood Enhanced Neighbor

b. Klik tombol **OK**

3.18. VISUALISASI HASIL KLASIFIKASI

Setelah melakukan klasifikasi citra maka langkah selanjutnya yaitu visualisasi/menampilkan hasil klasifikasi. Langkah-langkah untuk menampilkan hasil klasifikasi antara lain :

1. Pada window utama ER Mapper klik icon new .

2. Pada window utama ER Mapper klik icon algorithm untuk menampilkan window **Algorithm**.
3. Klik kanan **Pseudo Layer**, kemudian pilih **Class Display**.
4. Masih di dalam window **Algorithm**, klik icon Load Dataset kemudian pilih file citra hasil klasifikasi dengan nama ***MalangSelatan_class***.*ERS*.

3.19. KETELITIAN KLASIFIKASI

Hasil dari klasifikasi perlu diketahui seberapa besar ketelitiannya yaitu dengan cara antara lain :

1. Buka file citra (***MalangSelatan***.*ERS*) yang sudah berisi training area.
2. Pada window utama ER Mapper klik icon algorithm untuk menampilkan window **Algorithm**.
3. Klik **Red Layer** kemudian klik icon yang terdapat pada window **Algorithm** sehingga akan tampil window **Formula Editor**. Karena terdapat 6 (enam) kelas tutupan lahan hasil dari interpretasi citra maka tuliskan formula dibawah ini :

   if inregion(region1) or inregion(region2) or inregion(region3) or inregion(region4) or inregion(region5) or inregion(region6) then INPUT1 else null
4. Klik tombol **Apply change** kemudian pilih Regions . Pastikan bahwa :

   Region 1 : Sawah Irigasi

   Region 2 : Tanah Ladang

Region 3 : Sawah Tadah Hujan

Region 4 : Hutan

Region 5 : Pemukiman

Region 6 : Air

5. Lakukan langkah 3 (tiga) dan 4 (empat) untuk layer-layer yang lain (green dan blue) yaitu dengan mengklik icon .
6. Tutup window **Formula Editor** dengan mengklik tombol **Close**.
7. Simpan file citra dalam format Virtual Dataset (*.ERS) yaitu dengan mengklik icon yang terdapat pada window utama ER Mapper. Beri tambahan tulisan **vds** di akhir nama file outputnya untuk menandakan bahwa file yang disimpan merupakan tipe virtual dataset, sebagai contoh misalkan nama output file adalah ***MalangSelatan_vds***. Klik tombol **OK** untuk melakukan proses penyimpanan. Pilih **YES** untuk **"Delete final transforms for virtual dataset?"**
8. Pada window **Algorithm** klik tombol Edit → Add Vector Layer → Region Layer, untuk menambahkan Region Layer pada window **Algorithm**. Klik Region Layer (Outline) kemudian klik icon load dataset , pilih file (***MalangSelatan***.*ERS*) yang berisi training area.
9. Masih di dalam window **Algorithm**, klik icon Anotate Vector Layer untuk menampilkan window **Tools**.
10. Klik Icon Save As pada window **Tools** untuk menampilkan kotak dialog **Map Composition Save As**. Pastikan bahwa Raster Region

telah terpilih. Pada kotak isian **Save To File** klik icon kemudian pilih file format virtual dataset (***MalangSelatan_vds.ERS***) yang baru saja dibuat.

11. Klik tombol **OK** lalu pilih **YES** untuk Overwriting File.
12. Tutup semua window kecuali window utama ER Mapper.
13. Dari window utama ER Mapper klik menu Process → Classification → Supervised Classification, untuk menampilkan kotak dialog **Supervised Classification.**
14. Pada kotak isian **Input Dataset** klik icon lalu pilih file format Virtual Dataset (***MalangSelatan_vds.ERS***). Tentukan Output File yaitu dengan mengklik icon pada kotak isian **Output Dataset**. Pastikan bahwa **Classification Type : Maximum Likelihood Enhanced Neighbor** dan **Input Bands : All**. *Catatan : file hasil klasifikasi ini diberi tambahan tulisan **vds_class***, sebagai contoh nama file output adalah ***MalangSelatan_vds_class***.
15. Klik tombol **OK** untuk melakukan proses klasifikasi. Jika proses telah selesai klik tombol **OK** lalu tutup semua window kecuali window utama ER Mapper.
16. Dari window utama ER Mapper klik menu View → Statistics → Confusion Matrix, untuk menampilkan kotak dialog **Confusion Matrix Setup**.

Gambar 3.63
Kotak Dialog **Confusion Matrix Setup**

Pastikan bahwa :

a. Matrix Type : Raw Counts

b. Reference Dataset : ***MalangSelatan_vds_class***.*ERS*

c. Classified Dataset : ***MalangSelatan_class***.*ERS*

17. Klik tombol **OK** maka akan tampil window **Confusion Matrix Display**.

18. Klik tombol **Print/Save** untuk menampilkan kotak dialog **Print**. Kemudian pilih **File** sebagai **Destination**, dan **Report** sebagai **Format**. Klik **OK** untuk menyimpan file.

3.20. OVERLAY CITRA DENGAN DEM

Langkah-langkah untuk melakukan overlay citra dengan DEM antra lain :

1. Buka file citra (*.ERS)
2. Buka window algorithm, klik tombol Edit → Add Raster Layer → Intensity
3. Klik layer intensity lalu buka file DEM (*.ERS)
4. Simpan hasil overlay dengan format ERS dan TIF

3.21. DESAIN KARTOGRAFI

Langkah-langkah untuk melakukan desain kartografi di program Freehand antara lain :

1. Buka file peta format DXF
2. Rubah satuan menjadi Cm (centimeter)
3. Cek perubahan skala yang terjadi pada saat pemasukan file peta format DXF dengan asumsi sebagai berikut :
   - Bingkai yang terdapat pada peta dengan ukuran panjang 15750 m X lebar 12066 m.
   - Skala peta untuk dicetak yaitu 1 : 25.000
   - Hitung dengan rumus :

$$Satuan\ di\ peta = \frac{Ukuran\ di\ lapangan}{Skala}$$

$$Panjang\ di\ peta = \frac{15750}{25.000} = 0{,}6300\ m = 63\ cm$$

$$Lebar\ di\ peta = \frac{12066}{25.000} = 0{,}48264\ m = 48{,}264\ cm$$

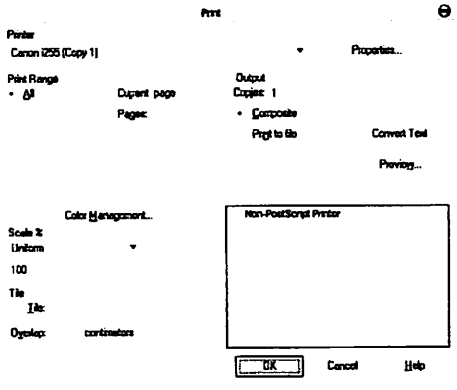
4. Rubah ukuran bingkai peta dengan ukuran 63 cm X 48,264 cm
5. Buka file citra 3 dimensi format TIF
6. Atur posisi layer citra 3 dimensi sebagai layer paling bawah

7. Manfaatkan fasilitas style yang terdapat pada Freehand terhadap masing-masing jenis objek sehinggga masing-masing jenis objek tersebut memiliki lebar garis dan jenis warna yang berbeda.

3.22. PENCETAKAN

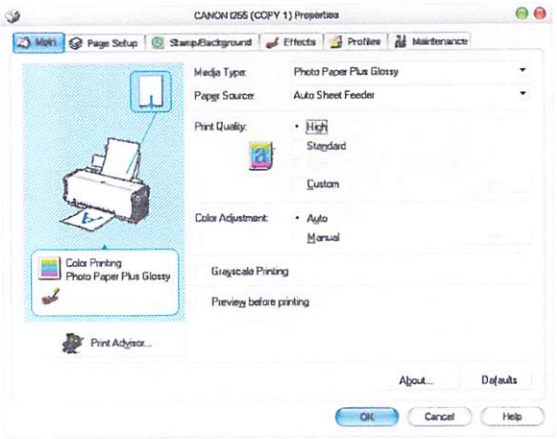
Proses pencetakan peta yang dihasilkan dari penelitian ini dilakukan di dalam program Freehand. Adapun langkah-langkah untuk melakukan pencetakan peta antara lain :

1. Pada menu **File**, pilih **Print**. Akan tampil kotak dialog **Print** seperti terlihat pada Gambar 3.64 di bawah ini.



Gambar 3.64
Kotak Dialog **Print**

2. Tentukan jenis printer pada daftar kotak isian **Printer**.
3. Klik tombol **Propertis** untuk menampilkan kotak dialog **Properties** seperti terlihat pada Gambar 3.65 dibawah ini.



Gambar 3.65
Kotak Dialog **Properties**

4. Pada halaman **Main** tepatnya **Media Type** pilih **Photo Paper Plus Glossy**. Kemudian pada **Print Quality** pilih **High**. Klik tombol **OK** untuk menutup kotak dialog **Properties** dan kembali pada kotak dialog **Print**.
5. Setelah kembali pada kotak dialog **Print**, klik tombol **OK** untuk melakukan pencetakan.

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. INPUT CITRA

Citra yang diinputkan pada penelitian ini berupa citra dengan rincian spektral sebagai berikut :

- Pseudo Layer 1 : Band 1
- Pseudo Layer 2 : Band 2
- Pseudo Layer 3 : Band 3
- Pseudo Layer 4 : Band 4
- Pseudo Layer 5 : Band 5
- Pseudo Layer 6 : Band 7
- Pseudo Layer 7 : Band 8

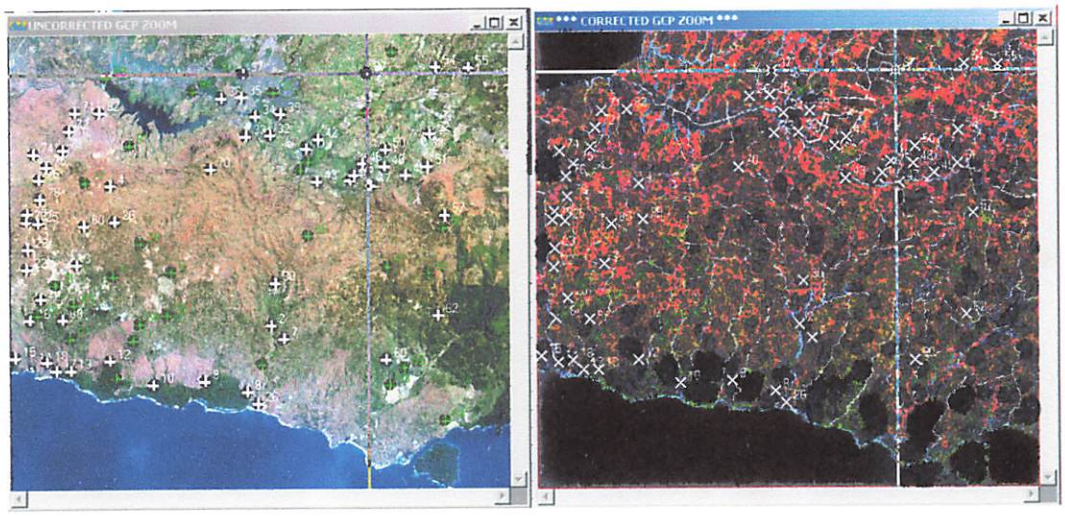
Gambar 4.1
Citra Greyscale

Kemudian dibuatkan citra multispektral (citra.ers) dengan rincian band yang sama sehingga pada saat membuka file citra terbentuk secara otomatis komposit RGB 321.

Gambar 4.2
Citra Komposit TCC RGB 321

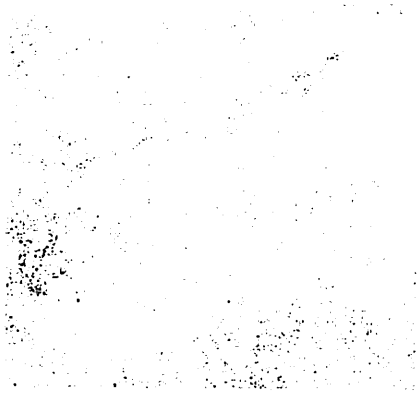
4.2. KOREKSI GEOMETRIK

Semakin banyak titik GCP maka ketelitian dari geometrik citra akan semakin baik. Selain itu, penempatan titik-titik GCP yang menyebar pada area citra menghasilkan geometrik citra yang lebih baik dari pada penempatan titik GCP yang terkonsentrasi pada satu wilayah.



Citra RGB 321(RAW Coordinat) Peta RBI (WGS'84 Zona 49S)

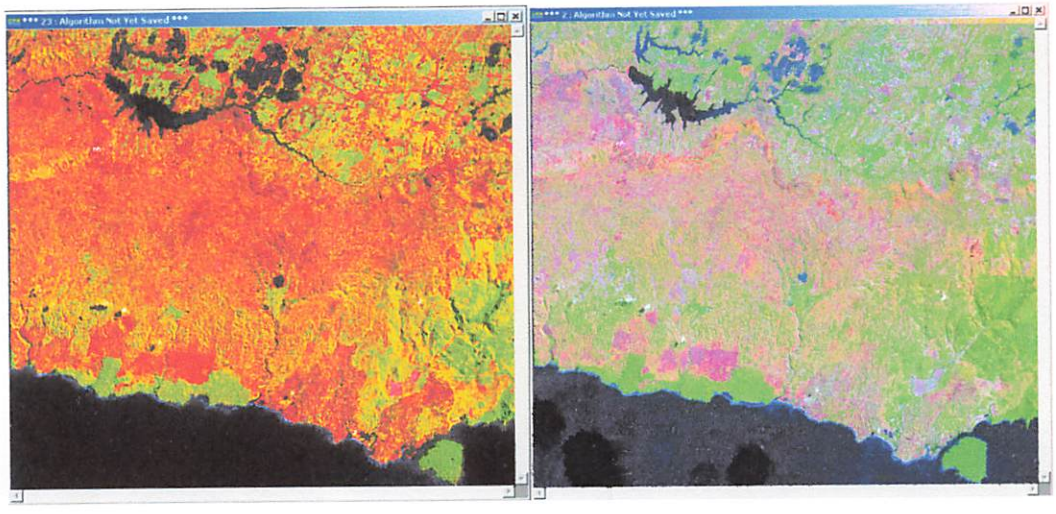
Gambar 4.3
Koreksi Geometrik



Untuk lebih jelasnya mengenai data pemasukan GCP dapat dilihat pada halaman lampiran **GCP**.

4.3. PEMBUATAN KOMPOSIT RGB 542

Pada saat membuka citra multispektral (CITRA.ers) terbentuk secara otomatis komposit RGB 321. Kemudian dilakukan perubahan pada tiap saluran Red Greed dan Blue dengan komposite Red:Band 5, Green:Band 4, dan Blue:Band2.

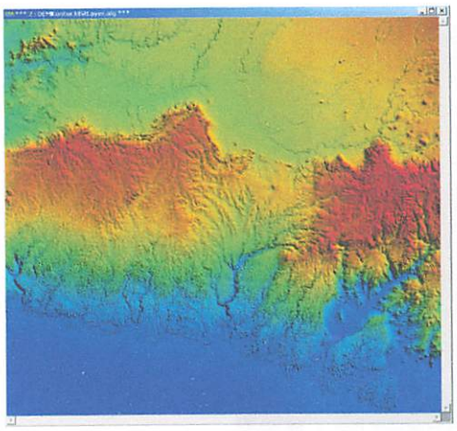


Sebelum Penajaman Setelah Penajaman

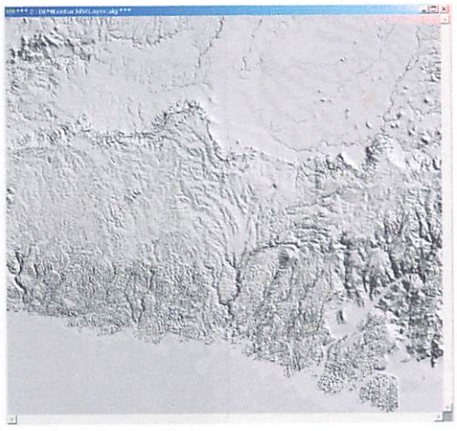
Gambar 4.4
Citra Komposit FCC RGB 542

4.4. ANALISA DEM

DEM dianalisa untuk mengetahui seberapa besar kesalahan yang terbentuk pada permukaan DEM.

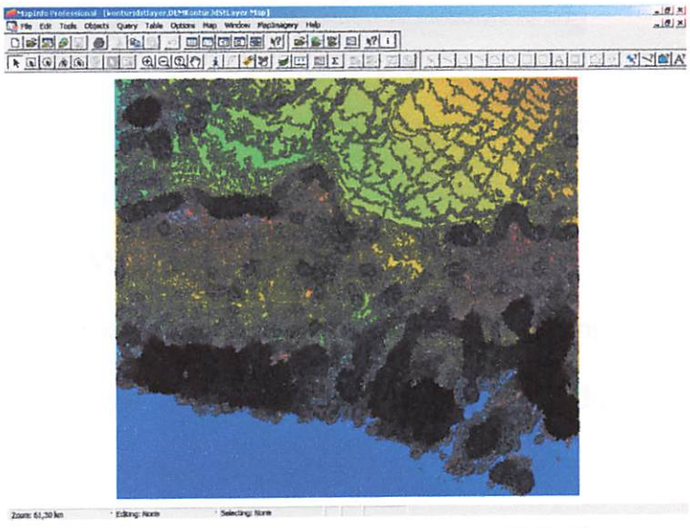


Gambar 4.5
DEM Pseudocolor



Gambar 4.6
DEM RtShade

Untuk mengetahui adanya permukaan DEM yang tidak konsisten, maka DEM harus dioverlaykan dengan peta kontur. Kemudian pada permukaan yang tidak konsisten tersebut dilakukan koreksi nilai elevasi kontur dengan interval 12,5 m dari peta topografi skala 1:25.000. Bentukan permukaan yang tidak konsisten ini disebabkan oleh elevasi yang terdapat pada garis kontur tidak sesuai dengan nilai interval konturnya.



Gambar 4.7
Hasil Overlay Kontur dengan DEM

HUTAN	39925.755	399.258	98658.697	154.154
PEMUKIMAN	30496.748	304.967	75359.110	117.749
SAWAH IRIGASI	1884.825	18.848	4657.504	7.277
TANAH LADANG	35792.280	357.923	88444.657	138.195
SAWAH TADAH HUJAN	22521.240	225.212	55651.200	86.955
All	156345.660	1563.457	386338.569	603.654

Teknik Geodesi ITN Malang

Tabel 4.2 Area Summary Report for CROP_CITRA_CLASS_REVISI.ers

Class/Region	Hectares	Sq. Km	Acres	Sq. Miles
AIR	5794.515	57.945	14318.559	22.373
HUTAN	4574.408	45.744	11303.608	17.662
PEMUKIMAN	608.355	6.084	1503.278	2.349
SAWAH IRIGASI	27.383	0.274	67.664	0.106
TANAH LADANG	5175.968	51.760	12790.095	19.985
SAWAH TADAH HUJAN	531.563	5.316	1313.520	2.052
All	16712.190	167.122	41296.724	64.526

Ketelitian hasil klasifikasi adalah sebagai berikut :

Tabel 4.3 Raw Count Confusion matrix for:
Reference Dataset - CITRA_REGION_vsd_class.ers
Classified Dataset - CITRA_CLASS_REVISI.ers
Overall Accuracy: 98.553% from 272666 observations
Kappa statistic: 0.968

Classified File\Reference File

	SAWAH IRIG	TANAH LADA	HUTAN	SAWAH TADA	PEMUKIMAN	AIR
SAWAH IRIGASI	3397	14	0	0	2	31
TANAH LADANG	4	3616	51	256	2355	3
HUTAN	0	2	60088	0	2	0
SAWAH TADAH H	0	155	0	5539	251	0
PEMUKIMAN	9	259	16	311	3858	27
AIR	18	176	0	0	4	192222

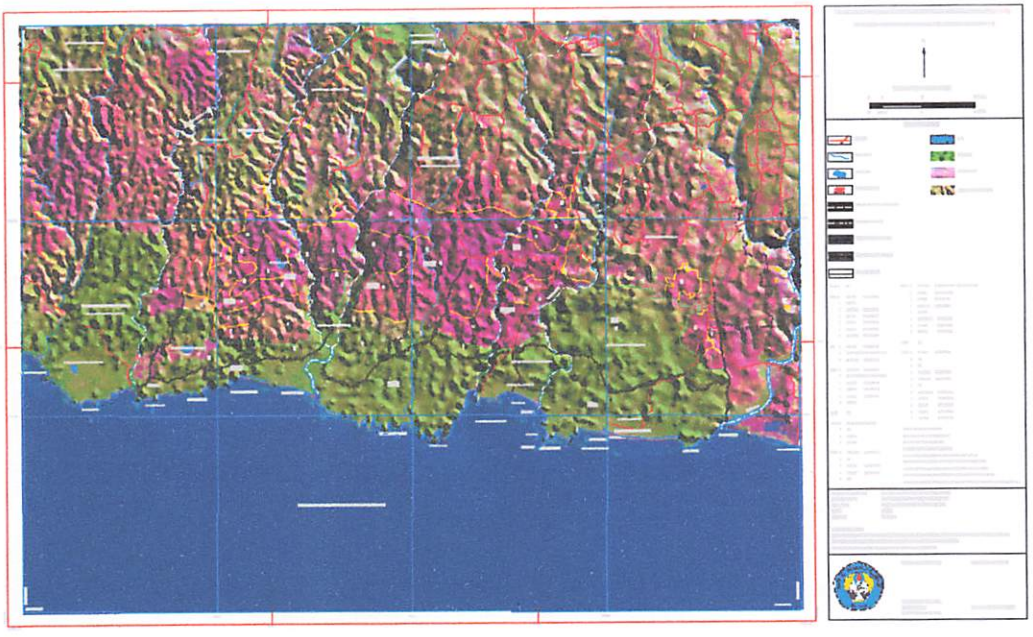
Tabel 4.4 Producer's Accuracy Confusion matrix for:
Reference Dataset - CITRA_REGION_vsd_class.ers
Classified Dataset - CITRA_CLASS_REVISI.ers
Overall Accuracy: 98.553% from 272666 observations
Kappa statistic: 0.968

Classified File\Reference File

	SAWAH IRIG	TANAH LADA	HUTAN	SAWAH TADA	PEMUKIMAN	AIR
SAWAH IRIGASI	99.096%	0.332%	0.000%	0.000%	0.031%	0.016%
TANAH LADANG	0.117%	85.647%	0.085%	4.193%	36.388%	0.002%
HUTAN	0.000%	0.047%	99.889%	0.000%	0.031%	0.000%
SAWAH TADAH H	0.000%	3.671%	0.000%	90.714%	3.878%	0.000%
PEMUKIMAN	0.263%	6.135%	0.027%	5.093%	59.611%	0.014%
AIR	0.525%	4.169%	0.000%	0.000%	0.062%	99.968%

4.6. PENCETAKAN

Peta yang dihasilkan akan dicetak pada skala 1:25.000 (lihat Gambar 4.14) dengan sistem koordianat UTM WGS'84 Zona 49S.



Gambar 4.14
Visualisasi Hasil Proses Desain Kartografi

BAB V

PENUTUP

5.1. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini antara lain :

1. Sebelum melakukan digitasi On Screen sebaiknya peta digital format raster di registrasi terlebih dahulu agar memiliki sistem koordinat. Ada berbagai cara untuk melakukan registrasi terhadap peta digital raster salah satunya yaitu dengan memanfaatkan fasilitas yang terdapat pada ER Mapper (Geocodding Wizard).
2. Dalam melakukan proses koreksi geometri, sebaiknya lokasi penempatan titik GCP (Ground Control Point) tersebar merata pada area citra sehingga didapatkan ketelitian geometri yang baik. Jumlah GCP sebanyak 87 titik dengan rata-rata nilai RMS Error sebesar 0,542 dan ketelitian koreksi geometri sebesar 8,13 meter. Ketelitian tersebut masuk toleransi yang mana toleransi dari koreksi geometri sebesar ≤ 2 pixel (30 meter).
3. Semakin kecil nilai RMS Error pada saat melakukan koreksi geometrik maka semakin tinggi nilai ketelitian dari penempatan posisi GCP.
4. Penggunaan komposite RGB 542 FCC, yang diciptakan melalui penajaman citra dari band panchromatic, dan ditingkatkan dengan suatu filter kernel 3x3 dan kontras yang tinggi pada setiap band, menyoroti lahan yang basah sebagai warna biru, seiring peningkatan kandungan kelembapan menunjukkan warna menjadi biru gelap. Tumbuh-tumbuhan

nampak pada warna hijau terang dan lahan kering sebagai warna coklat. Tumbuh-tumbuhan yang jarang yang mewakili area penanaman padi (Khetland) dengan baik terlihat seperti warna ungu. Lain tumbuh-tumbuhan telah diwakili oleh warna hijau gelap dan tanah gundul oleh warna coklat tua. Area kerikil alluvium telah diwakili oleh suatu warna merah muda dan air nampak biru tua.

5. Proses interpretasi citra membutuhkan suatu data acuan berupa peta topografi yang memiliki kesamaan periode dengan citra yang akan diolah.
6. Metode pendekatan klasifikasi terbimbing (Supervised Classification) pada citra digital yang terbaik adalah dengan pendekatan Kemiripan Maksimum (Maximum Likelihood) karena proses klasifikasinya dengan cara mengevaluasi kuantitatif varian maupun korelasi pola tanggapan spektral pada saat mengklasifikasikan pixel yang tidak dikenal. Atau dengan kata lain pada pendekatan ini suatu kenampakan pada citra akan dikelaskan ke dalam suatu kelas tutupan lahan yang sudah ditentukan dengan syarat memiliki kedekatan nilai pixel (digital number) yang sangat sesuai. Semakin banyak jumlah saluran yang digunakan pada klasifikasi terbimbing (pendekatan maximum likelihood) maka semakin teliti tingkat klasifikasi yang akan dihasilkan namum membutuhkan waktu yang sangat lama dibandingkan dengan menggunakan pendekatan yang lain (minimum distance, parallelepiped).
7. DEM (Digital Elevation Model) yang dihasilkan dari proses gridding garis kontur sampai menjadi permukaan 3 dimensi, perlu dilakukan koreksi

karena pada permukaan DEM sering dijumpai suatu bentukan permukaan yang naik dan turunnya permukaan secara tiba-tiba atau tidak beraturan. Bentukan permukaan yang tidak konsisten ini disebabkan oleh elevasi yang terdapat pada garis kontur tidak sesuai dengan nilai interval konturnya.

5.2. SARAN

Berdasarkan penelitian ini ada beberapa saran mengenai pemanfaatan citra, yaitu:

1. Dibutuhkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai karakteristik spektral tiap *band* sehingga proses pembuatan citra komposit untuk menonjolkan kenampakan unsur dapat lebih dioptimalkan.
2. Seorang interpreter yang akan menginterpretasikan secara visual kenampakan pada citra hendaknya juga memiliki *prior knowledge* (pengetahuan awal) tentang daerah yang sedang diteliti.
3. Tidak ada gading yang tak retak, sehingga peneliti mengharapkan saran-saran dari semua pihak agar penelitian ini dapat lebih sempurna dan bermanfaat bagi semua pihak khususnya yang berhubungan dengan pemanfaatan citra satelit Landsat.

DAFTAR PUSTAKA

Agus Zainal Arifin dan Aniati Murni, 2002, ***Algoritma Clustering Adaptif Untuk Klasifikasi Citra Penginderaan Jauh Multispektral***, mail.its-sby.edu/~agusza/PaperSNKK.pdf.

Anonim, 2004, ***Penginderaan Jauh***, www.cifor.cgiar.org/publications/pdf_files/Books/SIGeografis/SIG-part-4.pdf.

Arifin Arief, 2005, ***Hutan dan Kehutanan***, Edisi 5, Kanisius, Yogyakarta.

Denny Carter, 2004, ***MapInfo Professional***, Edisi 1, Informatika, Bandung.

Earth Resource Mapping Ltd, 2002, ER Mapper 6.4 Tutorial, Earth Resource Mapping Ltd.

I Wayan Nuarsa, 2004, ***Mengokah Data Spasial dengan MapInfo Professional***, Edisi 1, Andi, Yogyakarta.

John A. Howard, 2001, ***Penginderaan Jauh untuk Sumberdaya Hutan: Teori dan Aplikasi***, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. (Editor: Sutanto).

Lillesand dan Kiefer, 1990, ***Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra***, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Prihandito Aryono, 1989, ***Kartografi***, Kanisius, Yogyakarta.

Sutanto, 1986a, ***Penginderaan Jauh, Jilid 1***, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Sutanto, 1986b, ***Penginderaan Jauh, Jilid 2***, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Wahana Komputer, 2004, ***Sistem Informasi Geografi dengan AutoCAD MAP***, Edisi 1, Andi, Yogyakarta.

```
# GCPs for dataset    : F:\@WROK\MSLTN\@REKTIFIKASI\CITRA.ers
#
# Total number of GCPs: 87
# Number turned on    : 87
# Warp order          : 3
# GCP CORRECTED map projection details:
#      Map Projection : SUTM49
#          Datum      : WGS84
#          Rotation   : 0.000
#
#      Point  On Locked      Cell-X    Cell-Y            To-X            To-Y      To-Z
         "1" Yes    Yes     590.960  1892.577  660211.8223000 9073256.2916000   0.00000
         "2" Yes     No    1450.100  1608.882  673105.9828000 9077503.7887000   0.00000
         "3" Yes     No     373.838  1270.419  656972.9038544 9082573.1594140   0.00000
         "4" Yes     No     564.434   832.558  659828.8292329 9089141.2065855   0.00000
         "5" Yes    Yes     572.869  1330.182  659962.8360000 9081675.0002000   0.00000
         "6" Yes    Yes     893.327  1307.441  664762.8422000 9082019.4878000   0.00000
         "7" Yes     No    1519.219  1685.058  674143.0557000 9076366.6535000   0.00000
         "8" Yes     No    1317.141  1976.559  671093.3052000 9071980.2638000   0.00000
         "9" Yes     No    1080.162  1914.698  667539.0046000 9072919.5244000   0.00000
        "10" Yes     No     795.183  1931.010  663267.4026000 9072676.6307000   0.00000
        "11" Yes    Yes     686.872  1689.354  661657.3899000 9076298.4918000   0.00000
        "12" Yes     No     559.148  1800.019  659739.4227000 9074648.7451000   0.00000
        "13" Yes     No     342.459  1851.455  656483.1032440 9073866.0630978   0.00000
        "14" Yes     No     119.506  1810.736  653145.7750000 9074462.3923000   0.00000
        "15" Yes     No      31.016  1779.075  651790.2209000 9074943.7144000   0.00000
        "16" Yes     No     111.956  1569.740  653025.8342000 9078076.7825000   0.00000
        "17" Yes     No     258.159  1852.270  655214.0523000 9073864.8998000   0.00000
        "18" Yes     No     205.031  1803.863  654426.8528000 9074593.5868000   0.00000
        "19" Yes    Yes     155.266  1547.451  653682.0535000 9078414.3957000   0.00000
        "20" Yes     No     174.335  1456.133  653975.5566000 9079776.6124000   0.00000
        "21" Yes    Yes     256.058  1381.803  655208.8167000 9080902.6654000   0.00000
        "22" Yes     No      96.127  1290.038  652801.1573000 9082257.4578000   0.00000
        "23" Yes     No     103.339  1183.592  652909.5885717 9083871.1815796   0.00000
        "24" Yes     No     100.412   983.628  652868.7432674 9086866.2315256   0.00000
```

"25"	Yes	No	162.947	1037.217	653808.8127352	9086064.1722088	0.00000
"26"	Yes	No	1373.725	2039.565	671940.8993000	9071032.8392000	0.00000
"27"	Yes	Yes	1395.086	1824.851	672262.8425000	9074264.2332000	0.00000
"28"	Yes	Yes	727.690	1154.651	662282.8221000	9084308.0962000	0.00000
"29"	Yes	No	586.975	1031.024	660181.1714000	9086163.0233000	0.00000
"30"	Yes	No	1473.733	1373.792	673460.5120000	9081032.8068000	0.00000
"31"	Yes	Yes	1613.644	749.234	675573.9671000	9090409.2399000	0.00000
"32"	Yes	No	1449.540	556.151	673092.4779000	9093284.1073000	0.00000
"33"	Yes	No	1313.277	560.759	671059.2508000	9093208.3771000	0.00000
"34"	Yes	No	1367.796	450.831	671863.4957000	9094862.2031000	0.00000
"35"	Yes	No	1289.242	348.744	670693.8611000	9096398.7229000	0.00000
"36"	Yes	No	1184.002	355.760	669115.2648000	9096288.2212000	0.00000
"37"	Yes	No	1301.917	219.741	670861.3296000	9098358.2414000	0.00000
"38"	Yes	Yes	1465.193	326.573	673327.1625000	9096746.0178000	0.00000
"39"	Yes	No	1509.169	440.067	673986.2666000	9095046.1012000	0.00000
"40"	Yes	Yes	1652.621	700.259	676167.8146000	9091137.7565000	0.00000
"41"	Yes	No	1650.694	632.624	676129.9821000	9092165.3834000	0.00000
"42"	Yes	No	1712.227	583.246	677051.2166257	9092892.4182263	0.00000
"43"	Yes	No	1705.948	811.818	676970.2573000	9089462.8916000	0.00000
"44"	Yes	No	1888.845	808.923	679705.1432833	9089506.4519694	0.00000
"45"	Yes	No	1909.270	780.710	680021.9144000	9089928.1643000	0.00000
"46"	Yes	No	1958.317	715.462	680735.8678000	9090914.3629000	0.00000
"47"	Yes	No	2003.663	835.681	681426.7008314	9089102.2116654	0.00000
"48"	Yes	No	2080.993	729.545	682585.3525897	9090694.0201100	0.00000
"49"	Yes	No	2197.693	780.958	684324.5941000	9089930.0010000	0.00000
"50"	Yes	No	2087.140	638.464	682690.6125000	9092063.1240000	0.00000
"51"	Yes	No	2321.065	730.375	686165.8679000	9090671.0522000	0.00000
"52"	Yes	No	2329.847	548.862	686314.4568390	9093402.6229607	0.00000
"53"	Yes	Yes	2124.828	100.962	683222.6807000	9100132.8558000	0.00000
"54"	Yes	No	2363.637	184.256	686816.3936000	9098875.8627000	0.00000
"55"	Yes	No	2546.104	188.332	689553.1748000	9098802.1910000	0.00000
"56"	Yes	Yes	2398.928	1071.699	687336.1694000	9085551.3395000	0.00000
"57"	Yes	No	2411.496	1000.686	687529.5236000	9086623.5193000	0.00000
"58"	Yes	Yes	2318.324	1319.207	686124.2742000	9081836.2298000	0.00000
"59"	Yes	Yes	2186.726	1841.285	684116.5391000	9074003.6763000	0.00000

"60"	Yes	No	2083.635	1802.046	682589.3782000	9074583.4088000	0.00000
"61"	Yes	Yes	2092.306	1285.505	682750.9742000	9082346.5095000	0.00000
"62"	Yes	No	2368.349	1556.503	686867.3188000	9078276.4294000	0.00000
"63"	Yes	Yes	2102.173	1940.541	682844.6609000	9072510.3650000	0.00000
"64"	Yes	Yes	2405.441	2135.211	687347.0482000	9069582.9464000	0.00000
"65"	Yes	Yes	874.163	1546.251	664477.6586000	9078441.0698000	0.00000
"66"	Yes	Yes	720.274	1593.469	662157.5719000	9077739.9693000	0.00000
"67"	Yes	Yes	335.864	1676.475	656393.9757000	9076484.6518000	0.00000
"68"	Yes	No	297.292	1572.291	655811.1244000	9078052.1490000	0.00000
"69"	Yes	Yes	357.044	1489.376	656714.9049000	9079285.6058000	0.00000
"70"	Yes	No	1115.229	745.305	668102.0633000	9090454.2290000	0.00000
"71"	Yes	No	367.507	430.062	656858.5917000	9095179.3144000	0.00000
"72"	Yes	No	332.646	525.008	656333.1868992	9093745.6330598	0.00000
"73"	Yes	No	300.761	631.075	655860.5677433	9092157.5434347	0.00000
"74"	Yes	No	135.104	654.197	653368.3369000	9091824.1866000	0.00000
"75"	Yes	No	207.060	723.402	654456.1290890	9090771.2942960	0.00000
"76"	Yes	No	166.979	794.821	653852.5256000	9089711.8155000	0.00000
"77"	Yes	Yes	420.178	812.603	657670.3335000	9089434.4007000	0.00000
"78"	Yes	No	174.398	902.663	653976.0723991	9088082.6224802	0.00000
"79"	Yes	No	94.051	1029.434	652771.5007520	9086179.8738464	0.00000
"80"	Yes	No	415.090	1051.018	657594.2065000	9085870.7132000	0.00000
"81"	Yes	Yes	670.548	607.909	661415.1029000	9092510.4028000	0.00000
"82"	Yes	No	501.993	429.388	658863.8964000	9095188.2093000	0.00000
"83"	Yes	Yes	543.114	235.584	659477.9225000	9098095.0108000	0.00000
"84"	Yes	Yes	1020.415	311.240	666651.3065000	9096970.5317000	0.00000
"85"	Yes	Yes	1978.518	431.734	681043.3678000	9095169.3115000	0.00000
"86"	Yes	Yes	1651.073	1109.077	676133.7449000	9085003.2146000	0.00000
"87"	Yes	No	1985.693	219.551	681146.6969000	9098352.0152000	0.00000

RMS error report:
Warp Type - Polynomial

#	Point	-----ACTUAL----- Cell-X	Cell-Y	---PREDICTED--- Cell-X	Cell-Y	RMS
#	"1"	590.960	1892.577	591.138	1892.074	0.5336
#	"2"	1450.100	1608.882	1449.913	1608.860	0.1885
#	"3"	373.838	1270.419	373.940	1270.465	0.1115
#	"4"	564.434	832.558	564.457	832.563	0.0243
#	"5"	572.869	1330.182	573.136	1330.529	0.4388
#	"6"	893.327	1307.441	892.929	1307.752	0.5053
#	"7"	1519.219	1685.058	1519.408	1684.623	0.4745
#	"8"	1317.141	1976.559	1317.187	1977.151	0.5935
#	"9"	1080.162	1914.698	1079.710	1914.600	0.4623
#	"10"	795.183	1931.010	794.944	1930.793	0.3225
#	"11"	686.872	1689.354	686.738	1689.194	0.2089
#	"12"	559.148	1800.019	559.305	1799.178	0.8551
#	"13"	342.459	1851.455	342.588	1851.283	0.2150
#	"14"	119.506	1810.736	120.216	1811.367	0.9503
#	"15"	31.016	1779.075	29.860	1779.195	1.1621
#	"16"	111.956	1569.740	111.517	1570.214	0.6451
#	"17"	258.159	1852.270	258.077	1851.314	0.9596
#	"18"	205.031	1803.863	205.479	1802.667	1.2774
#	"19"	155.266	1547.451	155.160	1547.722	0.2904
#	"20"	174.335	1456.133	174.533	1456.857	0.7506
#	"21"	256.058	1381.803	256.551	1381.802	0.4933
#	"22"	96.127	1290.038	96.141	1291.285	1.2472
#	"23"	103.339	1183.592	103.317	1183.635	0.0482
#	"24"	100.412	983.628	100.688	983.828	0.3406
#	"25"	162.947	1037.217	163.245	1037.397	0.3479
#	"26"	1373.725	2039.565	1374.121	2040.282	0.8190
#	"27"	1395.086	1824.851	1394.500	1824.842	0.5860
#	"28"	727.690	1154.651	727.612	1155.031	0.3876
#	"29"	586.975	1031.024	587.659	1031.210	0.7088
#	"30"	1473.733	1373.792	1472.924	1373.618	0.8273
#	"31"	1613.644	749.234	1613.607	748.684	0.5515
#	"32"	1449.540	556.151	1448.637	557.047	1.2729
#	"33"	1313.277	560.759	1313.178	562.024	1.2682
#	"34"	1367.796	450.831	1367.091	451.822	1.2160
#	"35"	1289.242	348.744	1289.577	349.351	0.6934
#	"36"	1184.002	355.760	1184.423	356.627	0.9637
#	"37"	1301.917	219.741	1301.309	218.748	1.1642
#	"38"	1465.193	326.573	1465.033	326.328	0.2933
#	"39"	1509.169	440.067	1508.522	439.643	0.7739
#	"40"	1652.621	700.259	1653.253	700.137	0.6438
#	"41"	1650.694	632.624	1650.847	631.658	0.9784
#	"42"	1712.227	583.246	1712.330	583.215	0.1076
#	"43"	1705.948	811.818	1706.615	811.741	0.6715
#	"44"	1888.845	808.923	1888.958	808.781	0.1808
#	"45"	1909.270	780.710	1910.092	780.675	0.8220
#	"46"	1958.317	715.462	1957.735	714.948	0.7758
#	"47"	2003.663	835.681	2003.760	835.643	0.1035
#	"48"	2080.993	729.545	2081.047	729.547	0.0542
#	"49"	2197.693	780.958	2197.043	780.329	0.9047
#	"50"	2087.140	638.464	2088.123	638.344	0.9903
#	"51"	2321.065	730.375	2319.857	730.829	1.2901
#	"52"	2329.847	548.862	2329.808	548.909	0.0613

```
#        "53"  2124.828   100.962  2124.859   100.818   0.1476
#        "54"  2363.637   184.256  2363.897   184.405   0.2993
#        "55"  2546.104   188.332  2546.188   189.121   0.7930
#        "56"  2398.928  1071.699  2398.451  1071.648   0.4806
#        "57"  2411.496  1000.686  2411.196  1000.226   0.5492
#        "58"  2318.324  1319.207  2318.262  1319.214   0.0628
#        "59"  2186.726  1841.285  2186.665  1841.199   0.1052
#        "60"  2083.635  1802.046  2084.282  1802.781   0.9792
#        "61"  2092.306  1285.505  2092.803  1285.594   0.5043
#        "62"  2368.349  1556.503  2369.004  1556.193   0.7250
#        "63"  2102.173  1940.541  2102.232  1940.860   0.3242
#        "64"  2405.441  2135.211  2405.198  2135.110   0.2638
#        "65"   874.163  1546.251   874.314  1546.373   0.1936
#        "66"   720.274  1593.469   719.805  1593.067   0.6175
#        "67"   335.864  1676.475   336.070  1676.587   0.2340
#        "68"   297.292  1572.291   296.987  1571.992   0.4269
#        "69"   357.044  1489.376   357.011  1489.752   0.3770
#        "70"  1115.229   745.305  1115.731   745.493   0.5361
#        "71"   367.507   430.062   367.861   429.625   0.5617
#        "72"   332.646   525.008   332.493   525.204   0.2486
#        "73"   300.761   631.075   300.661   631.090   0.1011
#        "74"   135.104   654.197   134.604   653.129   1.1792
#        "75"   207.060   723.402   206.865   723.447   0.2000
#        "76"   166.979   794.821   166.501   794.074   0.8870
#        "77"   420.178   812.603   420.732   812.858   0.6101
#        "78"   174.398   902.663   174.534   902.761   0.1673
#        "79"    94.051  1029.434    94.171  1029.609   0.2127
#        "80"   415.090  1051.018   415.337  1050.548   0.5316
#        "81"   670.548   607.909   670.676   607.986   0.1489
#        "82"   501.993   429.388   501.419   429.203   0.6031
#        "83"   543.114   235.584   543.228   235.403   0.2139
#        "84"  1020.415   311.240  1020.544   310.978   0.2924
#        "85"  1978.518   431.734  1978.671   431.483   0.2933
#        "86"  1651.073  1109.077  1650.853  1108.943   0.2577
#        "87"  1985.693   219.551  1986.180   219.464   0.4947
#
# Average RMS error :  0.542
#   Total RMS error : 47.179
# End of GCP details
```

STATISTICS FOR DATASET: CITRA.ers
REGION: SAWAH IRIGASI

	Band2	Band4	Band5
Non-Null Cells	3429	3429	3429
Area In Hectares	77.153	77.153	77.153
Area In Acres	190.648	190.648	190.648
Minimum	56.000	27.000	16.000
Maximum	68.000	54.000	60.000
Mean	59.696	34.264	32.555
Median	60.000	34.000	32.000
Std. Dev.	1.581	2.703	7.320
Std. Dev. (n-1)	1.582	2.703	7.321
Corr. Eigenval.	2.331	0.394	0.275
Cov. Eigenval.	58.389	3.943	1.076

Correlation Matrix	Band2	Band4	Band5
Band2	1.000	0.695	0.606
Band4	0.695	1.000	0.694
Band5	0.606	0.694	1.000
Determinant	0.253		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band2	0.569	-0.706	-0.422
Band4	0.594	-0.003	0.805
Band5	0.569	0.709	-0.417

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band2	0.569	0.594	0.569
Band4	-0.706	-0.003	0.709
Band5	-0.422	0.805	-0.417

Covariance Matrix	Band2	Band4	Band5
Band2	2.501	2.970	7.017
Band4	2.970	7.306	13.734
Band5	7.017	13.734	53.600
Determinant	247.664		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band2	0.134	-0.372	-0.918
Band4	0.265	-0.880	0.395
Band5	0.955	0.296	0.019

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band2	0.134	0.265	0.955
Band4	-0.372	-0.880	0.296
Band5	-0.918	0.395	0.019

REGION: TANAH LADANG

	Band2	Band4	Band5
Non-Null Cells	6445	6445	6445
Area In Hectares	145.012	145.012	145.012
Area In Acres	358.334	358.334	358.334
Minimum	55.000	37.000	44.000
Maximum	80.000	69.000	153.000
Mean	66.074	53.218	101.689
Median	66.000	53.000	99.000
Std. Dev.	4.258	6.075	17.974
Std. Dev. (n-1)	4.258	6.076	17.976
Corr. Eigenval.	1.983	0.909	0.107
Cov. Eigenval.	353.748	17.743	6.679

Correlation Matrix	Band2	Band4	Band5
Band2	1.000	-0.242	-0.185
Band4	-0.242	1.000	0.891
Band5	-0.185	0.891	1.000
Determinant	0.194		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band2	-0.294	-0.955	-0.048
Band4	0.680	-0.173	-0.712
Band5	0.671	-0.242	0.700

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band2	-0.294	0.680	0.671
Band4	-0.955	-0.173	-0.242
Band5	-0.048	-0.712	0.700

Covariance Matrix	Band2	Band4	Band5
Band2	18.133	-6.262	-14.123
Band4	-6.262	36.915	97.262
Band5	-14.123	97.262	323.123
Determinant	41924.126		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band2	-0.046	0.985	0.168
Band4	0.294	-0.147	0.944
Band5	0.955	0.092	-0.283

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band2	-0.046	0.294	0.955
Band4	0.985	-0.147	0.092
Band5	0.168	0.944	-0.283

REGION: HUTAN

	Band2	Band4	Band5
Non-Null Cells	60210	60210	60210
Area In Hectares	1354.725	1354.725	1354.725
Area In Acres	3347.599	3347.599	3347.599
Minimum	48.000	46.000	35.000
Maximum	75.000	96.000	106.000
Mean	54.233	72.086	62.637
Median	54.000	72.000	62.000
Std. Dev.	1.851	6.334	8.044
Std. Dev. (n-1)	1.851	6.334	8.044
Corr. Eigenval.	2.221	0.476	0.303
Cov. Eigenval.	87.342	19.221	1.699

Correlation Matrix	Band2	Band4	Band5
Band2	1.000	0.537	0.686
Band4	0.537	1.000	0.605
Band5	0.686	0.605	1.000
Determinant	0.321		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band2	0.580	0.553	0.599
Band4	0.552	-0.807	0.210
Band5	0.599	0.209	-0.773

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band2	0.580	0.552	0.599
Band4	0.553	-0.807	0.209
Band5	0.599	0.210	-0.773

Covariance Matrix	Band2	Band4	Band5
Band2	3.427	6.291	10.216
Band4	6.291	40.122	30.852
Band5	10.216	30.852	64.713
Determinant	2852.285		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band2	0.141	0.029	-0.990
Band4	0.555	-0.830	0.055
Band5	0.820	0.557	0.134

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band2	0.141	0.555	0.820
Band4	0.029	-0.830	0.557
Band5	-0.990	0.055	0.134

REGION: SAWAH TADAH HUJAN

	Band2	Band4	Band5
Non-Null Cells	5805	5805	5805
Area In Hectares	130.613	130.613	130.613
Area In Acres	322.751	322.751	322.751
Minimum	59.000	42.000	61.000
Maximum	86.000	68.000	128.000
Mean	76.393	57.051	98.976
Median	77.000	57.000	100.000
Std. Dev.	4.165	2.914	8.246
Std. Dev. (n-1)	4.165	2.914	8.247
Corr. Eigenval.	2.045	0.628	0.326
Cov. Eigenval.	78.302	10.371	5.176

Correlation Matrix	Band2	Band4	Band5
Band2	1.000	0.372	0.586
Band4	0.372	1.000	0.601
Band5	0.586	0.601	1.000
Determinant	0.419		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band2	0.548	0.721	0.424
Band4	0.555	-0.693	0.461
Band5	0.626	-0.018	-0.780

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band2	0.548	0.555	0.626
Band4	0.721	-0.693	-0.018
Band5	0.424	0.461	-0.780

Covariance Matrix	Band2	Band4	Band5
Band2	17.350	4.513	20.128
Band4	4.513	8.494	14.434
Band5	20.128	14.434	68.005
Determinant	4203.227		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band2	0.321	-0.947	0.019
Band4	0.212	0.091	0.973
Band5	0.923	0.308	-0.230

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band2	0.321	0.212	0.923
Band4	-0.947	0.091	0.308
Band5	0.019	0.973	-0.230

REGION: PEMUKIMAN

	Band2	Band4	Band5
Non-Null Cells	4235	4235	4235
Area In Hectares	95.287	95.287	95.287
Area In Acres	235.461	235.461	235.461
Minimum	58.000	37.000	57.000
Maximum	99.000	62.000	135.000
Mean	69.358	47.248	84.535
Median	69.000	47.000	85.000
Std. Dev.	4.390	3.525	8.051
Std. Dev. (n-1)	4.390	3.525	8.052
Corr. Eigenval.	1.735	0.781	0.485
Cov. Eigenval.	72.500	14.001	10.038

Correlation Matrix	Band2	Band4	Band5
Band2	1.000	0.222	0.464
Band4	0.222	1.000	0.403
Band5	0.464	0.403	1.000
Determinant	0.656		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band2	0.563	0.636	0.528
Band4	0.522	-0.769	0.370
Band5	0.641	0.068	-0.764

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band2	0.563	0.522	0.641
Band4	0.636	-0.769	0.068
Band5	0.528	0.370	-0.764

Covariance Matrix	Band2	Band4	Band5
Band2	19.273	3.442	16.394
Band4	3.442	12.427	11.441
Band5	16.394	11.441	64.839
Determinant	10189.374		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band2	0.300	-0.954	-0.004
Band4	0.195	0.057	0.979
Band5	0.934	0.295	-0.203

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band2	0.300	0.195	0.934
Band4	-0.954	0.057	0.295
Band5	-0.004	0.979	-0.203

REGION: AIR

	Band2	Band4	Band5
Non-Null Cells	192542	192542	192542
Area In Hectares	4332.195	4332.195	4332.195
Area In Acres	10705.088	10705.088	10705.088
Minimum	45.000	13.000	10.000
Maximum	255.000	91.000	91.000
Mean	50.859	15.787	15.800
Median	50.000	15.000	16.000
Std. Dev.	8.274	2.993	1.975
Std. Dev. (n-1)	8.274	2.993	1.975
Corr. Eigenval.	2.538	0.406	0.056
Cov. Eigenval.	77.987	2.656	0.668

Correlation Matrix	Band2	Band4	Band5
Band2	1.000	0.930	0.627
Band4	0.930	1.000	0.740
Band5	0.627	0.740	1.000
Determinant	0.058		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band2	0.586	-0.510	-0.629
Band4	0.610	-0.233	0.757
Band5	0.533	0.828	-0.175

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band2	0.586	0.610	0.533
Band4	-0.510	-0.233	0.828
Band5	-0.629	0.757	-0.175

Covariance Matrix	Band2	Band4	Band5
Band2	68.452	23.021	10.247
Band4	23.021	8.960	4.372
Band5	10.247	4.372	3.899
Determinant	138.446		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band2	0.935	-0.274	-0.223
Band4	0.321	0.394	0.861
Band5	0.148	0.877	-0.457

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band2	0.935	0.321	0.148
Band4	-0.274	0.394	0.877
Band5	-0.223	0.861	-0.457

REGION: All

	Band2	Band4	Band5
Non-Null Cells	6948696	6948696	6948696
Area In Hectares	156345.660	156345.660	156345.660
Area In Acres	386338.569	386338.569	386338.569
Minimum	0.000	0.000	0.000
Maximum	255.000	139.000	255.000
Mean	59.254	53.718	69.617
Median	60.000	59.000	76.000
Std. Dev.	8.297	19.108	28.044
Std. Dev. (n-1)	8.297	19.108	28.044
Corr. Eigenval.	2.285	0.541	0.173
Cov. Eigenval.	1074.969	109.393	36.061

Correlation Matrix	Band2	Band4	Band5
Band2	1.000	0.470	0.659
Band4	0.470	1.000	0.785
Band5	0.659	0.785	1.000
Determinant	0.215		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band2	0.530	0.796	0.293
Band4	0.575	-0.592	0.565
Band5	0.623	-0.131	-0.771

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band2	0.530	0.575	0.623
Band4	0.796	-0.592	-0.131
Band5	0.293	0.565	-0.771

Covariance Matrix	Band2	Band4	Band5
Band2	68.842	74.587	153.443
Band4	74.587	365.108	420.730
Band5	153.443	420.730	786.473
Determinant	4240527.516		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band2	0.166	0.234	-0.958
Band4	0.516	-0.849	-0.118
Band5	0.840	0.474	0.262

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band2	0.166	0.516	0.840
Band4	0.234	-0.849	0.474
Band5	-0.958	-0.118	0.262

Area Summary Report for CITRA_CLASS_REVISI.ers

Class/Region	Hectares	Sq. Km	Acres	Sq. Miles
AIR	25724.813	257.248	63567.401	99.324
HUTAN	39925.755	399.258	98658.697	154.154
PEMUKIMAN	30496.748	304.967	75359.110	117.749
SAWAH IRIGASI	1884.825	18.848	4657.504	7.277
TANAH LADANG	35792.280	357.923	88444.657	138.195
SAWAH TADAH HUJAN	22521.240	225.212	55651.200	86.955
All	156345.660	1563.457	386338.569	603.654

Area Summary Report for CROP_CITRA_CLASS_REVISI.ers

Class/Region	Hectares	Sq. Km	Acres	Sq. Miles
AIR	5794.515	57.945	14318.559	22.373
HUTAN	4574.408	45.744	11303.608	17.662
PEMUKIMAN	608.355	6.084	1503.278	2.349
SAWAH IRIGASI	27.383	0.274	67.664	0.106
TANAH LADANG	5175.968	51.760	12790.095	19.985
SAWAH TADAH HUJAN	531.563	5.316	1313.520	2.052
All	16712.190	167.122	41296.724	64.526

Raw Count Confusion matrix for:

Reference Dataset - CITRA_REGION_vsd_class.ers
Classified Dataset - CITRA_CLASS_REVISI.ers
Overall Accuracy: 98.553% from 272666 observations
Kappa statistic: 0.968

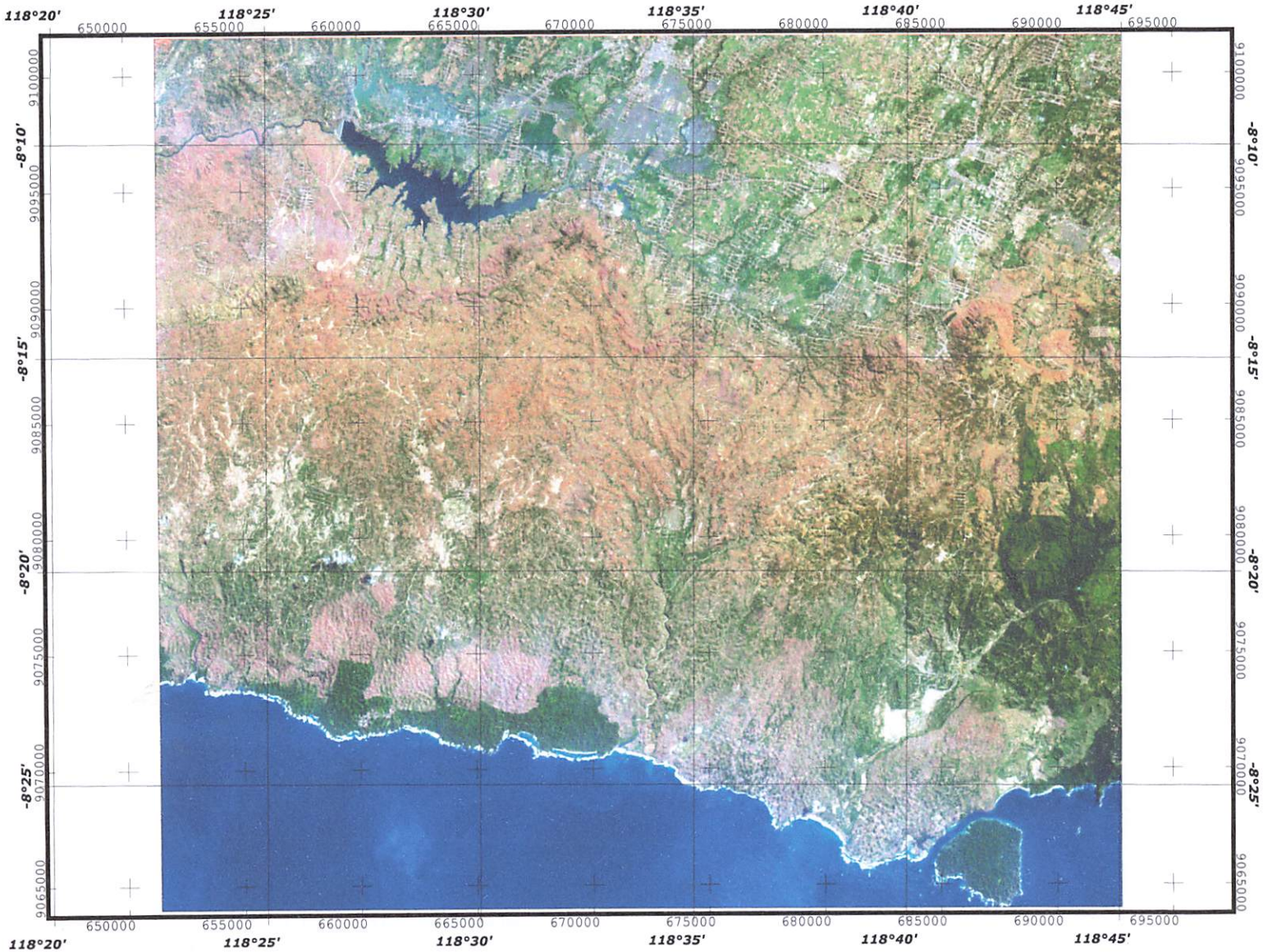
Classified File\Reference File

	SAWAH IRIG	TANAH LADA	HUTAN	SAWAH TADA	PEMUKIMAN	AIR
SAWAH IRIGASI	3397	14	0	0	2	31
TANAH LADANG	4	3616	51	256	2355	3
HUTAN	0	2	60088	0	2	0
SAWAH TADAH H	0	155	0	5539	251	0
PEMUKIMAN	9	259	16	311	3858	27
AIR	18	176	0	0	4	192222

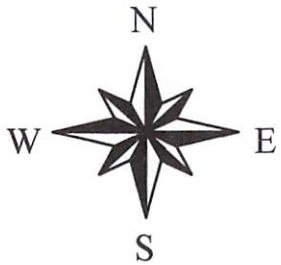
Producer's Accuracy Confusion matrix for:
Reference Dataset - CITRA_REGION_vsd_class.ers
Classified Dataset - CITRA_CLASS_REVISI.ers
Overall Accuracy: 98.553% from 272666 observations
Kappa statistic: 0.968

Classified File\Reference File

	SAWAH IRIG	TANAH LADA	HUTAN	SAWAH TADA	PEMUKIMAN	AIR
SAWAH IRIGASI	99.096%	0.332%	0.000%	0.000%	0.031%	0.016%
TANAH LADANG	0.117%	85.647%	0.085%	4.193%	36.388%	0.002%
HUTAN	0.000%	0.047%	99.889%	0.000%	0.031%	0.000%
SAWAH TADAH H	0.000%	3.671%	0.000%	90.714%	3.878%	0.000%
PEMUKIMAN	0.263%	6.135%	0.027%	5.093%	59.611%	0.014%
AIR	0.525%	4.169%	0.000%	0.000%	0.062%	99.968%

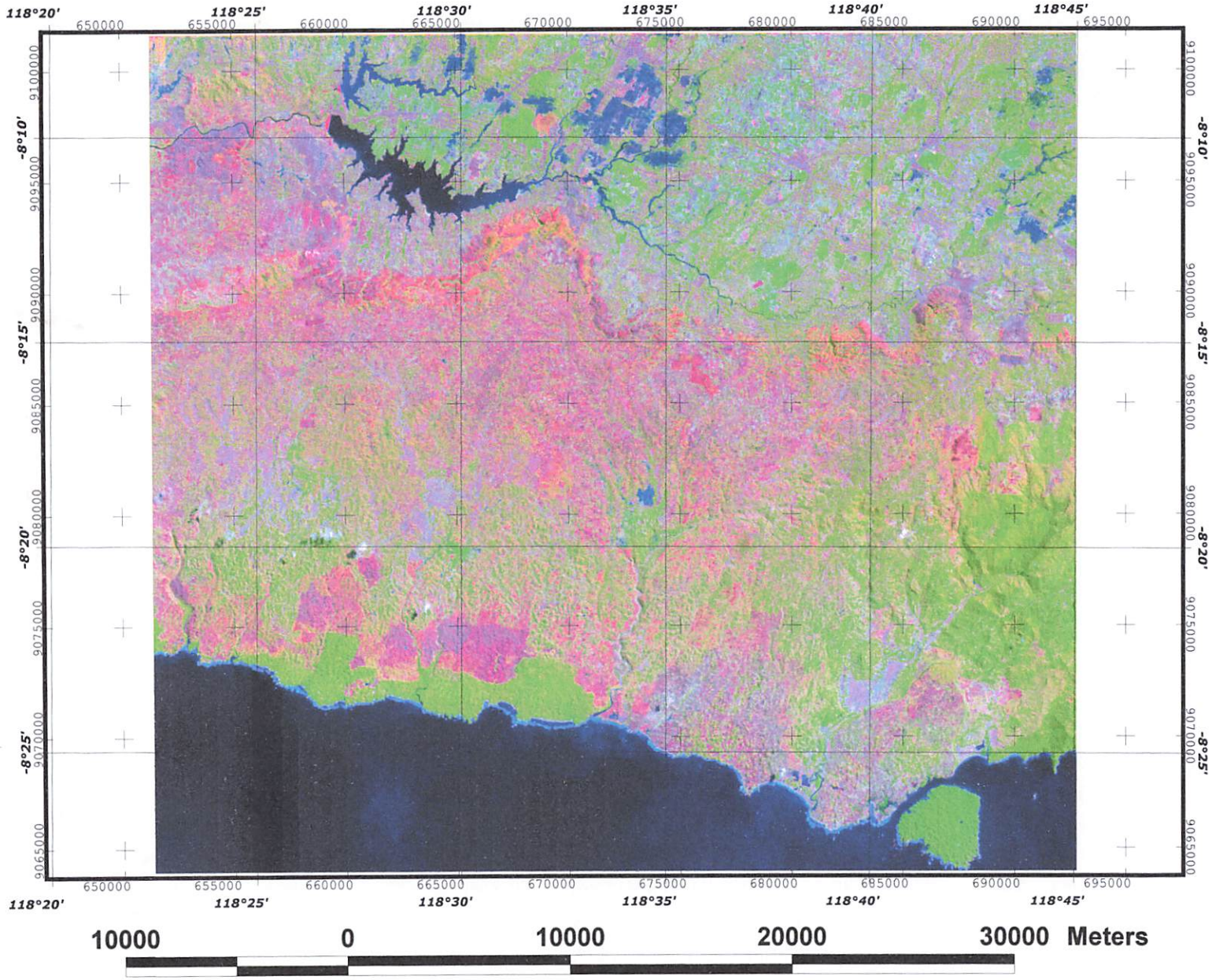


CITRA LANDSAT 7 ETM+ RGB 321

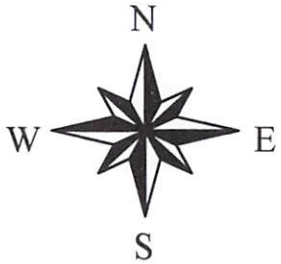


SISTEM PROYEKSI : UTM
ELLIPSOID : WGS '84
ZONA : 49 S
SISTEM GRID : UTM DAN GEODETIS

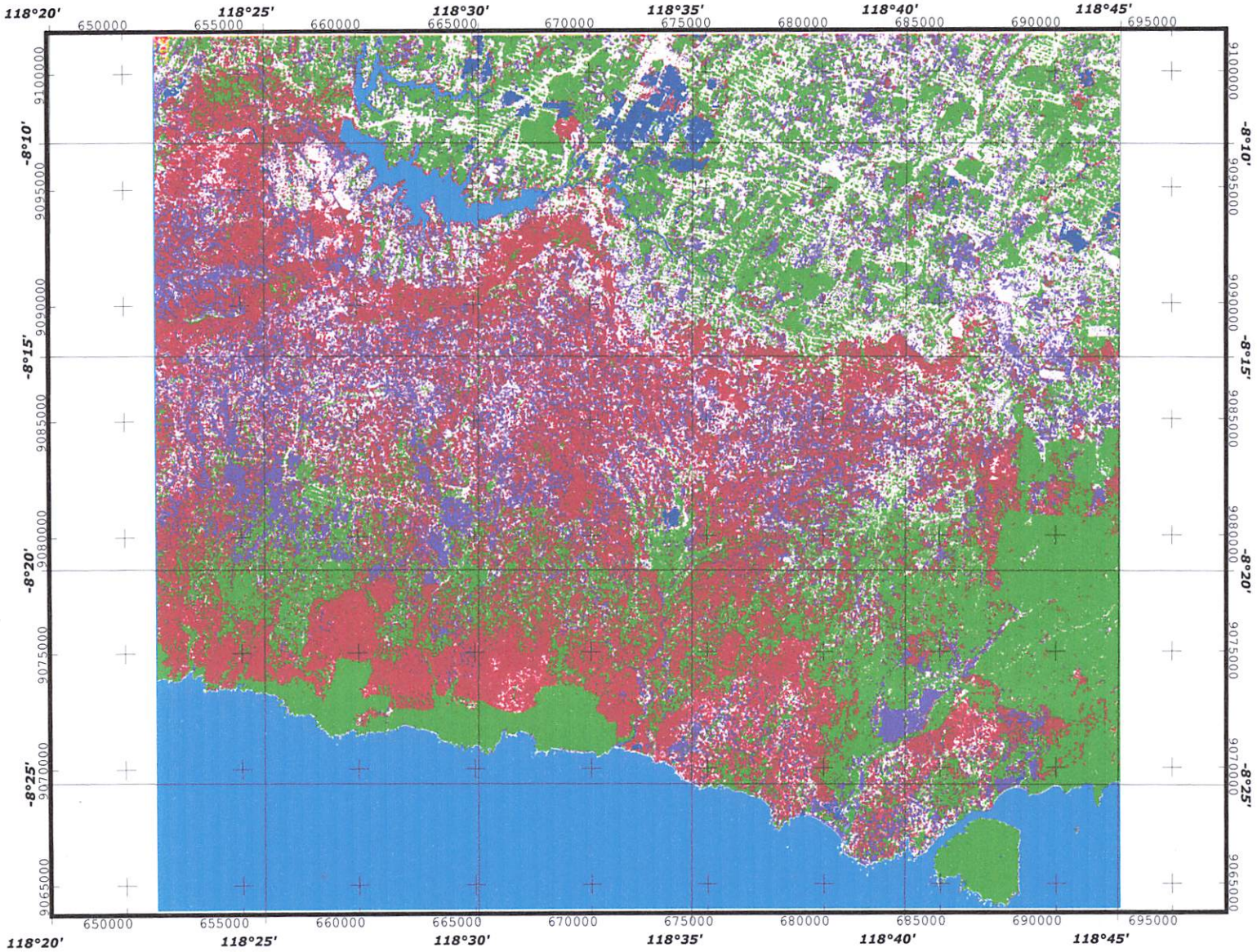
10 0 10 20 30 Kilometers



CITRA LANDSAT 7 ETM+ RGB 542



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



HASIL KLASIFIKASI

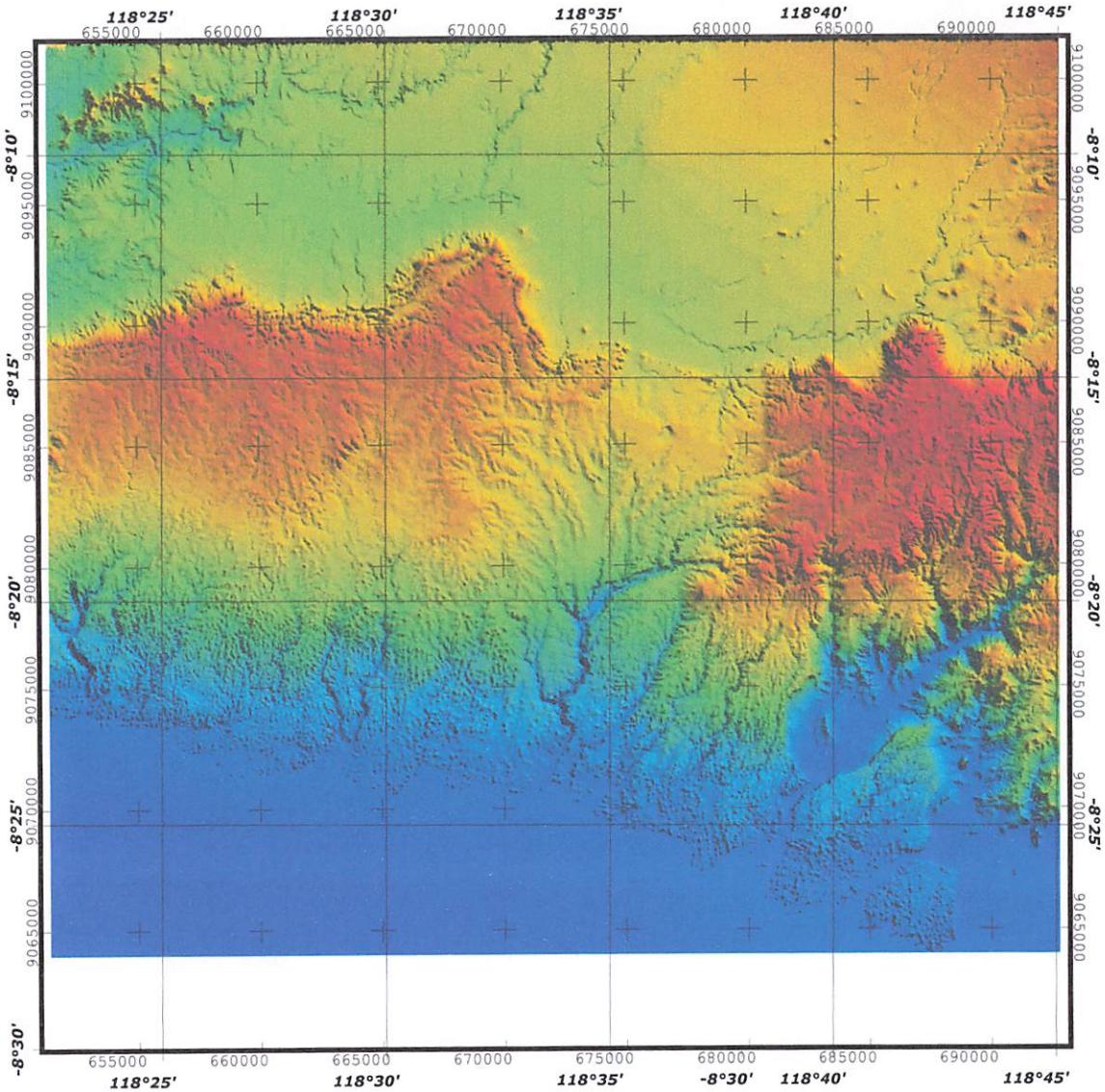
N
W E
S

LEGENDA

- AIR
- SAWAH IRIGASI
- SAWAH TADAH HUJAN
- HUTAN
- TANAH LADANG
- PEMUKIMAN

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

10 0 10 20 30 Kilometers



DEM (DIGITAL ELEVATION MODEL)

SKALA 1:300000

10 0 10 Km

LEGENDA :

- 0 - 20 m
- 40 - 80 m
- 100 - 160 m
- 180 - 200 m
- 220 - 240 m
- 260 m
- 280 m
- 300 m
- 320 - 340 m
- 360 m
- 380 m
- 400 - 440 m
- 460 - 500 m
- 520 - 580 m
- 600 - 640 m
- 660 - 700 m

Sistem Proyeksi : UTM
Ellipsoid : WGS '84
Zona : 49 S
Sistem Grid : UTM dan Geodetis

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bend. Sigura-gura No.02
Malang

LEMBAR ASISTENSI

TUGAS AKHIR

Nama : WURIYANTOTO
NIM : 98.25.022

DOSEN PEMBIMBING :
Ir. M. Nurhadi, MT

NO	TANGGAL	CATATAN / KETERANGAN	TTD. DOSEN
	21-03-05	. Perbaiki Klasifikasi . Perlihatkan RMS Error dari Koreksi Geometri . Singkatan pada peta, dijelaskan . Training Sampel	
	23-03-05	. Buat Ringkasan Seminar hasil	
	29/3 05	Acc Seminar hasil . Jenis tutupan lahan . Verifikasi lapang / Ground check . Training Sampel.	
	5/3 05	Acc jilid	

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bend. Sigura-gura No.02
Malang

LEMBAR ASISTENSI

TUGAS AKHIR

Nama : WURIYANTOTO
NIM : 98.25.022

DOSEN PEMBIMBING :
Ir. D.K. Sunaryo, Ms.Tis

NO	TANGGAL	CATATAN / KETERANGAN	TTD. DOSEN
01	06.03.05	Sempurnakan bab I & bab II agar berpedoman pada tema tugas akhir	
02	08.03.05	Lanjutkan ke bab berikutnya	
03	10.03.05	Pelaksanaan penelitian setelah dg proses pengolahan serta tidaknya proses dg software.	
04	15.03.05	yang di revisi di sempurnakan	
05	18.03.05	pembahasan di sempurnakan setelah dg tema penelitian serta lihat tujuan untuk menyusun tujuan dg pembahasan	
06	23.03.05	Sempurnakan pembahasan + kesimpulan	
07	28.03.05	Sempurnakan ke simpulan maju seminar hasil	
08	17.05.05	Acc jilid	

PERUM PERHUTANI

(PERUSAHAAN UMUM KEHUTANAN NEGARA)

BIRO PERENCANAAN DAN PENGEMBANGAN PERUSAHAAN

UNIT II JAWA TIMUR

Jalan Kawi 9 Malang

Telepon : 324706 (Kep. Biro)
: 325409 (KSPPU)
: 362401 (KTU / UMUM)
: 364400 (KSPP)
: 366268 (KSPSPH)
Kawat : Perumperhutbph Malang
Fax. : 369362

Bank : Bank Mandiri Cabang Malang
Bank BNI 1946 Cabang Malang

Nomor : 180 /016.3/SDM/Renbang/II

Lampiran : -

Perihal : Permohonan Data dan Informasi

Malang, 27 Desember 2004

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Tegnologi Nasional Malang
di-
MALANG

Berkenaan dengan surat Saudara No. ITN-2466/III.TA/5/2004 tanggal. 7 Desember 2004, perihal tersebut diatas, dengan ini diberitahukan bahwa sepanjang tidak mengganggu kegiatan rutin yang ada pada prinsipnya kami tidak keberatan dan memberikan ijin Pengambilan data dan Informasi kepada Mahasiswa an. WURIYANTOTO pada Wilayah Perum Perhutani KPH Malang

Dengan persyaratan sebagai berikut :

1. Biaya selama mengadakan Ijin Pengambilan Data dan Informasi, ditanggung oleh Mahasiswa yang bersangkutan.
2. Setelah melaksanakan kegiatan tersebut diatas yang bersangkutan diminta agar menyerahkan laporannya 1 (satu) buku ke Kantor Biro Renbang Perusahaan.

Demikian untuk menjadi maklum.

Kepala

PERUM PERHUTANI UNIT II JAWA TIMUR MALANG BIRO PERENCANAAN

Ir. PURWANTO.
NIP. 080 035 359.

Tembusan Kepada Yth.
1. Kepala Biro SDM dan Umum
   Perum Perhutani Unit II Jatim di Surabaya
2. Adm Perhutani /KKPH Malang di Malang.
3. Yang bersangkutan.

PERUM PERHUTANI
(PERUSAHAAN UMUM KEHUTANAN NEGARA)
KESATUAN PEMANGKUAN HUTAN MALANG
Jln. Dr. Cipto No. 14 Telpon 0341-366317 Malang

Telepon Kantor : 0341-366317
Kawat : Perumhutkph
Fax : 0341 - 356408

Bank : BNI 46 Cabang Malang
Mandiri Jl. Merdeka Selatan Malang

Nomor : 68 /016.5/TKU/MLG/II
Lampiran : -
Perihal : Permohonan Data & Informasi

Malang, 31 Januari 2005

Kepada Yth.
Asper / KBKPH Sengguruh
Di
KEPANJEN

Berdasarkan Surat Biro Perencanaan dan Pengembangan Perusahaan Perum Perhutani Unit II Jawa Timur Nomor : 180/016.3/SDM/Renbang/II tanggal 27 Desember 2004 perihal seperti pada pokok surat bersama ini diberitahukan dengan hormat hal - hal sebagai berikut :

1. *Pada prinsipnya diijinkan untuk mengambil data & informasi atas nama Mahasiswa :*
   Nama : WURIYANTOTO
   Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan
   Institut Tegnologi Nasional Malang
   Tempat Kegiatan : RPH Sumbermanjing Kulon
   Waktu Kegiatan : 1 (satu) bulan terhitung mulai dibuatnya surat
2. Segala biaya selama penelitian ditanggung oleh Mahasiswa yang bersangkutan dan wajib mentaati segala tata tertib dan peraturan yang berlaku di Perum Perhutani KPH Malang
3. Kepada Mahasiswa yang telah selesai melaksanakan penelitian diwajibkan menyerahkan laporan / hasill penelitiannya 1 (satu) buku ke Perum Perhutani KPH Malang.

Hal - hal yang bersifat khusus harus mendapat ijin dari Administratur / KKPH Malang.

Demikian untuk menjadikan maklum.

An. Administratur / KKPH Malang
Ajun Administratur

PERUM PERHUTANI K.P.H. UNIT II JAWA TIMUR MALANG

HANGGUL SYARWEDI
NIP. 7 600 247

Tembusan Kepada Yth :
1. Ajun Adm / KSKPH Malang Timur
2. KRPH Sumbermanjing Kulon
3. Sdr. Wuriyantoto
   Mhs. Fak. Teknik Sipil dan Perencanaan
   Institut Tegnologi Nasional Malang
   Di Malang