

**PEMANFAATAN PENGINDERAAN JAUH  
UNTUK MONITORING KERUSAKKAN  
HUTAN**

**(Studi Kasus : Kota Palangka Raya, Prop. Kal-Teng)**

**SKRIPSI**



**Di Susun Oleh :  
SRI SUMARTI  
98. 25. 038**

**MILIK  
PERPUSTAKAAN  
ITN MALANG**

**JURUSAN TEKNIK GEODESI (S1)  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
JULI 2005**

PEMANFAATAN PENGINDEKSIAN JAUH  
UNTUK MONITORING KEBERAKSIAN  
HUTAN

(Studi Kasus : Kota Bengkulu Prop. Bengkulu)

SIMPULAN

1. PENDAHULUAN  
2. TINJAUAN PUSTAKA  
3. METODE PENELITIAN  
4. HASIL DAN PEMBAHASAN  
5. PENUTUP

Disusun oleh :  
SRI SUKANTI  
08.22.038

JURUSAN TEKNIK GEODESI (S1)  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
JULI 2005

**Halaman Pengesahan**

**PEMANFAATAN PENGINDERAAN JAUH  
UNTUK MONITORING KERUSAKAN HUTAN  
(Studi Kasus : Kota Palangka Raya, Prop. Kal-Teng)**

**Di Serahkan kepada Jurusan Teknik Geodesi (S1)  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Nasional Malang**

**Persetujuan ini diberikan kepada :**

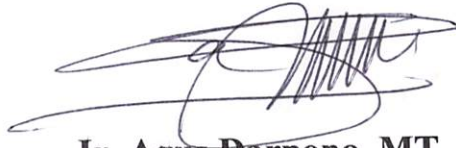
Nama : Sri Sumarti  
Nim : 98. 25. 038  
Jurusan : Teknik Geodesi (S1)  
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

**Pembimbing I**



**Ir. M. Nurhadi, MT**

**Pembimbing II**



**Ir. Agus Darpono, MT**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Geodesi (S1)**



**Ir. D. K. Sunaryo, Ms, Tis**

## Lembaran Penguji

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

Pada Hari/Tanggal 21 Maret 2005  
Panitia Ujian Akhir

Ketua,  
Dekan Fakultas  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan



Ir. Agustina Nurul, H, MTP

Sekretaris,  
Ketua Jurusan  
Teknik Geodesi (S1)



Ir. D. K. Sunaryo, Ms, Tis

Anggota Penguji :

Penguji I,




Ir. D. K. Sunaryo, Ms, Tis

Penguji II,



Ir. Rinto Sasongko, MT

Penguji III,



Ir. M. Nurhadi, MT

## Halaman Persembahan

Tinai ketun malalus auhKU Tingak Suntu di jadi ajarKu, sama rima kilau ketun sinta arep ketun, sinta bakas ketun dan ketun kea jari sinta AKU. Maka ketun kareh akan Belum Selamat, Batuah, Marajaki, dan Panjang Umur. (Tingak ajar Ranvina Hatalla: Panaturan).



Loka samgraham samyuktam; Widatra wihitam puram; Suksma dharmarthaniatam; Satam cariam uttamam.

Dharma adalah ketulusan dan Kejujuran Hati Nurani, dan kesentosaan umat manusia dan kesejahteraannya datang dari Dharma.

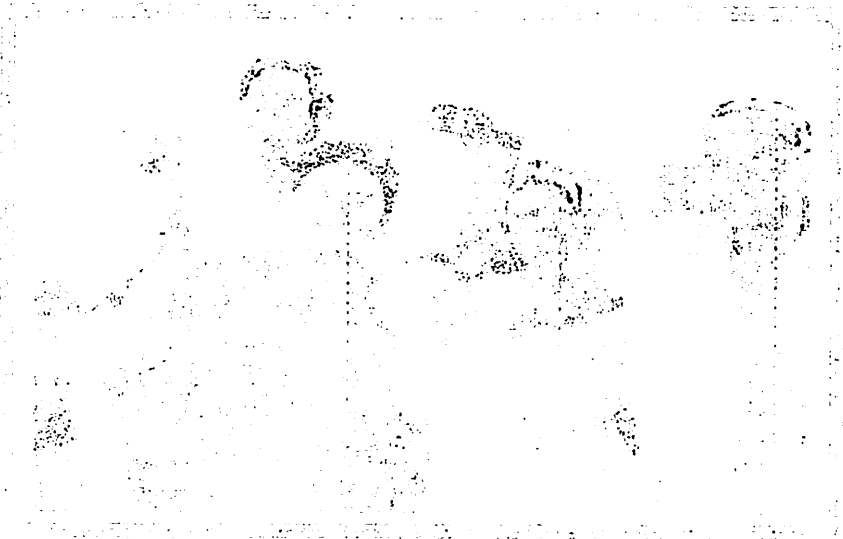
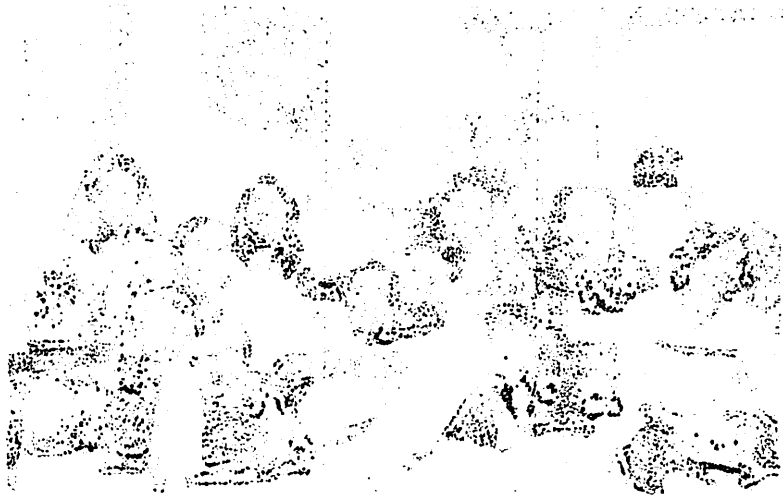
(Santi Parwa, 225-26).

“Saat keraguan menghantuiku, saat kekecewaan tampak diwajahku, dan tak kulihat seberkas sinar harapan di cakrawala....., Aku kembali ke Bhagavad-Gita dan menemukan suatu sloka menghibur hatiku : Dan aku tersenyum, di tengah-tengah kesedihan yang melanda. Barang siapa yang merenungkan Gita akan mendapat Suka-cita segar dan makna baru dari-Nya setiap hari”. (M. K Gandhi)

- Terima kasih dengan Ranying Hatalla Langit, Ida Sang Hyang Widhi Wasa, Tuhan Yang Maha Esa, Penyang Ije Kasimpei, Penyang Ranying Hatalla Langit. Hanya dengan rahmat, kasih, dan kuasa-Nya maka proses dari awal sampai akhir dari laporan Skripsi ini dapat terselesaikan. Sahey.
- Akan Mamah, Bapa terima kasih atas doa restu, bantuan moral, moril dan kasih sayang yang diberikan kepada Anaknda selama ini, mulai dari embrio sampai menjadi alumni ITN-Malang, yang tidak dapat diuraikan dengan kata-kata, yang ada hanya ketulusan hati untuk mengucapkan terima kasih, dan aku sayang kalian.
- Akan Tambi, Bue, terima kasih atas kasih sayang selama ini, karena dengan doa dan restu kalian jualah, maka esu-tuh tau jadi Sarjana, sesuai dengan kaharap dan cita-cita. Semoga Tambi dan Bue diberi umur panjang, ketabahan, dan kesehatan oleh Ranying Hatalla Langit. Kute kea dengan Sahur parapah ayu Tambi-Bue dijadi dohop aku katahintuh. Sahey.
- Ade Sari Luhing Lamiang (Botak), makasih atas surat kecilnya, yang selalu menjadi pecutan semangat dalam bekerja. Kaka Uci sayang ade, moga ade cepat besar, rajin belajar, bisa menjadi seperti Harapan mamah, papah dan cita-cita ade sendiri.
- Toloy, capat-capat te sakula, ela badungil, trims doanya. Moga U cepatan nyusul jadi Sarjana.
- Mina/mama dan uras keluarga terima kasih atas doa, saran dan dukungan yang telah diberikan, baik yang terlihat ataupun tidak, terima kasih yang sebesar-besarnya, semoga Ranying Hatalla membalasah. sahey
- Alm. Opa (Amang Wawan D. U. DJunas, ST) terima kasih atas bantuan selama ini, karena peranan, contoh-teladan yang diberikan akan kekal di hati ini, semoga Om sanang mangat hung sisi Ranying Hatalla. Sahey.
- Egi'c terima kasih atas semuanya, keluh kesah, duit, bete, muarahnya aku selama ini.
- Altong Jay, thanks atas bantuannya selama ini, tugas", dan kesibukkan lainnya (komputer, anter-jemput, duit (he..he..he..), ....dll). Trims.
- Tambi Marina dan bue, terima kasih atas bantuannya selama uci numpang di Rumah.
- Ortu Egi'c trims atas doanya dan maaf atas kesalahan yang telah kita lakukan.
- Buat Unei + Linda and btroher's thaks atas bantuanya. Semoga Tuhan akan membalas kebaikan kalian, dan semoga cepat lulus juga.
- To Mr. Paning Lungai and Tix"ax thanks for you help guy's.
- To temen" Camp belakang (Wahyu, Lu'k, Teguh, Nyong, Syamsul, Jekpri, Galih, To" (Wuri), mbak Ety, Mbak Di, dll... maaf, aku lupa namanya, terima kasih atas kerja samanya selama kita bekerja bareng.
- Teman-teman 98" thaks for ever think guy's.
- Buat teman" Geodesi all angktn. Trims atas suportnya selama ini.
- Buat teman" kost (Gita, Ani, Norma (Jum")) aku sayang kalian dan trims atas bantuanya, semoga sukses.
- Buat mas Wedo trims bantuannya, maaf kita belum bisa nge-balasin karena lagi menyibukkan diri, moga cepat dapat rejeki yang lebih banyak lagi and nambah momongan.

- Buat mas" and mbak"e koncone Mbak Ety, makasih atas bantuannya, dan semoga semuanya cepat sukses.
- Buat Iping and wife trims, ingat kita waktu satu rumah.....
- Cugrik (C'rag)cepat dapat jodohnya. Siap Ndant. Tukuy...ela cara busau.
- To Dina trims atas pinjamannya (Johan). Moga kalian masih jalan bareng. Jo moga hasilnya sukses and trims bantuannya kemaren" waktu ai kerja.
- Buat Geodesi angktn. 01 (Nita, lfa, Yani, ....dll) trims dukungan morilnya, moga cepat nyusul jadi alumni.
- Buat teman" yang baca laporan ini, terima kasih kepada anda-anda semuanya karena tanpa kita bertemu, kita, aku, ataupun anda sendiri tidak akan bisa melalui semuanya ini, kalau jalan sendiri-sendiri tidak akan ada sebuah cerita (story) ataupun kenangan.
- Buat Wisnu dan Ade (Puspita) maaf telah membuat kalian menderita tapi biar bagaimanapun k-2 tetap sayang dan merindukan kalian berdua. Maaf atas semuanya.







## KATA PENGANTAR

Om Swasty Astu,  
Tabe Selamat Lingu Nalatai Dengan Hormat Karendem Malempang,

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Ranying Hatala Langit, Ida Shang Hyang Widi Wasa, Tuhan Yang Maha Esa, hanya dengan karunia dan berkah yang dilimpahkan kepada umatnya ini, maka Laporan Skripsi/Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Laporan Skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi guna memperoleh gelar Sarjana Srata Satu pada Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Penyusun tau begitu banyak rintangan dan hambatan-hambatan yang di hadapi dalam proses dan penyusunan Laporan skripsi ini, yang membuat hampir putus asa dan mundur, namun hanya dengan limpahan kasih sayang dan dorongan semangat baik yang berupa moril ataupun materi yang diberikan oleh orang-orang yang berada di sekeliling penyusun, maka laporan ini dapat terselesaikan dengan baik. Rasa trimakasih yang saya ucapkan setulus hati yang tidak dapat saya uraikan kepada orang-orang yang mendukung semua proses ini dari awal sampai akhir, semoga Ranying Hatala Langit, Ida Shang Hyang Widi Wasa, Tuhan Yang Maha Esa memberikan berkah dan karunia kepada anda semua.

Begitu banyak kekurangan-kekurangan yang ada pada penyusunan laporan ini, sehingga penyusun menerima kritik dan saran yang membangun, yang diberikan guna memperbaiki keterbatasan-keterbatasan tersebut untuk meningkatkan kualitas dan manfaatnya, semoga dapat berguna kepada mahasiswa/i Jurusan Teknik Geodesi dan pembaca pada umumnya.

Tidak lupa penyusun ucapkan terima kasih kepada :

1. Ketua Penguji Tugas Akhir, Dekan Fakultas FTSP, ibu Ir. Agustina Nurul, H, MTP.
2. Ketua Jurusan Teknik Geodesi (S1) Bapak Ir. D. K Sunaryo, Ms. Tis, yang telah memberikan pengarahan, waktu dan bimbingan, serta dorongan dan motivasi dalam proses penyusunan laporan ini.
3. Bapak Ir. M. Nurhadi, MT, selaku Dosen Pembimbing I dan Dosen Wali, penyusun menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya atas waktu dan kesabaran serta bimbingan yang di berikan kepada penyusun bukan Cuma pada saat penyelesaian laporan ini saja, tetapi dari awal sebagai maba dan akhir sebagai seorang alumni.
4. Bapak Ir. Agus Darpono, MT , selaku Dosen Pembimbing II terima kasih yang sebesar-besarnya atas waktu dan kesabaran serta bimbingan yang di berikan kepada penyusun.
5. Kepada Orang Tua dan Keluarga terima kasih atas dorongan semangat baik moril dan materi.
6. Kepada teman-teman yang tidak bisa penyusun sebutkan satu persatu, terima kasih atas semua bantuannya. Trims.

Semoga apa yang telah kalian berikan, akan berguna dan terkenang di hati selamanya, akhir kata penyusun mengucapkan terima kasih. Sahey.

Om Santi Santi Santi Om

Malang, Juli 2005

Penyusun

## DAFTAR ISI

	<b>Hal</b>
Lembaran Asistensi.....	ii
Lembaran Pengesahan.....	iii
Lembaran Penguji.....	iv
Persembahan.....	vii
Kata Pengantar.....	ix
Daftar Isi.....	xii
Datar Gambar.....	xv
Daftar Tabel.....	
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	5
1.7 Metodologi Penelitian.....	6
1.7.1 Studi Lapangan.....	6
1.7.2 Studi Literatur.....	6
1.7.3 Studi Laboratorium.....	6
 <b>BAB II DASAR TEORI</b>	
2.1 Pendahuluan.....	7
2.1.1 Selayang Pandang Kota Palangka Raya.....	7
2.1.2 Pengembangan Kehutanan.....	11
2.2 Hutan.....	12
2.2.1 Pengertian Hutan.....	13
2.2.2 Hutan Gambut.....	15
2.2.3 Jenis Hutan.....	17
2.2.4 Fungsi Hutan.....	23
2.2.5 Hutan dan Undang-undangnya.....	24
2.2.5.1 Asas-asas Hukum Kehutanan.....	26
2.2.5.2 Hubungan Negara Dengan Hutan.....	30
2.2.6 Kerusakan Hutan.....	31
2.3 Teknologi Penginderaan Jauh.....	34
2.3.1 Defenisi Penginderaan Jauh.....	35
2.3.2 Komponen Penginderaan Jauh.....	37
2.3.3 Citra Penginderaan Jauh.....	48
2.3.3.1 Citra Bersifat Optik.....	48
2.3.3.2 Citra bersifat Analog.....	49
2.3.3.3 Citra Bersifat Digital.....	49
2.3.4 Sistem Penginderaan Jauh Untuk Sumber Daya Alam (Kehutanan).....	51
2.4 Karakteristik Citra Landsat.....	52
2.4.1 Citra Landsat- 5 TM.....	54

2.4.2	Citra Landsat 7 ETM+.....	57
2.5	Sistem Dan Konsep Pengolahan Data Citra Digital.....	60
2.5.1	Konsep Resolusi.....	63
2.5.2	Perangkat Sistem Pengolahan Citra.....	67
2.5.2.1	Perangkat Keras.....	67
2.5.2.2	Perangkat Lunak.....	71
2.5.3	Prinsip Dasar Pengolahan Citra Digital.....	72
2.5.3.1	LUT.....	73
2.5.3.2	Citra Komposite Warna.....	74
2.6	Konsep Restorasi Citra.....	78
2.6.1	Kualitas Citra.....	79
2.6.1.1	Penilaian Kualitas Citra.....	79
2.6.1.2	Beberapa Parameter Kualitas Citra.....	80
2.6.2	Koreksi (Restorasi) Citra.....	85
2.6.2.1	Koreksi Radiometrik Citra Landsat.....	86
2.6.2.2	Koreksi Geometrik Citra Landsat.....	86
2.7	Aplikasi Pengolahan Data Citra.....	89
2.8	Teknik Pengolahan Citra.....	91
2.8.1	Teknik Penajaman Citra.....	91
2.8.2	Penajaman Kontras.....	91
2.8.3	Pemfilteran.....	93
2.8.4	Interpretasi Citra Landsat.....	93
2.8.5	Klasifikasi Citra Landsat.....	95
2.8.5.1	Klasifikasi Terbimbing.....	97
2.8.5.1.1	Metode Jarak Minimum Rata-rata Kelas.....	101
2.8.5.1.2	Klasifikasi Berdasarkan Strategi “Parallelepiped”.....	102
2.8.5.1.3	Klasifikasi Berdasarkan Fungsi Normal “Gauss” Kemiripan Maksimum.....	103
2.8.5.1.4	Tahap Latihan.....	108
2.8.5.1	Klasifikasi Tak Terbimbing.....	109
2.9	Tinjauan Pustaka.....	114

### **BAB III METODELOGI PENELITIAN**

3.1	Persiapan.....	116
3.2	Data dan Cara Penelitian.....	116
3.2.1	Data Penelitian.....	116
3.2.2	Alat Penelitian.....	117
3.2.3	Lokasi Penelitian.....	118
3.2.4	Diagram Alir Penelitian dan Proses.....	121
3.3	Proses Import/Pemasukkan Data.....	123
3.3.1	Menampilkan Data Raster.....	123
3.3.2	Import Data Vektor.....	124
3.3.3	Menampilkan Data Vektor.....	125
3.4	Proses Restorasi Citra.....	125
3.4.1	Koreksi Geometrik.....	126

3.4.2 Pembuatan Citra Komposite.....	128
3.4.3 Penajaman Citra.....	129
3.5 Proses Cropping Citra.....	131
3.6 Proses Klasifikasi Citra.....	134
3.6.1 Klasifikasi Citra.....	134
3.6.2 Menentukan Sampel Area.....	134
3.6.3 Proses Klasifikasi Terbimbing.....	136
3.7 Proses Overlay Citra.....	137
3.8 Proses Cek Lapangan/Ground Truth.....	138
 <b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN PENELITIAN</b>	
4.1 Proses Pengolahan Citra.....	145
4.1.1 Citra Komposite dan Penajaman Citra.....	145
4.1.2 Koreksi Geometrik.....	146
4.1.3 Interpretasi Visual Citra Landsat.....	148
4.1.4 Hasil Proses Klasifikasi.....	152
4.1.5 Tumpang Susun (Overlay) Data Tahun 1994, 1997, 2000 dn 2003.....	154
4.2 Uji Lapangan atau Ground Truth.....	157
 <b>BAB V KESIMPULAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	169
5.2 Saran-saran.....	170
Datar Pustaka.....	xvi
Lampiran.....	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar		Hal
1.1	Peta lingkup objek pengamatan daerah batas administrasi Kota Palangka Raya 2003.	3
2.1	Peta lingkup objek pengamatan daerah batas administrasi Kota Palangka Raya 2003.	7
2.2	Kondisi hutan Kota Palangka Raya	11
2.3	Kondisi hutan gambut Kota Palangka Raya	15
2.4	Gambar contoh kerusakan hutan Kota Palangka Raya	32
2.5	Gambar contoh tindakan ilegal logging	33
2.6	Penginderaan jauh elektronik untuk sumber daya	35
2.7	Komponen dasar penginderaan	36
2.8	Energi Elektro Magnetik	39
2.9	Spektrum Elektro Magnetik	40
2.10	Infra RED	41
2.11	Visible	42
2.12	Interaksi Energi	44
2.13	Karakteristik Signal	47
2.14	Nilai Digital Number	53
2.15	Color Composite 432	54
2.16	Citra Landsat 7 ETM+ rekaman tahun 2003	59
2.17	Ukuran minimum objek yang masih bisa dipresentasikan piksel murni (Pure Piksel)	65
2.18	Citra True Color dari Landsat 7	74
2.19	Citra False Color dari Landsat 7	75
2.20	Grafik Hubungan Linier Derajat keabuan dengan nilai digital	76
2.21	Grafik Hubungan Linier Derajat keabuan dengan nilai digital sebelum dan sesudah perbaikan	77
2.22	Distorsi Tak-Sistematik dari Koreksi Geometrik	83
2.23	Distorsi Sistematik dari Koreksi Geometri	83
2.24	Tahap Klasifikasi Terbimbing	98
2.25	Model Pengenalan Pola Statistik	99
2.26	Pengamatan piksel dari ciri seleksi objek pada diagram pencar	101
2.27	Strategi jarak minimum rata-rata kelas	102
2.28	Strategi Parallepiped	103
2.29	Fungsi Probabilitas nilai densitas berdasarkan kemiripan maksimum	104
2.30	Kontur Probabilitas nilai densitas piksel	105
2.31	Kontur Probabilitas nilai densitas piksel	106
2.32	Contoh bentuk pola Cluster	111
2.33	Kelas spektral pada data citra dua saluran	112
3.1	Lokasi Penelitian	118
3.2	Tampilan algoritma ekstensi lokasi penelitian	119
3.3	Tampilan algoritma center point lokasi penelitian	120

3.4	Tampilan citra Landsat daerah Kota Palangka Raya	123
3.5	Kotak dialog Import and GIS format	124
3.6	Kotak dialog Import Autocad_DXF	125
3.7	GCP Setup	126
3.8	Daerah yang dipasang GCP_nya	127
3.9	Citra Landsat 7 ETM Palangka Raya hasil kombinasi Band 542	129
3.10	Kotak dialog Transform	130
3.11	Grafik nilai spektral	130
3.12	Kotak dialog vector to region conversion	131
3.13	Kotak dialog edit formula	132
3.14	Menu bar standart ↔ inside region polygon test	133
3.15	Citra Landsat 7 ETM hasil cropping dengan batas administrasi kota Palangka Raya	133
3.16	Proses awal edit/Create regions	134
3.17	Citra Landsat 7 ETM Palangka Raya penentuan sampel area	135
3.18	Proses ↔ calculate statistic	135
3.19	Proses ↔ edit class/region calor and name	136
3.20	Kotak dialog suvervised clasifikation	136
3.21	Citra Landsat 5 TM dan Landsat 7 ETM+ hasil klasifikasi	137
3.22	Gambar lokasi penempatan titik-titik Ground Truth	138
3.23	Gambar lokasi penempatan titik 1 dan 2	139
3.24	Gambar lokasi penempatan titik 3 dan 4	139
3.25	Gambar lokasi penempatan titik 5 dan 6	140
3.26	Gambar lokasi penempatan titik 7 dan 14	140
3.27	Gambar lokasi penempatan titik 8 dan 13	140
3.28	Gambar lokasi penempatan titik 9 dan 10	141
3.29	Gambar lokasi penempatan titik 11 dan 12	141
4.1	Titik-titik GCP	147
4.2	Kenampakan unsur-unsur yang akan di interpretasikan	148
4.3	Kenampakan unsur hutan	149
4.4	Kenampakan unsur pemungkiman	149
4.5	Kenampakan unsur tanah basah/rawa	150
4.6	Kenampakan unsur sawah tada hujan	150
4.7	Kenampakan unsur padang rumput	151
4.8	Kenampakan unsur tanah ladang	151
4.9	Kenampakan unsur lahan gundul	151
4.10	Kenampakan unsur air	152
4.11	Proses overlay setelah klasifikasi terbimbing dan hasil tahun 1994-1997 Kota Palangka Raya	155
4.12	Proses overlay setelah klasifikasi terbimbing dan hasil tahun 2000-2003 Kota Palangka Raya	156
4.13	Proses overlay dan hasil akhir (visualisasi) peta kerusakan hutan tahun 1994-1997 dan tahun 2000-2003 Kota Palangka Raya	157
4.14	Gambar lokasi penempatan titik-titik Ground Truth	159
4.15	Gambar lokasi penempatan titik 1 dan 2	160
4.16	Gambar lokasi penempatan titik 1 dan 2 hasil dilapangan	160

4.17	Gambar lokasi penempatan titik 3 dan 4	160
4.18	Gambar lokasi penempatan titik 3 dan 4 hasil dilapangan	161
4.19	Gambar lokasi penempatan titik 5 dan 6	161
4.20	Gambar lokasi penempatan titik 5 dan 6 hasil dilapangan	161
4.21	Gambar lokasi penempatan titik 7 dan 14	162
4.22	Gambar lokasi penempatan titik 7 dan 14 hasil dilapangan	162
4.23	Gambar lokasi penempatan titik 8 dan 13	162
4.24	Gambar lokasi penempatan titik 8 dan 13 hasil dilapangan	163
4.25	Gambar lokasi penempatan titik 9 dan 10	163
4.26	Gambar lokasi penempatan titik 9 dan 10 hasil dilapangan	163
4.27	Gambar lokasi penempatan titik 11 dan 12	164
4.28	Gambar lokasi penempatan titik 11 dan 12 hasil dilapangan	164



## DAFTAR TABEL

Tabel		Hal
2.1	Fungsi kawasan berdasarkan revisi RTRWP tahun 2003	8
2.2	Daftar prioritas I dengan RHL (Rehabilitasi Hutan dan Lahan)	9
2.3	Karakteristik data landsat 5 TM	55
2.4	Karakteristik data landsat 7 ETM+	57
2.5	Karakteristik spektral tiap saluran pada satelit landsat ETM+	58
2.6	Beberapa kelas spektral pada tutupan lahan hutan (Lellisand dan Kiefer, 1994)	113
3.1	Tabel Algorithim ekstend lokasi penelitian	119
3.2	Tabel Algorithim center lokasi penelitian	120
4.1	Tabel perbedan antar hasil klasifikasi dengan keadaan dilapangan	158
4.2	Matrik uji hasil klasifikasi dengan keadaan dilapangan	164

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Hutan mempunyai kedudukan dan peranan yang sangat penting dalam menunjang pembangunan nasional. Hal ini disebabkan hutan itu bermanfaat bagi sebesar-besarnya kemakmuran dan kesejahteraan rakyat Indonesia. Manfaat itu dapat dibedakan atas dua macam yaitu secara langsung dan tidak langsung.

Kekayaan hutan adalah harta yang tidak ternilai karena itu banyak sekali terjadi tindakan-tindakan yang membuat kerugian dengan jumlahnya yang tidak sedikit. Dengan terkurasnya lahan sumber daya alam dan sumber daya hayati itu merupakan suatu bencana bagi kelangsungan hidup manusia di bumi, jika hal ini terus dibiarkan dan lambat dalam penanganannya.

Seiring dengan berkembangnya roda perekonomian di negara kita, hal ini tidak bisa kita pungkiri jika ekspor kayu merupakan salah satu produk unggulan negara kita yang sekarang ini telah membawa kita ke dalam situasi yang sangat tidak menguntungkan, bagaimana tidak berton-ton m<sup>3</sup> kayu mentah yang keluar setiap harinya dari hasil pembabatan hutan naik yang resmi ataupun tidak terus mengalir untuk diekspor keluar negeri, dan juga diikuti dengan mengkurus hasil hutan (produk hutan) lainnya. Dan dapat dibayangkan berapa banyak atau luasnya lahan hutan yang mengalami kerusakan dan kehilangan daya dukungnya sebagai penyangga kehidupan alam disekitarnya dalam sehari akibat tindakan pengrusakkan tersebut.

*Penginderaan Jauh* adalah suatu 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. Biasanya teknik ini menghasilkan beberapa bentuk citra yang selanjutnya diproses dan diinterpretasikan untuk mendapatkan data yang bermanfaat untuk aplikasi diberbagai bidang.

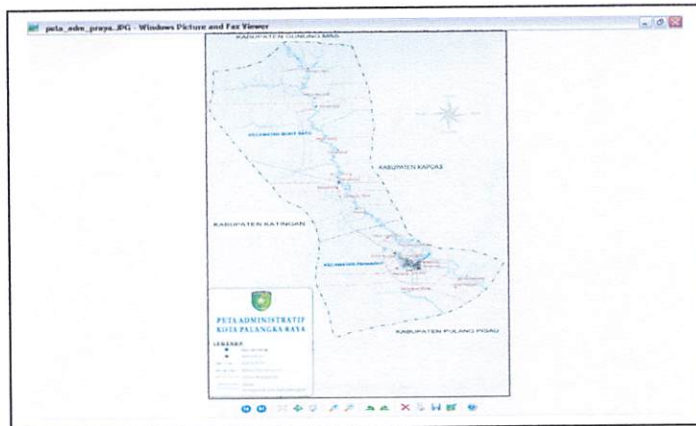
Adapun tujuan utama dari penginderaan jauh adalah untuk mengumpulkan data sumber daya alam dan lingkungan suatu objek yang disampaikan ke pengamat melalui gelombang elektromagnetik sebagai pembawa informasi dan juga sebagai penghubung informasi tersebut.

Dan dewasa ini penginderaan jauh merupakan cara yang praktis untuk memantau secara berulang-ulang dan cermat atas sumber daya menyangkut objek yang diamati/dikaji. Hal ini banyak membantu dalam memonitoring dari kerusakan hutan yang disebabkan dengan adanya tindakan pengrusakkan yang berlebihan dari aktivitas segelintir orang atau manusia yang ingin mengeruk kekayaan sebanyak-banyaknya tanpa memikirkan kelangsungan kehidupan dimasa yang akan datang .

Masalah pengrusakkan hutan serta penjarahan atas hasilnya bukan hanya terjadi di satu daerah saja tetapi hampir diseluruh wilayah negara kesatuan Republik Indonesia, dan propinsi Kalimantan Tengah termasuk penyumbang utama pada saat ini, yang mengakibatkan banyak sekali kerugian bagi masyarakat sekitar, negara RI dan juga dampaknya bagi dunia, tentunya dengan mengingat peranan, fungsi dan manfaat hutan pada daerah ini sebagai penyokong paru-paru dunia.

Palangka Raya adalah ibu kota Propinsi Kalimantan Tengah secara geografis terletak pada  $1^{\circ} 25' - 2^{\circ} 35'$  LU, dan  $113^{\circ} 30' - 114^{\circ} 30'$  BT dengan

luas wilayah 248.754,72 ha, yang terbagi atas 2 (dua) fungsi yaitu kawasan lindung dan kawasan budidaya, dengan topografi terdiri atas tanah datar, tanah rawa dan dilintasi oleh sungai Kahayan.



Gambar 1.1 : Peta lingkup objek pengamatan daerah batas administrasi kota Palangka Raya tahun 2003

Tingginya aktivitas oknum-oknum masyarakat pelaku pengrusakkan dan tindak kejahatan lainnya yang mengakibatkan kerusakan hutan di kota Palangka Raya ikut serta membawa perubahan pada kondisi sosial ekonomi masyarakat juga lingkungan disekitarnya.

Seiring dengan perkembangan kemajuan teknologi informasi (komputer) dan ilmu pengetahuan diperlukan adanya cara-cara cepat, tepat dan up-to date, untuk mendapatkan data-data permukaan bumi yang semakin kompleks, salah satunya adalah dengan memanfaatkannya teknologi penginderaan jauh dengan menggunakan satelit penginderaan yang dapat memberikan informasi permukaan bumi dengan cepat dengan resolusi spektral dan temporal yang tinggi, merupakan alternatif perolehan data yang cepat dan menimbang aspek pembiayaan yang relatif murah dengan cakupan daerah yang cukup luas (Wayan Eka, 1999).

Pekerjaan yang relatif tepat dalam pemantauan atau monitoring perubahan luasan hutan yang terjadi di Palangka Raya adalah dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh (*Remote Sensing*) yang menghasilkan data kenampakan dipermukaan bumi secara aktual salah satunya adalah citra Landsat TM (*Thematic Mapper*) yang berasal dari satelit penginderaan jauh Land Satellite (*Landsat*) yang mempunyai 7 (*tujuh*) buah saluran atau Band dan mempunyai resolusi spasial 30 meter yang relatif cukup baik untuk kajian berbagai monitoring, liputan lahan, atau tata guna tanah karena hasilnya memungkinkan dalam membedakan kenampakan atau objek yang akan diidentifikasi.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Selama ini perubahan luas/wilayah hutan di kota Palangka Raya karena pengrusakkan akibat dari berbagai tindak kejahatan tidak termonitor dengan baik dan dilakukan dengan cara yang sederhana, hal ini disebabkan karena keterbatasan sarana dan prasarana kehutanan yang digunakan. Maka pada penelitian ini digunakanlah citra satelit Landsat-5 TM dan Citra Landsat- 7 ETM+ dan teknologi penginderaan jauh untuk memonitoring lokasi-lokasi yang mengalami pengrusakkan hutan dengan studi kasus Kota Palangka Raya, Propinsi Kalimantan Tengah.

## **1.3 Rumusan Masalah**

Hutan sebagai salah satu kelangsungan hidup manusia dimuka bumi ini karena itu perlu dijaga kelestariannya. Dimana tindakan pengrusakkan telah mengubah jumlah luasan hutan kota Palangka Raya, karena itu diperlukan suatu

tindakan monitoring, dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh atau remote sensing untuk mengetahui daerah-daerah yang mengalami perubahan luasan akibat penebangan yang berlebihan.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk memonitoring perubahan luasan atau wilayah hutan yang mengalami penebangan selama periode tahun 1994 sampai tahun 2003 dalam format raster.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Permasalahan ini dibatasi pada penggunaan Citra Landsat dan metode penginderaan jauh untuk memonitoring dan mengetahui daerah-daerah yang mengalami perubahan luas hutan terutama di kota Palangka Raya akibat tindakan penebangan dalam format raster dalam software ER Mapper 6.4 .

#### **1.6 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini diantaranya adalah :

1. Sebagai bahan informasi yang seluas-luasnya pada pemerintah yang berwenang agar dapat membenah kembali hutan yang mengalami kerusakan.
2. Sebagai dasar pembuatan peta tematik.

3. Sebagai tambahan masukkan untuk mendukung pembangunan dan pengembangan lingkungan terpadu yang dilaksanakan di wilayah kota Palangka Raya.

## **1.7 Metodologi Penelitian**

### **1.7.1 Studi Lapangan**

Studi lapangan merupakan kegiatan yang dilaksanakan pada lokasi penelitian yang dilakukan di Kota Palangka Raya, Propinsi Kalimantan Tengah.

### **1.7.2 Studi Literatur**

Merupakan metode penulisan dimana dilakukan dengan cara membaca buku-buku literatur yang mendukung proses pengolahan data dan penulisan tulisan tugas akhir ini.

### **1.7.3 Studi Laboratorium**

Studi Laboratorium merupakan kegiatan pemrosesan data yang dilaksanakan di Laboratorium Pengideraan Jauh (INDERAJA) Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.

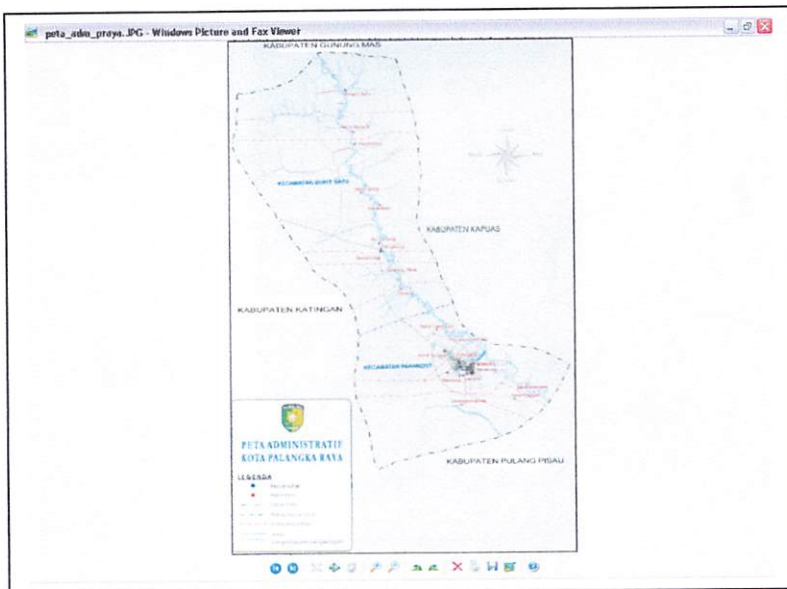
## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1 Pendahuluan

##### 2.1.1 Selang Pandang Kota Palangka Raya

Palangka Raya adalah ibukota Propinsi Kalimantan Tengah secara geografis terletak pada  $1^{\circ} 25' - 2^{\circ} 35'$  LU, dan  $113^{\circ} 30' - 114^{\circ} 30'$  BT dengan luas wilayah 248.754,72 ha, yang terbagi atas 2 (dua) fungsi yaitu kawasan lindung dan kawasan budidaya, dengan topografi terdiri atas tanah datar, tanah rawa dan dilintasi oleh sungai Kahayan berdasarkan Revisi RTRWP (Rencana Tata Ruang Wilayah Propinsi Kalimantan Tengah) Propinsi Kalimantan Tengah tahun 2003 yang dapat disajikan pada tabel dibawah ini (*Dinas Kehutanan dan Perkebunan "Revisi RTRWP Prop. Kal-Teng", 2003*):



**Gambar 2.1 :** Peta lingkup objek pengamatan daerah batas administrasi kota Palangka Raya tahun 2003



**Tabel 2.1 : Fungsi Kawasan berdasarkan Revisi RTRWP tahun 2003.**

No	Status Kawasan	Luas (Ha)
A.	<b>Kawasan Lindung</b>	
	1. Daerah Sempadan Sungai (DS)	3.140,70
	2. Konservasi gambut Tebal (KGT)	4.115,88
	3. Konservasi Hidrologi (KH)	9.156,83
	4. Pelindungan dan Peletarian Hutan (PPH)	763,18
	5. Taman Wisata (TW)	2.991,94
B.	<b>Kawasan Budidaya</b>	
	1. Hutan Produksi Tetap (HPT)	119.545,80
	2. Hutan Penelitian dan Pendidikan (HPP)	4.972,92
	3. Hutan Produksi Terbatas (HPT)	30.055,77
	4. Kawasan Penebangan Produksi (KPP)	31.835,74
	5. Kawasan Pemungkiman dan Penggunaan Lainnya KPPL)	41.458,95
	6. Transmigrasi (TI)	717,01
	<b>Jumlah</b>	<b><u>248.754,72</u></b>

Sumber :Dinas Kehutanan dan Perkebunan "Revisi RTRWP Prop. Kal-Teng", 2003

Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kota Palangka Raya dan Instansi yang terkait, serta Lembaga-lembaga Peduli Lingkungan Hidup Kalimantan Tengah (LPLH-KT) merupakan bagian integral dari Pemerintah Kota Palangka Raya yang dibentuk berdasarkan Perda No. 4 tahun 2002, mempunyai peran dan tanggung-jawab dalam pengelolaan hutan dan pengendalian kerusakan hutan di wilayah Kota Palangka Raya. Sejalan dengan visi dan misi Kota Palangka Raya yaitu "**Kalimantan Tengah Sebagai Daerah Ekologi**", (Seminar dan Lokakarya "**Antisipasi Kebakaran Hutan dan Lahan, Solusi dan Upaya Penanggulangannya**". Palangka Raya, 6 Juni 2002)", mengingat Kota Palangka Raya merupakan ibukota Propinsi yang terkandung dalam Undang-undang No. 22 tahun 1999, bahwa dalam penyelenggaraan otonomi daerah dipandang perlu untuk lebih menekankan pada prinsip-prinsip demokrasi, peran serta masyarakat,

pemerataan dan keadilan, serta memperhatikan potensi dan keaneka ragaman daerah.

Berdasarkan keputusan Gubernur no. 362 tahun 2002 tanggal 16 Oktober 2002 tentang “*Pengesahan Master Plan Rehabilitasi Hutan dan Lahan Propinsi Kalimantan Tengah*”, luasan hutan dan lahan prioritas I (lokasi yang memiliki kepekaan lahan cukup tinggi dan kurang produktif sehingga perlu RHL akibat kerusakan hutan) yang di sajikan pada tabel berikut ini :

**Tabel 2.2 : Daftar Prioritas I dengan RHL (Rehabilitasi Hutan dan Lahan).**

No	Kabupaten/kota	Fungsi Kawasan	Luas (Ha)
1.	Katingan	HL	5.495,95
		HSWA	5.573,26
		HPT	45.822,49
		HP	129.886,42
		HPK	188.841,60
		APL	11.425,41
2.	Gunung Mas	HP	87.075,43
		HPT	37.157,87
		HPK	175.330,41
3.	Palangka Raya	HP	18.299,00
		HPK	44.671,90
4.	Pulang Pisau	HP	89.120,47
		HPK	292.430,96
	Jumlah	-	1.131.095,16

*Sumber : Master Plan Rehabilitasi Hutan dan Lahan Propinsi Kalimantan Tengah tahun 2002-2007.*

**Keterangan :**

**HL** : Hutan Lindung

- HSWA** : Hutan Suaka Alam dan Wisata  
**HPT** : Hutan Produksi terbatas  
**HP** : Hutan Produksi  
**HPK** : Hutan Produksi yang dapat di Konversi

Berdasarkan tabel diatas, dapat diketahui berapa jumlah atau luasan hutan yang mengalami kerusakan (*Master Plan Rehabilitasi Hutan dan Lahan Propinsi Kalimantan Tengah tahun 2002-2007*).

Dimana kebutuhan akan sumberdaya alam (kehutanan) bagi kepentingan pembangunan merupakan satu hal yang tidak dapat dipisahkan satu dengan yang lainnya. Pemanfaatan hutan semakin meningkat seiring dengan perkembangan pembangunan, sementara itu potensinya mengalami pengurangan atau semakin berkurang. Artinya dalam pelaksanaan pembangunan harus memperhatikan aspek-aspek keseimbangan ekosistem sehingga pemanfaatan hutan dapat dilaksanakan secara benar dan bijaksana.

Disisi lain hutan yang ada di Kota Palangka Raya juga memiliki nilai estetis seperti adanya hutan pendidikan, taman wisata, cagar alam, dan arboretum. Dengan adanya pembangunan rencana tata ruang yang terpadu diharapkan pemanfaatan hutan Kota Palangka Raya dapat lebih optimal dalam rangka mendukung pembangunan daerah.

Tingginya aktivitas oknum-oknum masyarakat pelaku pengrusakkan dan tindak kejahatan lainnya yang mengakibatkan kerusakan hutan di kota Palangka Raya ikut serta membawa perubahan pada kondisi sosial ekonomi masyarakat juga lingkungan disekitarnya.



**Gambar 2.2 : Kondisi Hutan Kota Palangka Raya**

### **2.1.2 Pengembangan Kehutanan**

Luas kawasan hutan tetap Kota Palangka Raya seluas 169.769,49 Ha (hutan Produksi dan kawasan Lindung). Sejalan dengan adanya Keputusan Menteri Kehutanan No. 127/Kpts-V/2001 tanggal 11 April 2001 tentang Penghentian Sementara (Moratorium) Kegiatan Penebangan dan Perdagangan Ramin (*Gonystiluss spp*), maka semua HPH yang ada di Kota Palangka Raya dengan sendirinya terhenti. Oleh sebab itu dengan adanya moratorium dimaksudkan maka pada saat ini program kehutanan untuk penanggulangan kerusakan hutan adalah :

1. Rehabilitasi (reboisasi dan penghijauan), dengan melaksanakan kegiatan ini diareal hutan Produksi, dimaksudkan untuk menjaga potensi yang ada dan dapat dipertahankan, dikembangkan dengan tujuan menjaga kelangsungan fungsi ekologi, tata air di Kota Palangka Raya. Penghijauan diarahkan pada lahan-lahan diluar kawasan hutan yang

dianggap tidak dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat. Dimana semua kegiatan diatas diatur dalam DAK-DR.

2. Penataan kawasan dalam rangka penetapan status hukum kawasan hutan.
3. Pengembangan Argobisnis.
4. Carbon trading.
5. Kegiatan GNRHL.

## 2.2 Hutan

Kata hutan merupakan terjemahan dari kata *bos* (Belanda) dan *forrest* (Inggris). *Forrest* merupakan dataran tanah yang bergelombang, dan dapat dikembangkan untuk kepentingan di luar kehutanan, seperti pariwisata dan pendidikan (“Dasar-dasar Hukum Kehutanan”, Salim, H.S., SH.,M.S., 2003: 40).

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.

Hutan sebagai karunia dan amanah Tuhan Yang Maha Esa yang dianugerahkan kepada bangsa Indonesia, merupakan kekayaan yang dikuasai oleh Negara, memberikan manfaat serba guna bagi umat manusia, karenanya wajib disyukuri, diurus, dan dimanfaatkan secara optimal, serta dijaga kelestariannya untuk sebesar-besarnya kemakmuran dan kesejahteraan rakyat, serta bagi generasi sekarang dan yang akan datang.

### 2.2.1 Pengertian Hutan

*Hutan* adalah tanah luas atau lahan yang ditumbuhi pohon-pohonan yang cukup rapat, sehingga tajuk satu dengan yang lain saling bertaut (*pucuk pohon/batang*). Adapun *pengertian* lain dari *hutan* adalah satu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan yang berisi sumberdaya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam dengan lingkungannya, yang satu dengan yang lain tidak dapat dipisahkan.

Yang dimaksud dengan *hutan* adalah suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumberdaya alam hayati yang didominasi oleh pepohonan dalam persekutuan alam lingkungannya, yang satu dengan yang lainnya tidak dapat dipisahkan (*UU Pokok Kehutanan No. 41/Thn. 1999*). Ada empat unsur yang terkandung dari definisi hutan di atas, yaitu :

1. Unsur lapangan yang cukup luas (minimal  $\frac{1}{4}$  hektar), yang di sebut tanah hutan.
2. Unsur pohon (kayu, bambu, palem), flora, dan fauna.
3. Unsur lingkungan, dan
4. Unsur penetapan pemerintah.

Unsur yang pertama, kedua, dan ketiga membentuk persekutuan hidup yang tidak dapat di pisahkan satu dengan yang lainnya. Pengertian hutan di sini, menganut konsep hukum secara vertikal, karena antara lapangan (tanah), pohon, flora, dan fauna, beserta lingkungannya merupakan satu kesatuan yang utuh. Dan unsur penetapan pemerintah dimaksudkan sebagai kedudukan hukum (yuridis) hutan menjadi kuat, yang mengandung beberapa arti penting diantaranya dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Agar setiap orang tidak dapat sewenang-wenang untuk membat, menduduki, dan atau mengerjakan kawasan hutan, dan
2. Mewajibkan kepada Pemerintah c.q Menteri Kehutanan untuk mengatur perencanaan, peruntukan, penyediaan, dan penggunaan hutan sesuai dengan fungsinya, serta menjaga dan melindungi hutan. Dengan tujuan perlindungan hutan adalah untuk menjaga kelestarian dan fungsi hutan, serta menjaga mutu, nilai, dan kegunaan hasil.

Menurut Dengler yang diartikan hutan, adalah : “Sejumlah pepohonan yang tumbuh pada lapangan yang cukup luas, sehingga suhu, kelembapan, cahaya, angin, dan sebagainya tidak lagi menentukan lingkungannya, akan tetapi dipengaruhi oleh tumbuh-tumbuhan/pepohonan baru asalkan tumbuh pada tempat yang cukup luas dan tumbuhnya cukup rapat (horisontal dan vertikal), (Ngadung, 1975: 3).

Hutan di pulau Kalimantan merupakan paru-paru dunia untuk menopang kelangsungan hidup akibat dari pemanasan global yang sekarang cenderung terjadi hilangnya daya serap bumi terhadap panas akibat efek rumah kaca dan yang terpenting adalah berkurangnya jumlah tutupan lahan yang berupa vegetasi (*hutan*). Dan propinsi Kalimantan Tengah adalah salah satu dari sekian propinsi di Indonesia yang memiliki luas wilayah hutan terbesar dan termasuk dalam kategori *hutan produksi* ,dimana kota Palangka Raya memiliki hutan produksi dengan luas 87.075,43 Ha. Dan luas HPK (Hutan Produksi yang di-Konversikan fungsinya) 37.157,87 Ha.

### 2.2.2 Hutan Gambut

Adapun tipe hutan atau sebaran hutan dikawasan Kalimantan Tengah terbagi atas hutan payau sebesar 10.000 Ha yang berada dikawasan pesisir laut jawa, hutan rawa berada di daerah Sampit (*Kabupaten Kotawaringi Timur*), dan hutan gambut dengan luasan yang hampir sama dengan luas propinsi Kal-Teng dikurangi dengan luasan hutan lainnya.

Dan hutan dikota Palangka Raya termasuk hutan gambut (Peat Forest) dengan luasan 70% dari luas kota. Hutan gambut adalah hutan yang tumbuh didaerah iklim bertipe A atau B dengan tanah organosol atau histosols yang selalu tergenang air tawar secara periodik dengan pH rata-rata 3,5 – 4,0. Hutan rawa gambut dengan jenis terpenting ialah *Gonytilus* spp (Ramin), *Shorea uliginosa* (Meranti), *Durio carmatus* dan lain-lain. Tanah ini umumnya digenangi air hujan, dimana tanahnya bereaksi asam dan miskin hara



Gambar 2.3 : Kondisi Hutan Gambut Kota Palangka Raya



Dimana hutan ini memiliki ekosistem yang unik karena tumbuh diatas tumpukan bahan organik yang melimpah dan hidupnya tergantung dengan turunnya hujan atau curah hujan. *Istilah gambut* mempunyai dua makna yaitu :

- *Gambut* yang merupakan lapisan bahan organik yang terdiri atas sisa tanaman secara morfologis belum banyak mengalami perubahan melalui proses pelapukan dan tertimbun dalam genangan air atau tanah yang lembab selama ratusan tahun bahkan jutaan tahun.
- *Tanah gambut* yakni tanah yang tersusun dari bahan organik, baik dengan ketebalan lebih dari 45 cm maupun terdapat secara berlapis bersama tanah mineral pada ketebalan penampang 80 cm dan tebal lapisan bahan organik lebih dari 50 cm.

*Jenis gambut* dapat dibedakan sebagai berikut :

- Gambut fibrik (*eutropik atau gambut subur*).
- Gambut hemik (*mesotropik atau gambut kurang subur*).
- Gambut saprik (*aligotropik atau gambut tidak subur*).

Hutan gambut yang telah rusak atau kehilangan fungsinya baik itu ekonomi atau ekologi, akan sangat sulit sekali untuk ditanami kembali (*reboisasi*) hal ini disebabkan karena banyak mengandung unsur logam seperti magnesium, kalsium dan kalium yang terdapat di bawah tanah olah lebih kurang 50 cm. Sehingga jika dilakukan penanaman kembali unsur logam tersebut akan naik kepermukaan tanah sehingga tanaman yang ditanam akan mengalami keracunan dengan terdapatnya warna karat pada ujung pangkal tanaman tersebut.

### 2.2.3 Jenis Hutan

Dengan berkembangnya pengertian hutan dari waktu ke waktu, dan berkembangnya ilmu pengetahuan, teknologi, serta tingkat kebutuhan masyarakat dan pemerintah, menyebabkan keaneka ragaman definisi, jenis dan aspek yuridisnya dari hutan mengalami perubahan secara signifikan, contohnya perubahan jenis hutan berdasarkan perubahan undang-undang pengaturnya, yang selalu berubah-ubah yang disesuaikan dengan kebutuhan masyarakat dan negara. Hal ini dapat kita lihat, pengertian jenis hutan berdasarkan :

#### a) Undang-undang Nomor 5 Tahun 1967.

Di dalam Undang-undang Nomor 5 Tahun 1967, dibedakan tiga jenis hutan, yaitu :

➤ Hutan menurut pemilikannya (Pasal 2 Undang-undang Nomor 5 Tahun 1967).

Ada dua jenis hutan menurut pemilikannya, yaitu :

1. Hutan negara yang merupakan kawasan hutan dan hutan alam yang tumbuh diatas tanah yang bukan hak milik. Selain pengertian itu, yang juga merupakan hutan negara, adalah hutan alam atau hutan tanam di atas tanah yang diberikan kepada Daerah Tingkat II, dan di berikan dengan Hak Pakai atau Hak Pengelolaan.
2. Hutan milik, yaitu hutan yang tumbuh di atas tanah hak milik. Hutan jenis ini disebut hutan rakyat. Yang dapat memiliki dan menguasai hutan milik, adalah orang (baik perorangan maupun bersama-sama dengan orang lain), dan atau badan hukum.

➤ Hutan menurut fungsinya (Pasal 3 Undang-undang Nomor 5 Tahun 1967).

Dari segi fungsinya, hutan dibedakan menjadi empat golongan, yaitu :

1. Hutan lindung, yaitu kawasan hutan, dan karena sifat alamnya digunakan untuk :
  - a. Mengatur tata air.
  - b. Mencegah terjadinya banjir dan erosi;
  - c. Memelihara kesuburan tanah.
2. Hutan produksi, yaitu kawasan hutan untuk memproduksi hasil hutan yang dapat memenuhi :
  - a. Keperluan masyarakat pada umumnya.
  - b. Pembangunan industri.
  - c. Keperluan ekspor.
3. Hutan suaka alam, yaitu kawasan hutan yang keadaan alamnya sedemikian rupa, sangat penting bagi ilmu pengetahuan dan teknologi. Ada dua jenis hutan suaka alam, yaitu :
  - a. Kawasan hutan yang dengan keadaan alam yang khas termasuk flora dan fauna diperuntukkan bagi kepentingan ilmu pengetahuan dan teknologi.
  - b. Hutan suaka margasatwa, yaitu kawasan hutan untuk tempat hidup margasatwa (binatang liar) yang mempunyai nilai khas bagi :
    - Ilmu pengetahuan dan kebudayaan.
    - Merupakan kekayaan dan kebanggaan nasional.
4. Hutan wisata, yang merupakan kawasan wisata diperuntukkan secara khusus, yang dibina dan dipelihara bagi kepentingan pariwisata, dan atau wisata buru. Hutan wisata digolongkan dalam dua jenis, yaitu :

- a. Hutan taman wisata, yaitu kawasan hutan yang memiliki keindahan lamnya sendiri serta mempunyai corak yang khas untuk dimanfaatkan bagi kepentingan rekreasi dan kebudayaan.
  - b. Hutan taman buru, yaitu kawasan hutan yang didalamnya terdapat satwa buru yang memungkinkan diselenggarakan pemburuan yang teratur bagi kepentingan rekreasi.
- Hutan menurut peruntukan-nya (Pasal 4 Undang-undang Nomor 5 Tahun 1967).

Menurut peruntukannya hutan digolongkan dalam tiga jenis :

1. Hutan tetap, yaitu hutan, baik yang sudah ada, yang akan ditanami, maupun yang tumbuh secara alami didalam kawasan hutan.
2. Hutan cadangan, yaitu hutan yang berada diluar kawasan hutan yang diperuntukanya belum ditetapkannya, dan bukan hak milik, apabila diperlukan hutan cadangan ini dapat dijadikan hutan tetap.
3. Hutan lainnya, yaitu hutan yang berada diluar kawasan hutan dan hutan cadangan, misalnya hutan yang terdapat pada tanah milik, atau tanah yang dibebani hak lainnya.

#### **b) Undang-undang Nomor 41 Tahun 1999.**

Hutan di Indonesia dapat dibagi menjadi tiga kelompok besar (“UU Kehutanan beserta Peraturan dan Perubahannya tahun 1999, pasal 6 ayat 1 dan 2”, Hadi Setia Tunggal, SH, 2004) yaitu :

1. Hutan konservasi.

Yang dimaksud dengan *hutan konservasi* adalah kawasan hutan dengan ciri khas tertentu, yang mempunyai fungsi pokok pengawetan keaneka ragaman hayati dan satwa serta ekosistemnya.

Yang termasuk dalam hutan konservasi dalam Pasal 6 adalah :

a) Kawasan hutan suaka alam,

Yang dimaksud dengan kawasan hutan ini adalah hutan dengan ciri khas tertentu, yang mempunyai fungsi pokok sebagai kawasan pengawetan keanekaragaman tumbuhan dan satwa serta ekosistemnya, yang juga berfungsi sebagai wilayah sistem penyangga kehidupan.

b) Kawasan hutan pelestarian alam, yang dimaksud dengan kawasan hutan ini adalah hutan dengan ciri khas tertentu, yang mempunyai fungsi pokok perlindungan sistem penyangga kehidupan, pengawetan keanekaragaman jenis tumbuhan dan satwa, serta pemanfaatan secara lestari sumber daya alam hayati dan ekosistemnya, yang termasuk dalam kategori kawasan ini diantaranya :

- Hutan wisata.
- Hutan dengan tujuan khusus.
- Hutan tanaman kehutanan atau kebun kayu.

*Hutan kebun kayu* adalah suatu kawasan hutan yang diperbaharui dengan jalan dilakukan penanaman ulang yang akan memakan waktu lama, bisa mencapai 10 – 100 tahun lebih dan dengan jenis pohon yang sedikit. Dan sepi dari kehidupan satwa/fauna dengan penipisan

lapisan kanopi atas dan bawahnya yang cenderung menghilang (*faktor pendukung kesuburan dan daya dukung pohon*).

c) Taman buru.

Yang dimaksud dengan taman buru adalah kawasan hutan yang ditetapkan sebagai tempat wisata berburu.

## 2. *Hutan produksi.*

Hutan produksi adalah kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok dalam memproduksi hasil hutannya dengan dua fungsi pokok yaitu ekologi dan ekonomi yang sama kuatnya, yang berdasarkan atas asas kelestarian dan asas perusahaan yang meliputi aspek penanaman, pemeliharaan, pemungutan hasil, pengelolaan dan pemasaran hasil hutan.

Hutan yang berfungsi produksi (*hutan produksi*) adalah kawasan hutan yang ditumbuhi oleh pepohonan keras yang perkembangannya selalu diusahakan dan dikhususkan untuk dipungut hasilnya, baik berupa kayu-kayuan sebagai hasil utama dan hasil-hasil sampingan lainnya (*getah, damar, akar, rotan dan lain-lain*). Dan hasil produksi hutan tersebut digunakan untuk memenuhi keperluan masyarakat dan untuk pembangunan industri serta ekspor, tetap memperhatikan fungsi ekologisnya, dengan memenuhi kriteria untuk memperoleh label berdasarkan standar ITTO. Ecolabelling yang berupa sertifikat terhadap produk yang memenuhi persyaratan proses yang peduli lingkungan dan dikelola secara lestari.

Hutan produksi pada umumnya disesuaikan dengan ketinggian tempat. Hutan produksi bebas terletak pada ketinggian 0 m – 5.000 m di atas permukaan laut yang mencakup tipe vegetasi hutan hujan dataran rendah,

hutan rawa, hutan rawa gambut, dan mangrove (*hutan payau atau hutan bakau*). Dan hutan produksi terbatas terletak pada ketinggian 500 m – 1.000 m diatas permukaan laut pada kecuraman dari 40%, terutama mencakup hutan hujan bukit.

### 3. *Hutan Lindung.*

Suatu kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok sebagai pelindung sistem penyangga kehidupan untuk mengatur tata air, mencegah banjir, mengendalikan erosi dan memelihara kesuburan tanah, dan yang terpenting adalah ekosistem di sekitarnya (*flora dan fauna*), yang pada intinya pohon-pohon tersebut tidak ditanam.

UU No. 41/1999 Tentang Pokok Kehutanan menetapkan ada empat pertimbangan yaitu :

- a) Hutan sebagai karunia dan amanah Tuhan Yang Maha Esa yang dianugerahkan kepada bangsa Indonesia, merupakan kekayaan yang dikuasai oleh negara, memberikan manfaat serba guna bagi umat manusia, karenanya wajib disyukuri, diurus, dan dimanfaatkan secara optimal, serta dijaga kelestariannya untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat, bagi generasi sekarang maupun yang akan datang.
- b) Hutan sebagai salah satu penentu sistem penyangga kehidupan dan sumber kemakmuran rakyat, cenderung turun kondisinya. Oleh karena itu, keberadaannya harus dipertahankan secara optimal, dijaga daya dukungnya secara lestari, dan diurus dengan akhlak mulia, adil, arif, bijaksana, terbuka, profesional, serta bertanggung-gugat.

- c) Pengurusan hutan yang berkelanjutan dan berwawasan mendunia, harus menampung dinamika aspirasi masyarakat, adat dan budaya, serta tata nilai masyarakat yang berdasarkan pada norma hukum nasional.
- d) UU Nomor 5 Tahun 1967 tentang Ketentuan-Ketentuan Pokok Kehutanan (Lembaran Negara tahun 1967 Nomor 8) sudah tidak sesuai lagi dengan prinsip penguasaan dan pengurusan hutan, dan tuntutan perkembangan keadaan, sehingga perlu diganti.

#### 2.2.4 Fungsi Hutan

UU No. 41/1999 Tentang Ketentuan-ketentuan Pokok Kehutanan menetapkan fungsi hutan sebagai berikut :

- 1) *Hutan Konversi* adalah kawasan hutan dengan ciri khas tertentu yang mempunyai fungsi pokok pengawetan keanekaragaman tumbuhan dan satwa beserta ekosistemnya. Hutan konversi terdiri atas tiga macam, yaitu kawasan hutan suaka alam, kawasan hutan pelestarian alam, dan taman buru. *Kawasan hutan suaka alam* adalah hutan dengan ciri khas tertentu yang mempunyai fungsi pokok sebagai kawasan pengawetan keanekaragaman tumbuhan dan satwa serta ekosistemnya, yang juga berfungsi sebagai wilayah sistem penyangga kehidupan. *Kawasan hutan pelestarian alam* adalah hutan dengan ciri khas tertentu yang mempunyai fungsi pokok perlindungan sistem penyangga kehidupan pengawetan keanekaragaman jenis tumbuhan dan satwa, serta pemanfaatan secara lestari sumber daya alam hayati dan ekosistemnya. *Taman buru* adalah kawasan hutan yang ditetapkan sebagai tempat wisata berburu.



- 2) *Hutan Lindung* adalah kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok sebagai perlindungan sistem penyangga kehidupan untuk mengatur tata air, mencegah banjir, mengendalikan erosi, mencegah intrusi (penerobosan) air laut, dan memelihara kesuburan tanah.
- 3) *Hutan produksi* adalah kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok memproduksi hasil hutan.

Berdasarkan UU 41/1999 tersebut diatas tertanam pengertian yang disebut *hutan* adalah "Status lapangan bertumbuhan pohon-pohon yang secara keseluruhan merupakan persekutuan hidup alam hayati beserta lingkungannya dan yang ditetapkan oleh pemerintah sebagai hutan" diberikan wewenang kepada Badan Usaha Milik Negara (*BUMN*) yaitu Perum Perhutani untuk menyelenggarakan perencanaan, pengurusan, pengusahaan dan perlindungan hutan diwilayah kerjanya masing-masing. Dengan sifat pelayanan usahanya ada 2 macam yaitu mengusahakan pelayanan bagi kemanfaatan umum dan sekaligus memupuk keuntungan berdasarkan prinsip pengelolaan perusahaan sebagai mana lazimnya sebuah perusahaan umum".

### **2.2.5 Hutan dan Undang-Undanganya**

Hukum kehutanan merupakan salah satu bidang hukum yang sudah berumur 140 tahun, yaitu sejak diundangkannya Reglemen Hutan 1865. Namun, perhatian ilmuan hukum terhadap bidang kehutanan sangat kurng, hal ini dapat dilihat dengan sedikitnya jumlah literatur yang mengkaji tentang hukum kehutanan, sehingga dalam mengidentifikasi rumusan hukum kehutanan masih sangat kurang.

Istilah hukum kehutanan merupakan terjemahan dari *Boswezen Recht* (Belanda) atau *forrest Law* (Inggris). Menurut hukum Inggris kuno yang disebut *forrest Law* (hukum kehutanan) adalah : “The System or body of old law relating to the royal forrest” (Black, 1979: 584). Artinya suatu sistem atau tatanan hukum lama yang berhubungan dan mengatur hutan-hutan kerajaan. Yang kemudian disempurnakan lagi pada tahun 1971 melalui act 1971, yang mana tidak hanya mengatur hutan-hutan milik kerajaan saja tapi juga hutan yang dikuasai oleh rakyat (hutan rakyat).

Dari perkembangan jaman atau waktu maka banyak sekali pengertian-pengertian yang muncul mengenai hukum kehutanan yang dapat diuraikan sebagai berikut, contohnya :

1. Idris Sarong Al Mar, mengatakan bahwa yang disebut dengan hukum hutan adalah : “Serangkaian kaidah-kaidah/norma-norma (tidak tertulis) dan peraturan-peraturan (tertulis) yang hidup dipertahankan dalam hal-hal hutan dan kehutanan.” (*Al Mar, 1993: 8*).
2. Biro Hukum dan Organisasi, Dephut mengatakan bahwa yang disebut dengan hukum hutan adalah : “Kumpulan (himpunan) peraturan baik yang tertulis maupun yang tidak tertulis yang berkenaan dengan kegiatan-kegiatan yang bersangkutan-paut dengan hutan dan pengurusannya.” (Biro Hukum dan Organisasi, Dephut, 1992: 1).

Hukum hutan dalam kedua defenisi di atas dititik beratkan pada kekuasaan negara dalam pengelolaan dan pengurusan hutan serta kehutanan semata-mata, persoalan ini tidak hanya menjadi urusan negara, tetapi juga menjadi urusan manusia secara perorangan. Hukum kehutanan adalah kumpulan

kaidah/ketentuan hukum yang mengatur hubungan antara negara dengan hutan dan kehutanan.

Ada tiga unsur yang tercantum dalam rumusan hukum kehutanan yaitu :

1. Adanya kaidah hukum kehutanan, yang baik tertulis maupun yang tidak tertulis.
2. Mengatur hubungan antara hutan dan kehutanan.
3. Mengatur hubungan antara individu (perseorangan) dengan hutan dan kehutanan.

Hukum kehutan mempunyai sifat khusus (*lex specialis*) karena hukum kehutan ini hanya mengatur hal-hal yang berkaitan dengan hutan dan kehutanan. Apabila ada peraturan perundang-undangan lain yang mengatur materi dan lain-lainnya, maka yang lebih dahulu adalah hukum kehutanan. Oleh sebab itu, hukum kehutanan disebut *lex specialis*, sedangkan hukum lain seperti hukum agraria dan hukum lingkungan sebagai hukum umum (*lex specialis derogat legi generali*).

Tujuan hukum kehutanan adalah melindungi, memanfaatkan, dan melestarikan hutan agar dapat berfungsi dan memberi manfaat bagi kesejahteraan rakyat secara lestari.

#### **2.2.5.1 Asas-asas Hukum Kehutanan**

Menurut Van Eikema Hommes asas hukum kehutan itu tidak boleh dianggap sebagai norma hukum kongkrit. Akan tetapi perlu dipandang sebagai dasar umum atau petunjuk dasar hukum yang berlaku. Pembentukan hukum yang praktis perlu berorientasi pada asas hukum tersebut. Dengan kata lain asas hukum

ialah dasar atau petunjuk arah dalam membentuk hukum positif (Mertokusumo, 1986: 32).

Prof. Dr. R. M. Sudikno Mertokusumo, S.H. mengemukakan asas hukum bukanlah kaidah hukum kongkrit tetapi merupakan latar belakang peraturan yang kongkrit serta bersifat umum atau abstrak. Pada umumnya asas hukum tidak di tuangkan dalam peraturan hukum kongkrit (Mertokusumo, 1986: 33).

Untuk menemukan asas-asas hukum tersebut harus dicari sifat umum dalam kaidah atau peraturan kongkrit. Ini berarti menunjukkan ada kesamaan yang terdapat dalam ketentuan yang kongkrit itu.

Dari hasil analisis terdapat berbagai peraturan perundang-undangan kehutanan, dapat dikemukakan asas-asas hukum kehutanan yang paling menonjol berikut ini :

#### 1. Asas Manfaat.

Asas manfaat mengandung makna bahwa pemanfaatan sumber daya hutan harus dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya untuk kemakmuran rakyat banyak (Pasal 13 Ayat (1) UU No. 5 Tahun 1967). Manfaat itu dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu : langsung dan tidak langsung.

#### 2. Asas Kelestarian.

Asas kelestarian mengandung pengertian bahwa pemanfaatan sumber daya hutan senantiasa di perhatikan kelestarian sumber daya alam hutan agar dapat memberikan manfaat yang terus menerus (Pasal 13 Ayat (2) UU No. 5 Tahun 1967 jo. Pasal 3 PP No. 7 Tahun 1990 tentang Hak Pengusahaan Hutan Tanaman Industri).

Tujuan asas kelestarian hutan adalah :

- a. Agar tidak terjadi penurunan atau kekosongan produksi (production gap) dari jenis kayu perdagangan (Commercial treespecies) pada rotasi (cutting cycle) yang berikut, dan seterusnya.
- b. Untuk penyelamatan tanah dan air (soil and water conservation).
- c. Untuk perlindungan alam.

### 3. Asas Perusahaan.

Asas perusahaan adalah pengusaha harus mampu memberikan keuntungan finansial yang layak (Pasal 13 Ayat 2 UU No. 5 tahun 1967 jo. Pasal 3 PP No. 7 Tahun 1990).

### 4. Asas Perlindungan Hutan.

Asas perlindungan hutan adalah suatu asas yang setiap orang atau badan hukum harus ikut berperan serta untuk mencegah dan membatasi kerusakan hutan dan hasil hutan yang disebabkan oleh perbuatan manusia dan ternak, daya-daya alam, hama, dan penyakit (Pasal 15 UU no. 5 Tahun 1967). Pasal 2 UU No. 41 Tahun 1999 tentang kehutanan disebut asas-asas dalam penyelenggaraan kehutan di Indonesia. Asas-asas tersebut meliputi :

#### a. Asas Manfaat dan Lestari.

Asas manfaat dan lestari di maksudkan agar setiap pelaksanaan dan penyelenggaraan kehutanan dapat memperhatikan keseimbangan dan kelestarian unsur lingkungan, sosial budaya serta ekonomi.

#### b. Asas Kerakyatan dan Keadilan.

Asas kerakyatan dan keadilan dimaksudkan agar setiap penyelenggaraan kehutanan harus memberikan peluang dan kesempatan yang sama kepada semua warga negara sesuai dengan kemampuannya sehingga dapat

meningkatkan kemakmuran seluruh rakyat. Oleh sebab itu dalam pemberian wewenang pengelolaan izin pemfaatan hutan harus dicegah terjadinya praktek monopoli, yaitu pemusatan kekuatan ekonomi oleh satu atau lebih pelaku usaha yang mengakibatkan dikuasainya produksi dan pemasarn barang dan jasa tertentu sehingga menimbulkan persaingan usaha tidak sehat dan dapat merugikan kepentingan umum (Pasal 1 Ayat (1) UU No. 5 Tahun 1999 tentang larangan praktek monopoli dan praktek tidak sehat; monopsoni, yaitu penerimaan atau menjadi pembeli tunggal atas barang dan jasa dalam pasar yang bersangkutan yang mengakibatkan praktek monopoli dan persaingan usaha tidak sehat (Pasal 18 UU No. 5 Tahun 1999 tentang Larangan praktek monopoli dan persaingan tidak sehat); ologopoli, yaitu produsen barang dan jasa; hanya berjumlah sedikit sehingga seseorang dapat mempengaruhi harga pasar; dan oligopsoni, yaitu secara bersama-sama menguasai pembelian atau pasokkan supaya dapat mengendalikan harga barang dan jasa dalam pasar yang bersangkutan (monopoli) Pasal 18 Ayat (1) UU No. 5 Tahun 1999 tentang Larangan praktek monopoli dan persaingan tidak sehat.

c. Asas Kebersamaan.

Asas kebersamaan dimaksudkan agar dalam penyelenggaraan kehutanan menerapkan pola usaha bersama sehingga terjalin saling ketergantungan secara sinergis antara masyarakat setempat dengan BUMN atau BUMD dan BUMS Indonesia dalam rangka memberdayakan masyarakat kecil, menengah dan koperasi.

d. Asas Keterbukaan.

Asas keterbukaan dimaksudkan agar setiap kegiatan penyelenggaraan kegiatan kehutanan mengikut sertakan masyarakat dan mengikut sertakan aspirasi masyarakat.

e. Asas Keterpaduan.

Asas keterpaduan dikaksudkan agar penyelenggaraan kegiatan kehutanan dilakukan secara terpadu dengan memperhatikan kepentingan nasional, sektor lain, serta masyarakat setempat.

Asas lain yang berlaku secara internasional adalah adalah Asas Ecolabeling adalah suatu asas dimana semua kayu tropis yang di jual harus berasal dari hutan lestari melalui mekanisme pelabelan; dan Asas Hutan Berkelanjutan ( sustainable forrest) adalah suatu asas dimana setiap negara dapat mengelola secara berkelanjutan dan meningkatkan kerjasama internasional dalam pelestarian hutan yang berkelanjutan.

### **2.2.5.2 Hubungan negara dengan Hutan**

Di dalam Pasal 33 Ayat 3 UUD 1945 disebutkan bahwa “Bumi dan air serta kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh negara dan dipergunakan sebesar-besarnya untuk kemakmuran rakyat.”

Hak negara dalam bidang kehutan adalah berwenang untuk :

- 1) Menetapkan dan mengatur perencanaan, peruntukan, penyediaan, dan penggunaan hutan sesuai dengan fungsinya dalam meberikan manfaat kepada rakyat dan negara.
- 2) Mengatur pengurusan hutan dalam artian luas.

- 3) Menentukan dan mengatur hubungan-hubungan hukum antara orang dan badan hukum dengan hutan dan mengatur perbuatan-perbuatan hukum mengenai hutan (Pasal 5 UU No. 5 Tahun 1967).

Pasal 4 UU No. 41 Tahun 1999 disebutkan hak negara atas hutan, didalam pasal ini semua hutan di dalam wilayah Republik Indonesia termasuk kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh negara untuk sebesar-besarnya untuk kemakmuran rakyat, maksudnya adalah untuk memberikan wewenang kepada Pemerintah untuk :

- 1) Mengatur dan mengurus sesuatu yang berkaitan dengan hutan, kawasan hutan serta hasil hutan.
- 2) Menetapkan status wilayah tertentu sebagai kawasan hutan atau bukan sebagai kawasan hutan.
- 3) Mengatur dan menetapkan hubungan-hubungan hukum antara orang dengan hutan, serta mengatur perbuatan-perbuatan hukum mengenai kehutanan.

### **2.2.6 Kerusakan Hutan**

*Pengrusakkan hutan* adalah tindakan pengusahaan atas hasil hutan terutama kayu, dengan tidak mengindahkan asas kelestarian dan asas perusahaan (*meliputi aspek penanaman, pemeliharaan, pemungutan hasil, pengelolaan dan pemasaran hasil*) dengan motif mencari keuntungan sebanyak-banyaknya untuk kepentingan pribadi.

Arti kata *rusak* adalah sudah tidak utuh atau baik lagi. Jadi yang dimaksud dengan *kerusakan hutan* adalah berkurangnya jumlah pepohonan atau tutupan vegetasi terhadap suatu wilayah atau tanah luas.



Ada beberapa faktor penyebab kerusakan hutan diantaranya adalah Pengrusakkan hutan secara berlebihan (penggunaan hasil hutan), hal ini sangat terasa pada perkembangan hutan produksi yang kian tahun cenderung berkurang dan menghilang fungsinya sebagai hutan produksi itu sendiri dan juga faktor alami dari alam seperti pohon tumbang, gempa bumi, tanah longsor, banjir.



**Gambar 2. 4 : Gambar Contoh Kerusakan Hutan Kota Palangka Raya**

Propinsi Kalimantan Tengah dengan ibukotanya Palangka Raya dalam dasa warsa terakhir ini megalami kerusakan hutan yang sangat parah sehingga menimbulkan kerugian yang memprihatinkan bagi lingkungan disekitarnya terutama bagi masyarakat, yang banyak mengalami kerugian baik itu kesehatan, materil dan moril baik yang dirasakan langsung atau tidak secara langsung.

Dan yang termasuk dalam contoh tindakan Pengrusakkan adalah :

1. Pencurian hutan (*illegal logging*).

Tindakan pencurian hutan atau pohon pada wilayah hutan kalimantan Tengah adalah termasuk daerah yang sangat sering terjadi, dikarenakan masyarakat belum mengerti arti pentingnya hutan dan juga rentetan tuntutan hidup yang

terus meningkat dan kegiatan pencurian hutan adalah sebagai salah satu alasan sebagai penopang kelangsungan hidup dengan maksud untuk memperkaya diri sendiri.



**Gambar 2. 5 : Gambar Contoh Tindakan Ilegal Logging**

## 2. Pembabatan hutan.

Pembabatan hutan hampir sama pengertiannya dengan pencurian hutan, yang membedakan adalah nilai ekonomi yang dihasilkan oleh pemanfaat (orang) tindakan tersebut. Adakalanya pembabatan hutan dilakukan untuk keperluan khalayak ramai (*jalan nasional, jalan trans propinsi dan jalan lokal dan juga untuk pembukaan lahan pertanian atau perkebunan, perumahan akibat jumlah penduduk yang terus bertambah*). Dan pembabatan hutan juga dilakukan oleh HPH (*Hak Pengusahaan Hutan*) atau sejenisnya yang mempunyai ijin dari pemerintah berwenang tetapi pada kenyataannya banyak dari HPH tersebut menyalahi kontrak kerja yang telah dibuat tersebut dan juga penambangan emas liar diatas tanah termasuk penyumbang utama dari kerusakan hutan. Dan tidak ketinggalan adalah Proyek PLG atau Proyek Lahan

Gambut 1 juta Ha, yang beberapa waktu lalu dicanangkan oleh Pemerintah pada masa Orde Baru, yang sampai saat ini belum ada kebijaksanaan baru dari Pemerintah dan instansi terkait untuk membenah kembali atau menata kembali lingkungan hutan yang telah rusak dan terbengkalai tersebut.

Dari tindakan Pengrusakkan hutan dapat mengakibatkan berbagai kerugian diantaranya :

- Berkurangnya jumlah luasan hutan atau bertambah sempitnya kawasan hutan.
- Kemerosotan pertumbuhan sumberdaya alam hayati dan mengakibatkan kepunahan beberapa spesies flora dan fauna yang langka dan dilindungi.
- Berkurangnya jumlah tutupan vegetasi hutan, yang dapat mengakibatkan cepatnya penguapan air tanah dan debit air sungai serta diikuti proses penyinaran sinar matahari sehingga mendukung terjadinya pemanasan global.
- Terjadinya erosi yang berupa pendangkalan air sungai, waduk dan diikuti terjadinya peristiwa banjir bandang (*contohnya yang terjadi pada tahun 2001 Banjir Bahorok yang terjadi kepulauan Sumatera*).
- Hilangnya fungsi hutan produksi itu sendiri (*ekologi dan ekonomi*) yang berasaskan kelestarian dan perusahaan.

Dan yang tidak kalah penting adalah berkurangnya daya kesuburan tanah atau akan hilang sama sekali.

### **2.3 Teknologi Penginderaan Jauh**

Teknik Penginderaan Jauh berkembang sangat pesat setelah diluncurkannya satelit Penginderaan Jauh ERTS (Earth Resources Technology

- Atmosfer.

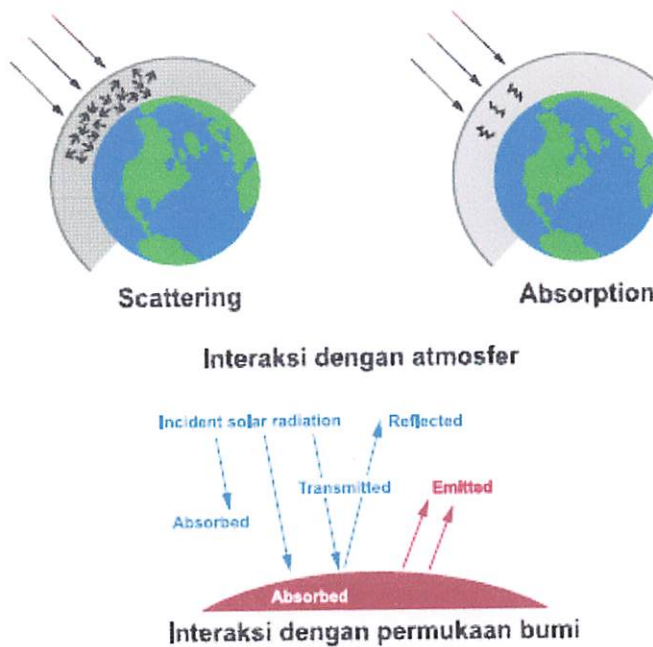
Atmosfer biasanya merumitkan masalah yang ditimbulkan oleh variasi sumber tenaga. Hingga tingkat tertentu, atmosfer selalu mengubah distribusi spektral dan besarnya tenaga yang diterima oleh suatu sensor. Atmosfer membatasi “dimana kita dapat mengamati” secara spektral dan variasinya menurut panjang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

Dimana semua sistem penginderaan jauh tentu melalui atmosfer dengan jarak atau panjang jalur tertentu. Pengaruh total atmosfer berbeda-beda sesuai dengan jarak yang dilalui, besarnya sinyal tenaga yang diindera, kondisi atmosfer, dan panjang gelombang yang digunakan. Oleh karena itu pengaruh atmosfer sangat bervariasi menurut panjang gelombang, waktu dan tempat. Atmosfer biasanya merumitkan masalah yang ditimbulkan oleh variasi sumber tenaga, dan atmosfer juga membatasi bagian spektrum elektromagnetik yang dapat digunakan dalam penginderaan jauh

- Interaksi antara tenaga dan objek.

Interaksi antara tenaga dan objek atau benda sesuai dengan asas kekekalan tenaga, maka ada tiga interaksi apabila tenaga mengenai suatu benda, yaitu dipantulkan, diserap, diteruskan atau ditransmisikan.

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



Gambar 2. 12 : Interaksi Energi

- Sensor Penginderaan Jauh.

*Sensor* adalah alat perekam objek bumi. Sensor dipasang pada wahana (*platform*) dan letaknya jauh dari daerah yang di-indra, maka diperlukan tenaga elektromagnetik yang dipancarkan atau dipantulkan oleh objek tersebut. Sensor

terbatas kemampuannya untuk mengindra objek kecil. Batas kemampuan memisahkan setiap objek dinamakan *resolusi*. *Resolusi* suatu sensor merupakan indikator tentang kemampuan sensor atau kualitas sensor dalam merekam objek. Di dalam citra, resolusi merupakan parameter limit atau daya pisah objek yang masih dapat dibedakan.

Empat resolusi yang biasa digunakan sebagai parameter kemampuan sensor, yaitu :

1). Resolusi Spasial

*Resolusi Spasial* adalah ukuran objek terkecil yang masih dapat disajikan, dibedakan, dan dikenali pada citra.

2). Resolusi Spectral

*Resolusi Spektral* merupakan daya pisah objek berdasarkan besarnya spektrum elektromagnetik yang digunakan untuk perekam data atau kemampuan suatu sistem optik elektronik untuk membedakan informasi (*objek*) berdasarkan pantulan (*pancaran*) spektralnya.

3). Resolusi Radiometrik

*Resolusi Radiometrik* adalah kemampuan sistem sensor untuk mendeteksi perbedaan pantulan terkecil (*kekuatan sinyal*), atau kemampuan sensor dalam memcatat respon spektral objek yang dinyatakan dalam satuan  $\text{cm}^{-2} \text{sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$  yang datang mencapai sensor dengan intensitas yang bervariasi. Dengan kata lain yang dimaksud dengan *Resolusi Radiometrik* adalah kemampuan sensor untuk mengubah intensitas pantulan atau pancaran spektral menjadi angka digital yang dinyatakan dalam Bit.

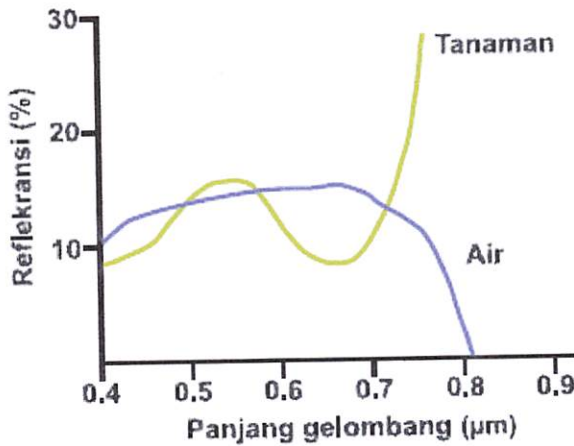
#### 4). Resolusi Temporal

*Resolusi Temporal* adalah perbedaan suhu ( *temperatur* ) yang masih dapat dibedakan oleh sensor penginderaan jauh sistem termal.

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 ke dua ekstrim tersebut, tergantung pada kekasaran permukaan. Contoh yang lebih spesifik adalah pemantulan radiasi EM 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 2.13: Karakteristik Signal

Pengetahuan mengenai perbedaan spectral signature dari berbagai bentuk di permukaan bumi memungkinkan kita untuk menginterpretasi citra. Tabel di sebelah kanan sangat berguna dalam menginterpretasi vegetasi dari citra Landsat TM.

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 (Sumber: Sabins 1986:86; Jensen 1986:34).

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 97 besar untuk menyinari target. Sebagai contoh adalah radar Doppler, sebuah sistem ground-based, radar presipitasi pada satellite Tropical Rainfall Measuring Mission (*TRMM*), yang merupakan spaceborne pertama yang menghasilkan peta 3-D dari struktur badai.

### **2.3.3 Citra Penginderaan Jauh**

Data penginderaan jauh dapat berupa citra atau non citra, dimana secara defenitif yang dimaksud dengan citra penginderaan jauh adalah gambaran suatu objek dari pantulan atau pancaran radiasi elektromagnetik objek, yang direkam secara optik, elektro-optik, atau optik-mekanik atau elektronik.

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

#### **2.2.3.1 Citra bersifat optik.**

Citra bersifat optik biasanya disebut citra fotografik yang berupa fotografik. Citra fotografik adalah gambaran objek yang direkam meggunakan kamera sebagai sensornya, film sebagai detektornya, sedangkan tenaga elektronik yang digunakan pada spektrum tampak dan perluasanya (spektrum tampak 0,4 mm – 0,7 mm, ultraviolet dekat 0,3 mm – 0,4 mm, inframerah dekat 0,7 mm – 1,2

mm). Beberapa jenis citra fotografik sesuai tenaga atau energi elektronik magnetik yang digunakan adalah foto ultraviolet (0,3 mm – 0,4 mm), foto orthometrik (0,4 mm – 0,5 mm), foto pankromatik (0,4 mm – 0,7 mm), inframerah (0,7 mm – 1,2 mm), foto multispektralnya menggunakan panjang gelombang (0,5 – 0,6) mm; (0,6 – 0,7) mm; (0,7 – 0,8) mm; (0,9 – 1,1) mm, dan foto inframerah termal (8 – 14) mm. Tiga jenis foto lain yang biasa digunakan untuk keperluan militer adalah foto strip, foto fanoramik dan foto satelit. Citra bersifat optik ini secara teoritis merupakan citra continue-continue (merekam data secara langsung dalam satu bidang). Continue dalam pengertian pengolahan data nilai keabuan (rona) dinyatakan dengan presisi angka tak terhingga.

#### **2.3.3.2 Citra bersifat analog.**

Citra bersifat analog berupa sinyal-sinyal video seperti gambar pada monitor televisi. Sistem perekaman analog merupakan gabungan optical-scanning. Citra analog merupakan gambaran objek yang direkam menggunakan sensor kamera-video, detektornya opto-elektronik maupun tenaga elektromagnetik. Perekamannya menggunakan spektrum tampak dan perluasnya (0,4 – 1,3)  $\mu\text{m}$ . citra analog secara teoritis merupakan citra discrete-continue. Citra analog cara perekamannya dilakukan setiap titik dalam sinyal-sinyal video dan dikonversikan ke dalam gambar.

#### **2.3.3.3 Citra bersifat digital.**

Pada umumnya, citra non-fotogrametrik yang direkam oleh satelit penginderaan jauh bersifat digital, yang direkam dalam bentuk elemen-elemen

gambar (pixel =picture element). Elemen-elemen gambar (pixel) menyatakan tingkat keabuan atau tingkat warna yang terekam pada citra. Informasi yang terkandung didalam pixel tersebut bersifat diskrit atau dengan ukuran posisi tertentu. Diskrit dalam pengolahan data nilsi kabuan dan titik-titik koordinat dinyatakan dengan persisi angka terhingga. Citra bersifat digital dapat secara langsung pada suatu pita magnetik. Citra digital direkam menggunakan sensor non-kamera (scanner, radiometer, spektrometer), detektornya adala elektronik, dan tenaga elektromagnetik yang digunakan lebih luas dibandingkan dengancitra fotografik.

Spektrum gelombang elektromagnetik yang digunakan dalam perekaman citra digital adalah spektrum tampak, ultraviolet, inframerah dekat, inframerah termal, dan gelombang mikro. Citra digital tidak selalu merupakan data rekaman langsung dari sistem penginderaan jauh non-foto, tetapi kadang-kadang dari hasil rekaman data non-digital seperti gambar dari monitor televisi atau data fotografik yang telah dikonversikan dalam bentuk digital (konversi dari continue ke distretes). Pengolahan citra digital diklakukan dengan bantuan komputer yang bekerja dengan angka-angka presisi terhingga maka dalam pengolahan citra digital hanya bersifat diskrit yang dapat diolah dengan komputer.

Citra digital dapat direkam dalam beberapa spektrum secara sekaligus sehingga disebut citra multispektral. Citra digital multispektral seperti citra Landsat MSS (Multispectral Scanner) yang direkam dengan menggunakanempat kisaran spektrum elektromagnetik atau empat saluran band (spektral), yaitu saluran 4 hijau (0,5 – 0,6)  $\mu\text{m}$ , saluran 5 merah (0,6 – 0,7)  $\mu\text{m}$ , saluran 6 inframerah (0,7 – 0,8)  $\mu\text{m}$ , dan saluran 7 inframerah dekat (0,8 – 1,1)  $\mu\text{m}$ . Tiga

dari empat saluran tersebut dapat digabung untuk menghasilkan citra komposite dengan warna palsu (false color).

#### **2.3.4 Sistem Penginderaan Jauh Untuk Sumber Daya Alam (Kehutanan)**

Kehutanan yang berkenaan dengan pengelolaan hutan untuk kayu, pangan ternak, air, marga satwa, dan rekreasi. Karena produk mentah utama adalah dari hutan berupa kayu, maka kehutanan terutama mengurus pengelolaan kayu, perawatan dan perbaikan tegakan hutan, dan pengawasan dari berbagai tindakan pengrusakkan hutan adalah sangat penting. Hutan dengan berbagai jenisnya yang hampir menutupi sepertiga luas daratan bumi. Dimana agihan hutan tidak merata dan nilai sumberdayanya juga banyak bervariasi.

Interpretasi citra satelit merupakan salah satu cara yang layak digunakan untuk pemantauan atau me-monitoring kondisi hutan sesuai dengan lokasi yang di-inginkan (diamati), dimana terapan dapat digunakan sebagai cara untuk mengetahui/mengidentifikasi jenis pepohonan, pengukuran hutan (luas/area), dan penafsiran tingkat kerusakannya yang disebabkan oleh berbagai hal baik yang alami maupun buatan manusia. Dan untuk mengidentifikasi/penafsiran sesuai dengan citra satelit Landsat digunakan unsur-unsur interpretasi.

Informasi yang diperoleh melalui proses interpretasi citra Landsat hampir selalu berupa peta dalam beberapa pengertian (Peta Tematik). Artinya, para pengelola sumberdaya biasanya menghendaki peragaan dan menganalisis informasi hasil interpretasi tersebut dalam konteks keruangan dengan memberikan kerangka acuan geografik bagi data hasil interpretasi.

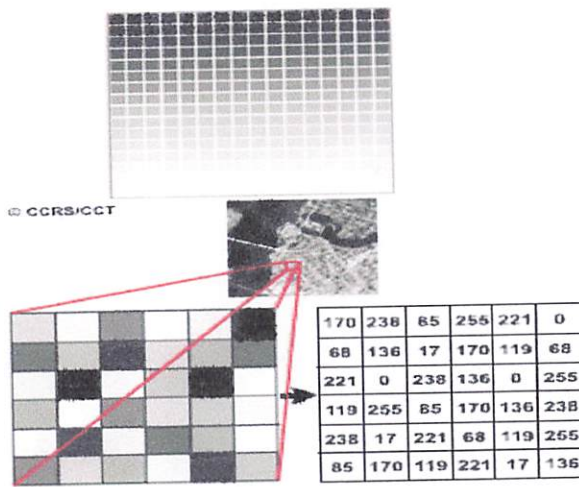
## 2.4 Karakteristik Citra Landsat

Landsat merupakan hasil program sumberdaya bumi yang dikembangkan oleh NASA ( *The National Aeronautical and Space Administration* ) yang menghasilkan citra multispektral. Satelit Landsat pertama kali diluncurkan pada tahun 1972 dengan nama ERST-1 dengan menggunakan MSS (Multispectral Scanner), sistem ini menggunakan detektor energi elektronik dengan yang dirancang dengan menggunakan beberapa saluran spektrum yang sempit secara bersama-sama, yang kemudian diikuti oleh peluncuran satelit ke-2 dengan nama Landsat-1 dengan pengembangan TM (Thematic Mapper), sehingga pada tahun 1991 telah diluncurkan sebanyak lima satelit Landsat dan diikuti peluncuran Satelit Landsat-6 yang mengalami pengembangan dengan tambahan 7 (tujuh) saluran/band serta dengan digunakannya saluran inframerah tengah dan inframerah termal.

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*.

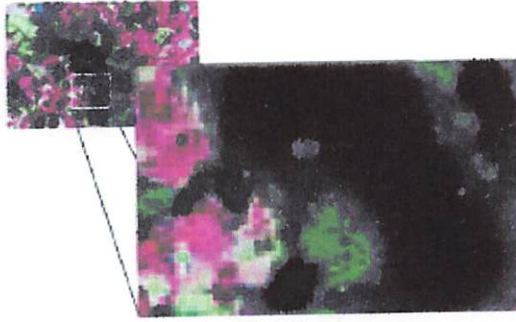
*Pixel* (picture element) adalah sebuah titik yang merupakan elemen paling kecil pada citra satelit. Angka numerik (1 byte) dari pixel disebut *digital number* (DN). DN bias ditampilkan dalam warna kelabu, berkisar antara putih dan hitam (*gray scale*), tergantung level energi yang terdeteksi. Pixel yang disusun dalam order yang benar akan membentuk sebuah citra.

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



Gambar 2.14 : Nilai Digital Number

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



Gambar 2.15 : Color Composite 432

Dan pada Landsat-7 ditambahkan sensor ETM (Enhance Thematic Mapper) yaitu sensor ETM dan High Resolution Multispectral Stereo Imager (HRMSI) yang merupakan pengembangan MSS (*Multispectral Scanner*) dan TM (*Thematic Mapper*) dengan meliputi lebar sapuan (*sanning*) sebesar 185 km dengan 7 saluran/Band dan ditambah saluran pankromatik. Berikut ini ditampilkan karakteristik saluran spektral Landsat TM dalam tabel berikut ini :

Dimana dengan satelit Landsat 7 ETM+ yang mempunyai resolusi spektral yang tinggi, sehingga memudahkan untuk membedakan kenampakan suatu objek relatif lebih tinggi. Dan dengan sapuan cakupan yang luas sebesar 185 km citra ini akan memberikan gambaran suatu daerah secara kenampakan yang berkesinambungan (*synoptic overview*) yang memudahkan dalam interpretasi suatu daerah kajian

#### 2.4.1 Citra Landsat- 5 TM

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.

**Tabel 2.3. Karakteristik Data Landsat 5 TM**

<b>Band</b>	<b>Saluran Spektral (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Resolusi Spasial</b>	<b>Nama Spektrum</b>	<b>Kegunaan</b>
1	0,45–0,52	30	Biru	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Dirancang untuk membuahakan peningkatan penetrasi kedalam tubuh air.</li> <li>– Untuk mendukung analisis sifat khas kegunaan lahan, tanah, dan vegetasi.</li> </ul>
2	0,52–0,60	30	Hijau	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Dirancang untuk mengindera puncak pantulan vegetasi pada spektrum hijau yang ada di dua saluran spektral serapan klorofil.</li> <li>– Atau untuk membedakan pembedaan vegetasi dan penilaian kesuburan.</li> </ul>
3	0,60–0,90	30	Merah	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Merupakan saluran terpenting</li> </ul>



				<p>untuk memisahkan vegetasi, yang berada pada salah satu bagian serapan klorofil.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Untuk memperkuat kontras antara kenampakan vegetasi dan bukan vegetasi.</li> <li>- Untuk menajamkan kontras antara kelas vegetasi.</li> </ul>
4	0,76–0,90	30	Inframerah Dekat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dipilih agar tanggap terhadap sejumlah biomassa vegetasi yang terdapat pada daerah kajian, yang akan membantu identifikasi tanaman.</li> <li>- Untuk memperkuat kontras antara tanaman-tanah dan lahan-air.</li> </ul>
5	1,55–0,75	30	Inframerah Tengah	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Merupakan suatu saluran yang dikenal penting untuk penentuan jenis tanaman, kandungan air pada tanaman dan kondisi kelembapan tanah.</li> </ul>
6	2,08-2,35	60	Inframerah Termal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Satu saluran yang penting untuk pemisah formasi batuan.</li> </ul>
7	10,40-12,50	30	Inframerah Menengah	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suatu saluran inframerah termal yang dikenal untuk klasifikasi vegetasi, analisis gangguan vegetasi, pemisahan kelembapan tanah dan sejumlah gejala lain yang berhubungan dengan tanah.</li> </ul>

### 2.4.2 Citra Landsat 7 ETM+

Dan pada Landsat-7 ditambah sensor ETM (Enhance Thematic Mapper) yaitu sensor ETM dan High Resolution Multispectral Stereo Imager (HRMSI) yang merupakan pengembangan MSS (*Multispectral Scanner*) dan TM (*Thematic Mapper*) dengan meliputi lebar sapuan (*sanning*) sebesar 185 km dengan 7 saluran/Band dan ditambah saluran pankromatik. Berikut ini ditampilkan karakteristik saluran spektral Landsat TM dalam tabel berikut ini :

Tabel 2.4. Karakteristik Data Landsat 7 ETM+

Spesifikasi	Keterangan
Path/Row	119/65
Tanggal Perekaman	5 September 2000
Sensor	Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)
Jumlah Kanal	9 kanal
Tipe Kanal	Kanal 1 (Spektrum Blue) Kanal 2 (Spektrum Green) Kanal 3 (Spektrum Red) Kanal 4 (Spektrum Infra Merah Dekat) Kanal 5 (Spektrum Infra Merah) Kanal 6-1 (Spektrum Thermal Rendah) Kanal 6-2 (Spektrum Thermal Tinggi) Kanal 7 (Spektrum Infra Merah) Kanal 8 (Panchromatic)
Resolusi Spasial	Kanal 1-5 dan 7 : 30 meter Kanal 6-1 dan 6-2 : 60 meter Kanal 8 : 15 meter

Tabel 2.4 berikut menyajikan karakteristik spektral tiap saluran pada satelit Landsat ETM+.

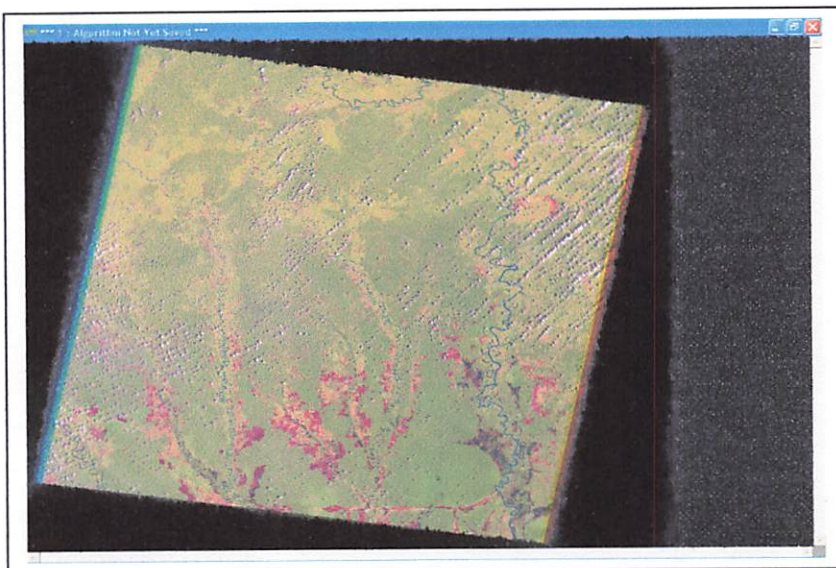
Tabel 2.5 Karakteristik Spektral tiap Saluran pada Satelit Landsat ETM+

Band	$\mu\text{m}$	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 lebar 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	120x120m	Untuk memetakan tipe batuan dan untuk pemetaan geothermal, mengukur tingkat stress tanaman, kebakaran, dan kelembapan tanah
7	2,08-2,35	30x30m	Berhubungan dengan mineral; rasion antara band 5 dan 7 berguna untuk mendeteksi batuan dan deposit mineral. Untuk analisis gangguan vegetasi, perbedaan kelembaban tanah, dan pemetaan tanah
8	0,52-0,90 (pankro-	15x15m	

	matik)		
--	--------	--	--

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

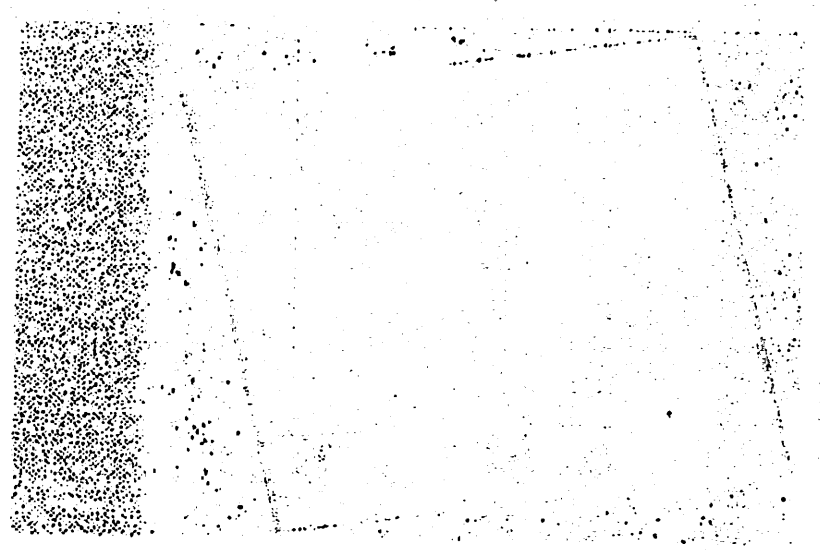
Citra Landsat ETM+ mempunyai spesifikasi antara lain resolusi spektral tinggi, yaitu mempunyai 8 saluran sehingga kemampuan membedakan obyek relatif tinggi. Liputan citra yang luas membuat citra ini mempunyai kemampuan memberikan gambaran suatu daerah secara kenampakan yang berkesinambungan (*synoptic 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. Pada citra Landsat generasi ke-7 telah ditingkatkan resolusi spasialnya, yaitu dengan sensor ETM+ selain menghasilkan citra dengan 7 saluran seperti pada sensor TM, ditambah saluran (*band*) ke-8 yang mempunyai resolusi spasial 15 meter (pankromatik).



Gambar 2.16 : Citra Landsat 7 ETM+ perekaman tahun 2003

1950  
[Illegible text]

[Illegible text]



## 2.5 Sistem dan Konsep Pengolahan Data Citra Digital

Sistem pengolahan data merupakan satu kesatuan yang saling berhubungan dan kerjasama untuk membentuk suatu sistem antara data, peralatan pengolahan, prosedur pengolahan, dan tenaga pelaksana yang diperlukan. Kemampuan teknologi penginderaan jauh dalam perekaman data telah mampu menyediakan data dalam bentuk digital. Disamping itu, telah dapat dikonversi citra foto dan peta dasar ataupun peta tematik dalam bentuk digital.

Ekstraksi dari data digital tidak terlepas dari penggunaan peralatan, yang sanggup untuk mengolah data menjadi suatu informasi yang relevan bagi pemakai, karena itu sangat dibutuhkan pengembangan sistem pengolahan citra secara digital.

Pengolahan citra digital merupakan manipulasi dan interpretasi dari citra digital penginderaan jauh dengan bantuan komputer. Konsep dasar pengolahan citra digital dengan data masukan pokok (internal data) berupa citra penginderaan jauh. Pengolahan data dilakukan komputer dimulai dengan :

- 1) Pengumpulan data yang relevan, yaitu data pokok (citra) sebagai data internal dan data bantu lain seperti peta-peta dan hasil survei.
- 2) Klasifikasi atau pengelompokan data dalam kelas tertentu, dengan cara membuat kode-kode.
- 3) Penyusunan data sesuai dengan kelas masing-masing.
- 4) Perhitungan dan manipulasi data.
- 5) Pengujian ketelitian dan perhitungan.
- 6) Penyimpulan dan perekapitulasian hasil (summaries result).

7) Keluaran hasil dalam bentuk informasi, yang dapat langsung dikeluarkan atau disimpan ke dalam data storage.

Pengolahan citra penginderaan jauh secara digital berkembang sesuai dengan teknologi komputer. Dimana perkembangannya sangat cepat terutama dalam kemampuan proses dengan kecepatan tinggi dan daya simpan data yang cukup besar. Dimana komputer sangat berperan dalam pengolahan citra digital, yaitu melakukan perhitungan algoritma, penggunaan model matematik, penyimpanan data digital dari citra yang berukuran besar, dan sangat berperan dalam penyimpanan citra digital sebagai masukan dan penyajian informasi keluarannya. Dalam hal ini ada beberapa kriteria yang harus diperhatikan dalam pengolahan citra penginderaan jauh secara digital dengan bantuan komputer yang dapat diuraikan sebagai berikut, yaitu :

1) Kuantitas Data.

Pengolahan data citra digital penginderaan jauh memerlukan komputer yang mempunyai memori besar, karena citra digital dari rekaman satelit mempunyai ukuran besar dan terdiri atas beberapa saluran (band), contohnya citra satelit Landsat (Land Satellite) dimana setiap bendanya berdimensi 7, 5 juta piksel dan mempunyai volume 6 bits untuk MSS (Multi Spectral Scanner), sehingga untuk Landsat 7 TM (Thematic Mapper) total 52, 5 juta piksel dan jika hal itu diterapkan pada citra Landsat 7 ETM+ tentu akan memerlukan jumlah memori yang sangat besar.

2) Pendekatan Statistik Yang Bervariasi.

Dat penginderaan jauh perekaman satelit berukuran besar dan bervariasi, serta direkam dalam beberapa saluran juga multitemporal (pengulangan

rekaman) tinggi. Oleh karena itu, diperlukan komputer yang mempunyai manipulasi data untuk pengembangan metode berdasarkan pendekatan statistik yang bervariasi (multivariate statical approach). Penjumlahan dan pengurangan berdasarkan pada statistik dengan pendekatan kuantitatif.

### 3) Sistematis, Cepat dan Efisien.

Komputer yang diperlukan untuk pengolahan citra digital harus mempunyai kemampuan manipulasi yang cepat, efisien, dan sistematis dalam bekerja. Dalam pengolahan citra juga harus dapat memperbaiki kesalahan yang dibuat dalam waktu perekaman datanya, yaitu kesalahan radiometrik dan geometrik yang disebabkan oleh kesalahan posisi sensornya.

### 4) Retrieval dan Modifikasi.

Komputer harus mampu melakukan berbagai modifikasi dan mendapatkan kembali data yang disimpan dalam kualitas tinggi, yaitu mampu mengatasi dan melakukan koreksi terhadap gangguan atmosfer terhadap radiasi, baik yang dipantulkan atau yang dipancarkan kembali oleh objek. Namun demikian, koreksi gangguan atmosfer juga dapat dilakukan dengan cara menggunakan metode kalibrasi bayangan.

### 5) Resolusi Tinggi.

Komputer harus mempunyai resolusi tinggi, baik resolusi spasial maupun spektralnya, sehingga dalam pengolahan data untuk setiap nilai piksel data dapat dilakukan secara teliti pada setiap tahapan (tahap demi tahap).



### 2.5.1 Konsep Resolusi

Resolusi disebut juga resolving power atau daya pisah adalah kemampuan suatu sistem optik-elektronik untuk membedakan informasi yang secara spasial berdekatan atau secara spektral mempunyai kemiripan (*Swain dan Davis, 1978*) yang kemudian pengertian ini berkembang dengan menambahkan aspek waktu (temporal) didalamnya, yaitu berupa resolusi spasial, resolusi spektral, resolusi radiometrik, dan resolusi temporal, ditambah dengan resolusi layar yang juga ikut berperan penting namun tidak banyak disadari keberadaannya.

Empat resolusi yang biasa digunakan sebagai parameter kemampuan sensor, yang diterapkan dalam konsep resolusi, yaitu :

#### → Resolusi Spasial

*Resolusi Spasial* adalah ukuran objek terkecil yang masih dapat disajikan, dibedakan, dan dikenali pada citra adalah merupakan pengertian praktisnya. Semakin kecil ukuran objek (terkecil) yang dapat terdeteksi, semakin halus atau tinggi resolusinya (*Projo Danoedoro : Pengolahan Citra*), begitu pula sebaliknya semakin besar ukuran objek terkecil yang dapat terdeteksi, semakin kasar atau semakin rendah resolusinya.

Dimana citra satelit Landsat memiliki ukuran 30 x 30 meter, 60 x 60 meter atau 15 x 15 meter (pankromatik) dengan sapuan cakupan 179 km x 179 km. Dimana ukuran dalam meter ini juga menunjukkan bahwa objek yang lebih kecil daripada resolusi itu tidak akan dapat dikenali, atau dipresentasikan sebagai objek itu secara individual. Objek tersebut akan tercatat sebagai satu sel penyusun citra (pixel atau picture element, elemen

gambar) yang sebenarnya memuat informasi beberapa objek. Piksel semacam ini disebut mixed-pixel/mixel (Kannegeiter, 1978).

#### → Resolusi Spectral

*Resolusi Spektral* merupakan daya pisah objek berdasarkan besarnya spektrum elektromagnetik yang digunakan untuk perekam data atau kemampuan suatu sistem optik elektronik untuk membedakan informasi (*objek*) berdasarkan pantulan (*pancaran*) spektralnya. Dengan kata lain semakin banyak jumlah salurannya, maka makin tinggi resolusi spektralnya (Projo Danoedoro : *Pengolahan Citra*).

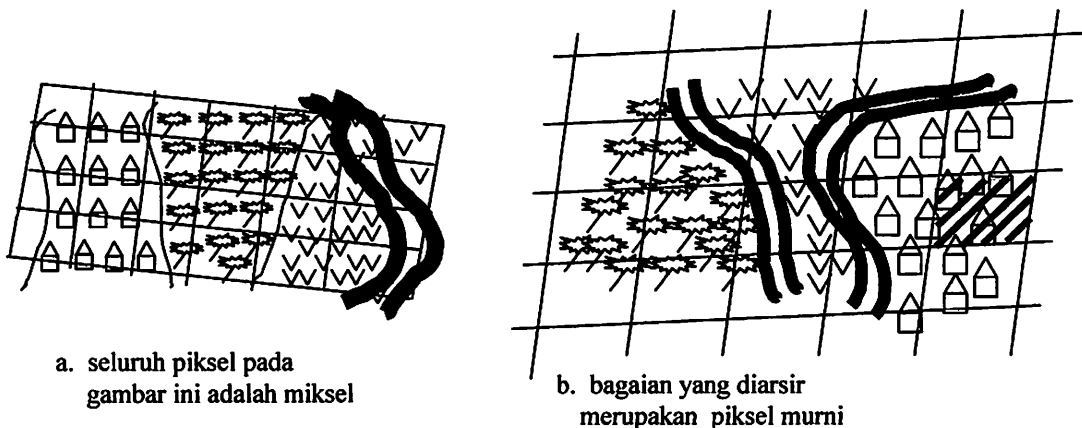
Menurut Purwadhi resolusi spektral merupakan daya pisah terhadap objek berdasarkan besarnya spektrum elektromagnetik yang digunakan untuk perekaman data. Kebanyakan sensor non-fotografik memiliki peralatan optik mekanik, atau elektronik yang rumit sehingga memerlukan persyaratan tenaga, ruang dan stabilitas yang serba terbatas. Persyaratan tersebut sering menentukan kemampuan sensor sinyal dalam merekam setiap kenampakan dipermukaan bumi, yang menyebabkan terjadinya koreksi geometrik (Dr. S, H, Purwadhi, Apu. *Interpretasi Citra Digital, 2001*)

#### → Resolusi Radiometrik

*Resolusi Radiometrik* adalah kemampuan sistem sensor untuk mendeteksi perbedaan pantulan terkecil (*kekuatan sinyal*), atau kemampuan sensor dalam mencatat respon spektral objek yang dinyatakan dalam satuan  $\text{cm}^{-2} \text{sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$  yang datang mencapai sensor dengan intensitas yang bervariasi. Dengan kata lain yang dimaksud dengan *Resolusi Radiometrik* adalah

kemampuan sensor untuk mengubah intensitas pantulan atau pancaran spektral menjadi angka digital yang dinyatakan dalam Bit (*Projo Danoedoro : Pengolahan Citra*).

Pada konsep pemikiran diatas dapat diartikan bahwayang dimaksud dengan resolusi radiometrik adalah kemampuan suatu sistem sensor pada satelit penginderaan jauh untuk mendeteksi perbedaan terkecil dari suatu kekuatan sinyal yang dipancarkan, dipantulkan, atau dihamburkan oleh knampakan objek dipermukaan bumi. Dimana persyaratan tersebut menentukan jenis wahana yang akan dioperasikan, sehingga kemampuan untuk perekaman ulang suatu dearah dapat diatur seefisien mungkin.



**Gambar 2.17 : Ukuran minimum objek yang masih bisa dipresentasikan piksel murni (pure piksel)**

#### → Resolusi Temporal

*Resolusi Temporal* adalah perbedaan kenampakan yang masih dapat dibedakan dalam waktu perekaman ulang (*Projo Danoedoro : Pengolahan Citra*).

→ Resolusi Layar

resolusi layar adalah kemampuan layar monitor dalam menyajikan kenampakan objek pada citra secara lebih halus. Semakin tinggi resolusi layarnya semakin tinggi kemampuannya untuk menyajikan data dalam butir-butir piksel yang halus. Atau dengan kata lain semakin banyak pula jumlah pikselnya (sel citra) yang dapat ditampilkan pada layar, biasanya ukuran piksel pada layar (*dot pitch*) sebesar 0,28 milimeter sudah dapat dikatakan memadai untuk studi penginderaan jauh. Dimana kemampuan layar monitor ini dikendalikan oleh graphic card (*graphic board*) yang dipasang pada CPU yang terkadang menurut ketinggian cardnya diemulsikan menjadi layar monitor resolusi menengah (*Projo Danoedoro : Pengolahan Citra*).

Data digital yang tersimpan sebagai byte map dalam media magnetik masih perlu ditampilkan pada layar monitor, untuk dianalisis secara interaktif. Disinilah masalah kualitas perangkat keras memegang peranan penting dalam : kapasitas penyimpanan data, kecepatan pengolahan, dan juga kualitas monitor dalam menyajikan citra pada layar. Kualitas monitor paling tidak ditentukan oleh dua parameter yaitu : tingkat bit\_nya dan resolusi layarnya. Dimana tingkat bit secara langsung berkaitan dengan kemampuan menyajikan warna atau tingkat kecerahan (*grey scale*). Dan monitor 8 bit mampu menampilkan 0 – 255 atau 256 warna atau tingkat kecerahan (*Dr. S, H, Purwadhi, Apu. Interpretasi Citra Digital, 2001*).

## → Resolusi Termal

Resolusi termal disebabkan oleh keterbatasan sensor penginderaan jauh yang merekam pancaran tenaga termal. Yang dimaksud dengan Resolusi Termal adalah perbedaan suhu atau temperatur yang masih dapat dibedakan oleh sensor penginderaan jauh sistem termal. Dimana besarnya resolusi termal bervariasi tergantung pada kepekaan sensornya.

### **2.5.2 Perangkat Sistem Pengolahan Citra**

Perangkat sistem pengolahan citra dapat dikelompokkan menjadi 2 golongan besar, yaitu : perangkat keras dan lunak. Sebagai bidang yang cukup spesifik, dengan terapan yang biasanya membutuhkan pendekatan terpadu dan tak lepas dari fasilitas yang dapat disediakan oleh perangkat lunak yang lain. Perangkat lunak citra biasanya membutuhkan konfigurasi perangkat keras yang agak rumit, serta tak biasa digunakan dalam operasi komputer sehari-hari (*Projo Danoedoro : Pengolahan Citra*).

#### **2.5.2.1 Perangkat Keras**

Perangkat keras merupakan penunjang sistem pengolahan citra digital yang dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian, yaitu pengolahan pusat, sistem tampilan, dan sistem keluaran. Sistem pengolahan pusat (*CPU, Central Processing Unit*) bertugas untuk mengatur lalu-lintas informasi dari pemrogram atau pengguna dengan data digital yang analisis. Untuk kerja komputer sangat ditentukan oleh kemampuan 'atak' komputer ini. Pada umumnya, untuk kerja ini sangat ditentukan oleh kualitas prosesornya.

Untuk komputer PC harus memenuhi beberapa persyaratan standart dalam pengolahan citra. Prosesor pada umumnya harus ditemani oleh koprosesor (*mathematical coprocessor*), yang digunakan untuk pengolahan yang cepat dan perhitungan yang sangat rumit. Disamping prosesor dan koprosesor, ada beberapa bagian juga dalam komputer yang harus diperhatikan yang merupakan bagaian terpenting yang terpasang secara permanen yang berupa :

a) Disk dan Disk Drive

Disk atau cakram adalah merupakan piringan elektronik yang merupakan penyimpanan data elektronik. Disket (*floppy disk*) merupakan salah satu tipe disk yang luwes, dapat dipasang dan dilepas secara mudah, namun dengan kapasitas penyimpanan yang rendah.

Disamping itu ada hard disk dengan kapasitas yang bervariasi, mulai dari puluhan MB sampai dengan ratusan mB. Pada umunya, ketersediaan hard disk merupakan syarat mutlak dalam pengolahan citra, mengingat bahwa programnya sendiri serinh menghabiskan banyak tempat dan datanya selalu berukuran besar (*data raster, vektor dan sebagainya*).

Pemasangan hard disk pada komputer biasanya membutuhkan adanya disket, compaact disk (*CD*), cd-room, cd-rw, dan flashdisk yang berfungsi dalam mentransfer data kedalam hard disk yang mampu menyimpan daata dari ukuran rendah KB (*kilo byte*) dan MB (*mega byte*) sampai dengan ratusan KB (*kilo byte*) dan MB (*mega byte*).

b) Monitor dan Graphic card

Layar monito dalam pengolahan citra sangat penting, karena layar ini berfungsi sebagai 'jendela' komunikasi antara CPU dengan pengguna.

Mengingat bahwa citra merupakan objek studi dalam pengolahan citra penginderaan jauh, maka kualitas monitor adalah syarat mutlak. Hal ini berbeda jika dibandingkan dengan banyak paket perangkat lunak lain, yang sekedar memanfaatkan kualitas layar monitor demi aspek estetika dan kesehatan mata.

Layar monitor dikendalikan oleh komputer melalui graphic card, yaitu suatu card yang mengatur sistem tampilan citra pada layar, baik berupa kombinasi warna yang dihasilkan maupun resolusi layarnya. Perangkat monitor dan graphic card standart setidaknya harus mampu menyajikan gambaran dari resolusi yang rendah sampai yang tinggi dengan 256 warna yang harus sekali tampil. Selain resolusi layar, tingkat bit monitor tersebutpun sangat penting untuk menunjukkan jenis-jenis monitor yang biasanya digunakan dan kualitasnya dalam menunjang sistem pengolahan citra.

c) Perangkat masukan dan Keluaran

Pada sistem pengolahan citra, terdapat beberapa perangkat keras penunjang yang sangat penting berupa perangkat masukan dan perangkat keluaran. Perangkat ini dihubungkan melalui prot. Perangkat masukan adalah perangkat yang digunakan untuk memberikan masukan data bagi sistem pengolahan citra, misalnya pelarik (*scanner*), digittizer, dan kamera CCD (*charge coupled device*). Perangkat keluaran adalah perangkat yang digunakan untuk memberikan keluaran hasil pengolahan, biasanya berupa cetak jadi (*hard copy*) ataupun grafik/tabel, misalnya printer, plotter dan kamera monitor.

Pelarik atau scanner adalah alat pengubah informasi grafis-kontinu-analog menjadi data (*citra*) digital. Perbedaan utama dengan pelarik pada sistem satelit adalah ukuran, konstruksi, dan kapabilitasnya.

Digitizer adalah alat pengubah data (*gambar*) analog menjadi data grafis digital melalui teknik perunutan (*tracing*) kenampakan garis pada gambar analog tersebut. Kenampakan linier ini dapat berupa sungai, jaringan jalan, dapat pula garis batas unit pemetaan. Penomoran area (*luas*) dapat diturunkan dari informasi garis ini melalui poligonisasi. Adapun perbedaan antara pelarik dan digitizer adalah terletak pada tipe data yang dihasilkan, pelarik menghasilkan data digital raster yang praktis namun menghasilkan banyak tempat, sedangkan digitizer menghasilkan data digital vektor yang rumit strukturnya namun relatif lebih menghemat tempat.

kamera CCD (*charge coupled device*) secara sepintas mirip kamera video, tetapi mempunyai kapasitas merekam (*setelah dihubungkan dengan CPU dan layar monitor*) gambar yang tertangkap oleh kamera ini menjadi gambar diam (*still image*) seperti halnya citra satelit yang tersimpan dalam format data raster.

Perangkat keluaran berupa pencetak (*printing*) dapat dikelompokkan menjadi beberapa kategori, sesuai dengan kapabilitasnya (*dot-matriknya*) yang berupa kemampuan pencetakan warna mulai dari hitam putih sesuai dengan tingkat keabuannya, sampai warna-warna lain, dan tingkat printing juga mengalami perubahan yang cukup pesat mulai dari dot-matrik, dpi (dot per inchi). Tipe ink-jet, dan sebagainya. Dengan prinsip kerja berdasarkan



perbedaan elektrostatik ataupun temperatur pada moncong printer yang berisi tinta.

### **2.5.2.2 Perangkat Lunak**

Begitu banyaknya perangkat lunak yang ada dipasaran global untuk pengolahan citra penginderaan jauh sangat membantu bagi para pengguna jika dibandingkan pada jaman terdahulunya dalam era sepuluh atau lima belas tahun sebelumnya, yang didominasi oleh perusahaan yang besar yang menuntut konfigurasi perangkat keras yang rumit, berukuran besar, serta sangat mahal. Dengan semakin populernya PC mendorong produsen untuk melepas produk yang lebih murah dengan kapabilitas yang makin canggih dan disesuaikan dengan tuntutan pasar dewasa ini dengan harga yang relatif terjangkau.

Produk perangkat lunak pengolahan citra digital yang beredar dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis utama. Jenis utama adalah produk yang hanya dapat digunakan untuk penampilan citra (display), manipulasi sederhana dan klasifikasi. jenis kedua merupakan produk yang memberikan semua fasilitas pengolahan citra secara lengkap, mulai dari display, koreksi radiometrik dan geometrik, manipulasi kontras, klasifikasi, filtering, sampai dengan transformasi khusus. Jenis ketiga adalah produk yang menawarkan fasilitas seperti pada jenis produk kedua, ditambah dengan modul sistem informasi geografis, yang dewasa ini banyak digunakan.

informasi yang jelas dapat dilihat dalam data digital dengan kisaran angka 0 – 255 (256) yang dipandang sebagai respons spektral yang tercatat oleh sensor, maka kita dapat mengatakan bahwa data digital tersimpan dalam domain data spektral, biasanya paket pengolahan citra telah menyediakan alternatif kombinasi warna tampilan, disamping program pemberian warna yang bersifat interaktif yang dapat diuraikan sebagai LUT dan citra komposit.

### 2.5.3.1 LUT (Look-up Table atau Grey scale)

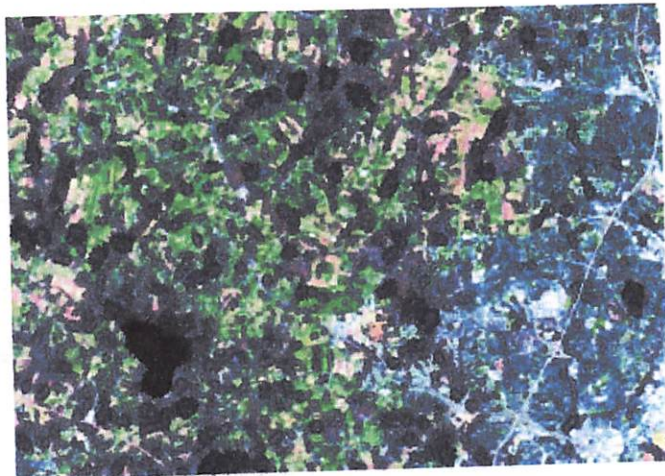
LUT merupakan teknik pemberian warna secara interaktif yang digunakan untuk gradasi tingkat keabuan (*grey scale*) yang selalu menggunakan asumsi bahwa masukkan citra memiliki 256 tingkat keabuan. Biasanya nilai kecerahan ini disebut BV (*brightness value*) dimana input kisarannya 0 – 255, yang dapat ditransformasi menjadi 5, 16, 32, 64 maupun 256 tingkat, tergantung pada kemampuan layar dan kebutuhan.

LUT untuk warna-warna lain pada teknik pseudo color digunakan untuk menonjolkan perbedaan nilai spektral yang tipis, tanpa melakukan perentangan kontras, dimana piksel-piksel yang memiliki nilai rendah diberi warna biru, sedangkan nilai tengah diberi warna hijau, dan nilai tinggi diberi warna merah. Gradasi semacam ini dapat pula diterapkan dengan memberikan dengan memberikan kombinasi warna yang berbeda, misalnya biru gelap, ungu, magenta, merah, pink sampai dengan putih.

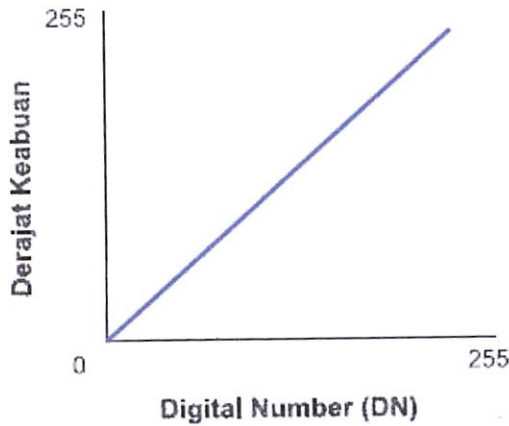
### 2.5.3.2 Citra Komposit Warna

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 DN tertentu (*atau kisaran dari DN tertentu*) sehingga meningkatkan kontras antara nilai DN tertentu dengan pixel di sekelilingnya pada suatu citra. Sebuah citra *true color* adalah citra dimana warna yang diberikan kepada nilai-nilai DN mewakili kisaran spektral sebenarnya dari warna-warna yang digunakan pada citra.

Contoh dari sebuah citra true color seperti terlihat pada gambar ?

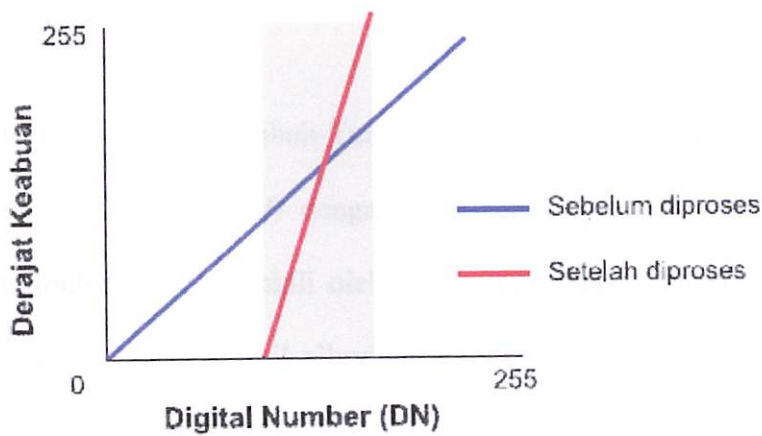


Gambar 2.18 : Citra True Color dari Landsat 7



**Gambar 2.20 : Grafik Hubungan linier Derajat Keabuan dengan Nilai Digital**

Permasalahan dengan hubungan linier seperti ini adalah bahwa nilai DN dari bentuk-bentuk yang ingin ditonjolkan mungkin terkonsentrasi pada kisaran kecil, sehingga derajat keabuan yang diberikan kepada nilai DN 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 DN 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 2.21 : 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 yang kontras.

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

## 2.6.1 Kualitas Citra

Secara garis besar, kualitas citra dapat dikelompokkan menjadi kualitas radiometrik dan geometrik. Kualitas radiometrik dinilai berdasarkan enak tidaknya gambar dalam pandangan pengolah, dan benar atau tidaknya informasi spektral yang diberikan dan tercatat oleh sensor, dengan demikian maka kualitas radiometrik dapat dinilai secara kualitatif dan kuantitatif. Kualitas geometrik dinilai secara kuantitatif berdasarkan benar atau salahnya bentuk serta posisi objek pada citra, dengan dengan rujukan bentuk dan posisi objek dilapangan ataupun pad peta acuan (*dengan proyeksi tertentu*).

Tinggi rendahnya kualitas citra dipengaruhi oleh banyak hal, antara lain : kualitas sensor atau detektor, posisi wahana pada saat perekaman, kondisi topografi daerah yang diliputi, dan juga kondisi atmosfer pada saat perekaman. Kondisi awal kualitas citra ini, apabila sangat rendah akan berpengaruh secara langsung terhadap kualitas hasil restorasi. Perlu juga ditekankan bahwa tinggi rendahnya resolusi (*temporal, spektral, spasial*) tidak dapat secara langsung digunakan sebagai ukuran kualitas citra, karena aspek resolusi ini tidak terlepas dari misi peluncuran satelitnya.

### 2.6.1.1 Penilaian Kualitas Citra

Penilaian kualitas citra dapat dilakukan secara absolut, dan dan dapat pula secara relatif. Penilaian secara absolute biasanya mengacu pada beberapa tolak ukur yang jelas, misalnya prosentase liputan awan, banyaknya drop-out baris, serta kolerasi antar saluran pada sistem multispektral.

Penilaian relatif biasanya dikaitkan dengan potensi citra yang bersangkutan untuk suatu aplikasi tertentu, misalnya survei geologi, kota ataupun vegetasi.

### **2.6.1.2 Beberapa Parameter Kualitas Citra**

Adapun beberapa penilaian dari citra yang juga patut diperhatikan adalah Tutupan awan dan gangguan kabut, Kolerasi antarsaluran dan optimum index factor (*OIF*), Kesalahan geometri citra, Kesalahan radiometrik. Dan dapat diuraikan sebagai berikut :

#### **1. Tutupan awan dan gangguan kabut.**

Satelit sumberdaya alam yang 'baik' atau 'memenuhi syarat', antara lain bila luas liputan awannya kurang dari 10%. Semakin banyak luasan liputan awannya, berarti semakin banyak pula informasi permukaan bumi yang hilang karena tutupan awan dan sekaligus bayangan-nya. Hal ini sangat berbeda jika dibandingkan dengan satelit cuaca yang justru banyak membutuhkan informasi mengenai bentk dan luas liputan awan, demi peramalan gejala-gejala atmosfer atau cuaca. Meskipun demikian, sekalipun liputan awan total pada suatu scane hanya 10%, bisa saja liputan tersebut merata pada seluruh wilayah. Hal itu tentu saja sangat mengganggu dalam proses interpretasi dan klasifikasi secara digital, karena tutupan awan hampir selalu 'ditemani' oleh tutupan bayangan awan.

Di Indonesia, citra yang 100% bebas awan sangat sulit diperoleh, hal ini disebabkan oleh waktu perekaman satelit yang bersamaan dengan waktu pembentukan awan, serta sistem sensor (*satelit*) yang pada umumnya tidak

mampu menangkap informasi gelombang pendek yang dapat menembus awan, kecuali sistem gelombang pendek yang dipasang pada satelit-satelit buatan Jepang. Pada katalog citra yang diterbitkan oleh berbagai instansi survei pemetaan dan lembaga antarsiksa, informasi iniluas liputan awan diberikan sebagai salah satu pertimbangan utama.

Kesalah radiometrik citra yang terlalu banyak juga mengurangi kendalan citra yang dihasilkan. Biasanya produk yang dijual ke pasaran adalah biasanya produk siap pakai, sehingga telah mengalami proses perbaikan secara geometrik dan radiometrik. Kesalahan radiometrik yang besar, terutama yang merupakan kesalahan sistematik, biasanya telah dikoreksi oleh stasiun penerimanya.

## **2. Kolerasi antarsaluran dan Optimum indeks faktor.**

Sistem sensor multispektral menghasilkan citra daerah yang sama pada beberapa saluran. Perbedaan informasi spektral objek-objek yang sama pada saluran justru memperkuat kemampuan sistem dalam membedakan objek yang satu terhadap yang lainnya, melalui analisis gugus (*cluster analysis*). Dalam bahasa yang rendah, rendahnya hubungan antara saluran justru menunjukkan bahwa satu saluran 'tidaklah' mirip dengan saluran yang lain, sehingga secara bersama-sama saling melengkapi dan dapat dipakai untuk mengenali objek.

Koefesien kolerasi merupakan parameter yang sering digunakan untuk menunjukkan kekuatan hubungan antarvariabel pada citra multispektral dan untuk analisisnya visualnya digunakan Optimum Index Factor (*OIF*), contohnya terdapat citra dengan  $n$  saluran, maka nilai *OIF* ini dihitung untuk



sembarang kombinasi 3 saluran sebagai berikut (*Projo Danoedoro :  
Pengolahan Citra Digital*):

$$OIF = \frac{\sum_{k=1}^3 S_k}{\sum_{j=1}^3 abs(r_j)}$$

Dimana :

$S_k$  : Simpangan baku untuk saluran  $K_1$

$Abs(r_j)$ : nilai mutlak untuk koefisien kolerasi antara sembarang saluran 2 dari tiga yang ada

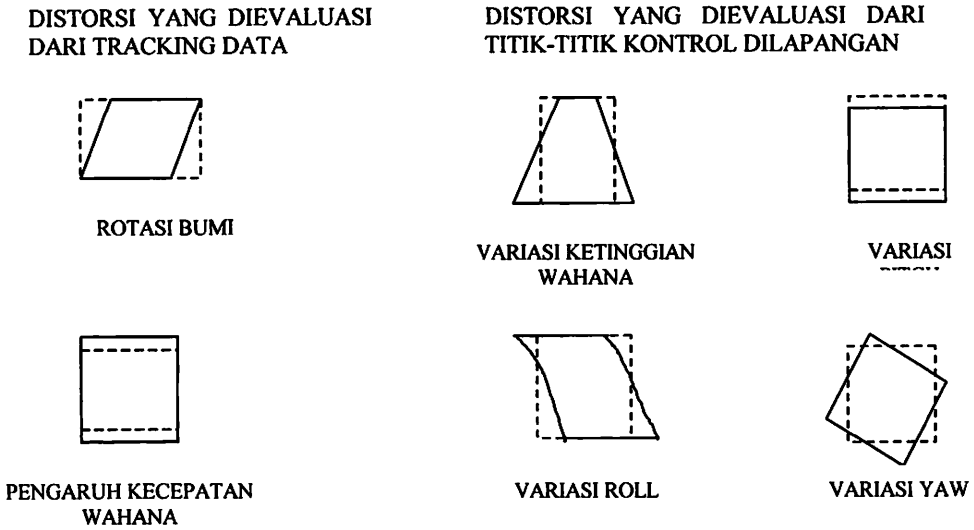
### 3. Kesalahan geometri citra.

Citra yang dihasilkan secara langsung melalui proses perekaman satelit tidaklah bebas dari kesalahan. Kesalahan geometri ini disebabkan oleh adanya gerakan satelit, rotasi bimu, gerakan cermin pada sensor skaner dan juga kelengkungan bumi.

Pada sateli sumberdaya, yang umumnya mengorbit secara polar, kombinasi mekanisme lintasansatelit dengan arah rotasi bumi menyebabkan terjadinya'pergeseran' ujud gambar dari kelompok baris penyiaman. Hasil perekaman juga merupakan model perekaman dua dimensi yang menggambarkan kenyataan tiga dimensi pada bidang sfetoid permukaan bumi. Disini sudah muncul kesalahan geometrik citra yang lain. Permukaan tinggi objek dipermukaan bumi secara langsung direkam sehingga menghasilkan citra dengan skala yang tidak seragam. Dan keshlahan ini masih ditambah dengan adanya variasi ketinggian lintasan satelit.

Kesalahan-kesalah geometri ini dapat dikoreksi dalam dua tahap utama. Tahap yang pertama adalah koreksi kesalahan geometri yang sudah dapat diperkirakan sebelumnya dan dinamakan kesalahan sistematis, yang

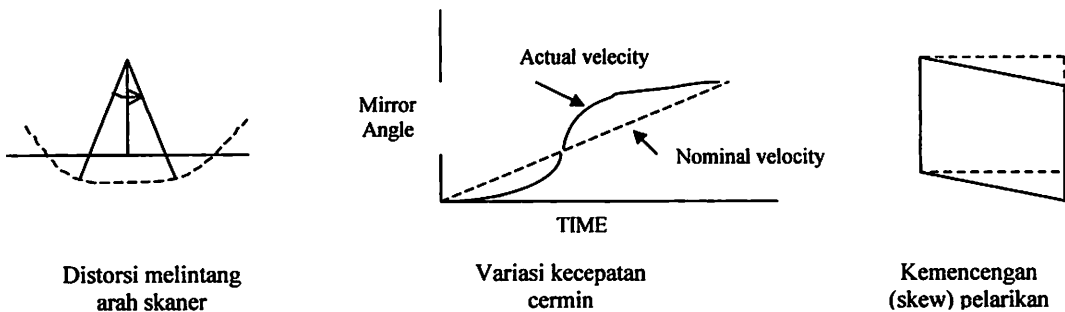
disebabkan oleh pengaruh gerakan cermin pelarik, kecepatan lintasan satelit, dan serta arah kecepatan rotasi bumi. Dimana melalui koreksi ini bentuk citra yang sebelumnya bujur sangkar akan menjadi jajaran genjang.



Ket Gambar :

- garis-garis putus menunjukkan bentuk citra yang terdistorsi.
- Garis tegas menunjukkan bentuk citra yang telah terdistorsi

**Gambar 2.22 : Distorsi Tak-Sistematik Dari Koreksi Geometrik**



**Gambar 2.23 : Distorsi Sistemik Dari Koreksi Geometrik**

#### 4. Kesalahan radiometrik citra.

Tidak konsistennya detektor dalam menangkap informasi yang dihasilkan kesalahan berupa anomali nilai piksel. Piksel ini menjadi bernilai jauh lebih tinggi atau bernilai lebih rendah dari yang seharusnya. Keterlambatan dalam memulai baris perekaman baru (*akibat mekanisme gerakan yang berputar pada MSS Landsat*) juga menghasilkan baris-baris perekaman yang cacat. Kesalahan-kesalah tersebut diakibatkan oleh mekanisme internal sensor.

Faktor eksternal sensor yang juga memegang peranan penting adanya pengaruh atmosfer. Partikel-partikel dalam atmosfer yang kadang-kadang menyerap radiasi pantulan atau pancaran objek, namun dilain pihak kadang-kadang pula menghamburkannya, telah mengubah informasi spektral yang mencapai sensor. Beberapa jenis hamburan yang dikenal antara lain hamburan Rayleigh yang terjadi pada spektra ultraviolet dan tampak, yang efek hamburan dengan panjang gelombang  $0,5 \mu\text{m}$  sekitar sepuluh kali lipat jika dibandingkan dengan panjang gelombang  $0,9 \mu\text{m}$  (*Gastellu-Etchegorry, 1988*). Jika hal ini terjadi disebabkan oleh gas-gas oksigen dan nitrogen (*hamburan molekular*) sksn menyebabkan panjang gelombang yang berbeda.

Kesalahan radiometrik citra dapat dikelompokkan mejadi tiga kelompok yang dapat duraikan sebagai berikut :

- 1) Kesalahan pada sistem optik, dimana kesalahan ini dapat disebabkan oleh :
  - Bagian optik pembentuk citra buram.
  - Perubahan kekuatan sinyal.

- 2) Kesalahan karena gangguan energi radisi elektromagnetik pada atmosfer yang disebabkan oleh :
  - Pengaruh hamburan dan serapan.
  - Tanggapan (*response*) amplitudo yang tidak linier.
  - Terjadinya bising (*noise*) pada waktu transmisi data.
- 3) Kesalahan akibat pengaruh sudut elevasi matahari yang menyebabkan :
  - Perubahan pencahayaan pada permukaan bumi, karena sipat objek dan kepekaan objek menerima tenaga dari luar tidak sama.
  - Perubahan radiasi dari permukaan objek karena perubahan sudut pengamatan sensor.

### 2.6.2 Koreksi (Restorasi) Citra

Telah disebutkan bahwa koreksi citra diterapkan pada kesalahan yang telah dapat ditentukan magnitudenya sebelumnya (*kesalahan sistematik*). Lepas dari itu kesalahan citra merupakan suatu operasi pengkondisian supaya citra yang digunakan benar-benar memberikan informasi yang akurat secara geometris dan radiometris. Oleh karena itu, operasi koreksi disebut pula *operasi pra-pengolahan (pre-processing)*. Khusus untuk koreksi radiometrik disebut operasi koreksi citra agar siap pakai.

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

### **2.6.2.1 Koreksi Radiometrik Citra Landsat**

Koreksi radiometri diperlukan atas dasar dua alasan, yaitu untuk memperbaiki kualitas visual citra dan sekaligus memperbaiki nilai-nilai piksel yang tidak sesuai dengan nilai pantulan atau pancaran spektral obyek yang sebenarnya. Koreksi 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 piksel 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 piksel supaya sesuai dengan yang seharusnya biasanya mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai sumber kesalahan utama. Pada koreksi ini, diasumsikan bahwa nilai piksel terendah pada suatu kerangka liputan (*scene*) seharusnya nol, sesuai dengan *bit-coding* sensor.

### **2.6.2.2 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 sistematis 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 menentukan koefisien bagi dua *persamaan alih ragam (transformation equation)* yang menghubungkan koordinat geografik dan koordinat citra, yakni sebagai berikut

$$\begin{aligned}x &= f_1 (X, Y) \\ y &= f_2 (X, Y)\end{aligned}\tag{II-1}$$

dimana

(x,y) = koordinat citra (lajur, baru)

(X,Y) = koordinat peta

$f_1, f_2$  = koefisien alih ragam

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

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 piksel 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 piksel 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 piksel 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 piksel terdekat yang telah tergeser ke posisi baru. Keunggulan metode ini perhitungan sederhana dan menghindari pengubahan nilai piksel, tetapi kenampakan pada matrik keluaran dapat digeser secara spasial hingga setengah piksel dan menyebabkan adanya kenampakan yang tidak bersambungan pada hasil citra keluarannya.

2. ***Bilinear Interpolation***, algoritma ini mempertimbangkan keempat nilai piksel 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 menimbulkan masalah pada pemakai analisis pengenalan pola spektral data citra.
3. ***Cubic Convolution***, algoritma *Cubic Convolution* ini menggunakan prinsip hampir sama dengan prinsip interpolasi pada algoritma *Bilinear Interpolation*, tetapi dengan mempertimbangkan nilai 16 piksel disekitarnya. Metode ini menghindari wujud tidak sambung pada metode *Nearest Neighbour* dan menyebabkan citra agak lebih tajam daripada metode *Bilinear Interpolation*.

## 2.7 Aplikasi Pengolahan Data Citra

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 (*energi panas*). Energi merambat melalui atmosfer 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:

1. Lebih luasnya ruang lingkup yang bisa dipelajari.
2. Lebih seringnya sesuatu fenomena bisa diamati.
3. Dimungkinkannya penelitian di tempat-tempat yang susah atau berbahaya untuk dijangkau manusia, seperti daerah kutub, kebakaran hutan, aktivitas gunung berapi.

## 2.8 Teknik Pengolahan Citra

### 2.8.1 Teknik Penajaman Citra

Perbedaan kenampakan obyek satu sama lain pada citra disebabkan adanya perbedaan interval nilai piksel yang merepresentasikannya, dan juga karena berbeda kesan pola spasial yang dihasilkannya. Perubahan yang terjadi pada nilai piksel 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.

### 2.8.2 Penajaman Kontras (*Contrast Enhancement*)

Contrast 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. Teknik pengolahan citra bisa dipakai untuk mempertajam contrast.

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 bias merupakan 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 (*DN*).

Algoritma penajaman kontras ini dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

1. **Perentangan Kontras**, kontras citra dapat dimanipulasi dengan merentang nilai kecerahan pikselnya. 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 histogram ini dapat dibagi menjadi tiga tahap. **Pertama**, dilakukan perhitungan untuk menurunkan histogram citra yang akan dipertajam. **Kedua**, si operator kemudian menentukan jumlah kelas kecerahan yang baru (*misalnya 32*). Data nilai kecerahan (*Brightness Value/BV*) seluruh citra nantinya akan didistribusikan kembali ke masing-masing kelas tersebut. **Ketiga**, program akan menghitung dan menandai piksel demi piksel, untuk kemudian mengelompokkan mereka, masing-masing dalam jumlah kurang lebih sama, ke tiap kelas kecerahan yang tersedia. Setelah itu, dengan sendirinya citra baru (*atau tampilan pada layar*) segera dihasilkan.

### 2.8.3 Pemfilteran (*Filtering*)

Pemfilteran adalah suatu cara untuk ekstraksi 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 berbeda dengan pengertian filter dalam fotografi. Persamaan keduanya hanya pada kemampuan untuk menyaring atau menapis informasi sehingga menghasilkan 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.

### 2.8.4 Interpretasi Citra Landsat

Ada beberapa langkah interpretasi visual yang dikemukakan, berikut ini diuraikan prosedur interpretasi visual (*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 obyek 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 obyek secara umum menuju obyek yang lebih spesifik. Interpretasi diawali dengan mengamati keseluruhan citra menuju ke

obyek yang lebih kecil. Jika tersedia citra dengan berbagai skala maka interpretasi dimulai dari skala terkecil.

3. Interpretasi dimulai dari obyek yang diketahui menuju ke obyek yang tidak diketahui. Kenampakan yang tidak diketahui didekati dari obyek 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, interpreter harus memperhatikan karakteristik citranya seperti sifat kanal yang digunakan.

Unsur-Unsur interpretasi visual adalah karakteristik obyek yang terdapat pada citra yang digunakan sebagai kunci pengenalan obyek (*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 obyek. 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 obyek. Bayangna 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 obyek, pola pemukiman linier di sepanjang sungai atau jalan.
7. **Lokasi** yaitu letak suatu obyek dan hubungannya dengan sekitarnya.
8. **Asosiasi**. Pengenalan obyek dapat dilakukan karena adanya obyek lain.
9. **Resolusi** digunakan sebagai ukuran bagi kualitas citra dalam mengenali obyek. Resolusi citra Landsat 30 meter berarti obyek dengan ukuran kurang dari 30 meter persegi tidak dapat dikenali.

#### 2.8.5 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 (*reflektansi*) 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*).

#### 2.8.5.1 Klasifikasi Terbimbing

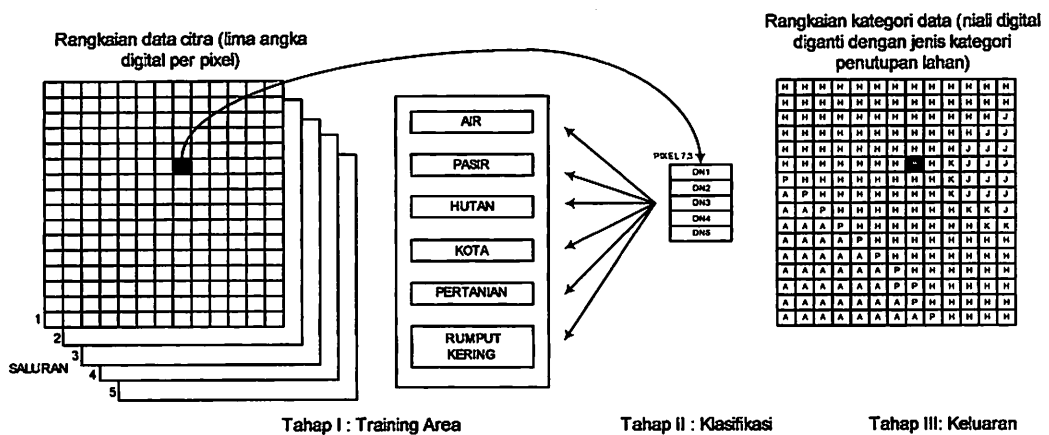
Klasifikasi Terbimbing (*Supervised Classification*) adalah proses klasifikasi dengan pemilihan kategori informasi yang diinginkan dan memilih *training area* untuk setiap kategori penutupan lahan yang mewakili sebagai kunci interpretasi. (Sri Hardiyanti Purwadhi, *Interprestasi Citra Digital*, 2001).

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, paralelepiped, 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 metrik luas berbagai jenis tutupan lahan pada citra.



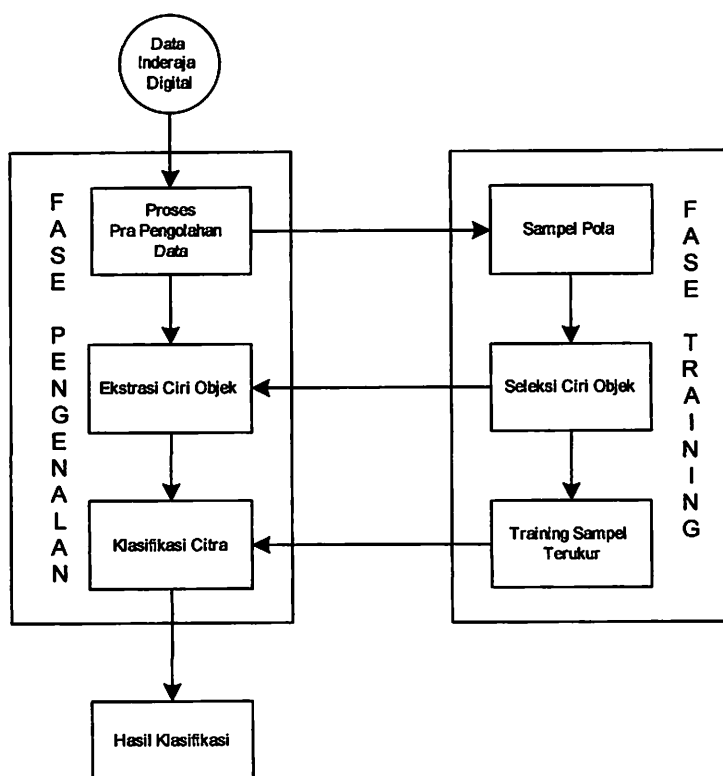
Gambar 2.24 : Tahap Klasifikasi Terbimbing

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 2.25 :Model Pengenalan Pola Metode Statistk

## 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 matematis sebagai vektor  $X$  yang mempunyai dimensi  $x_1$  sampai  $x_n$ , maka cara pengukurannya dapat dilakukan dengan pendekatan sebagai berikut :

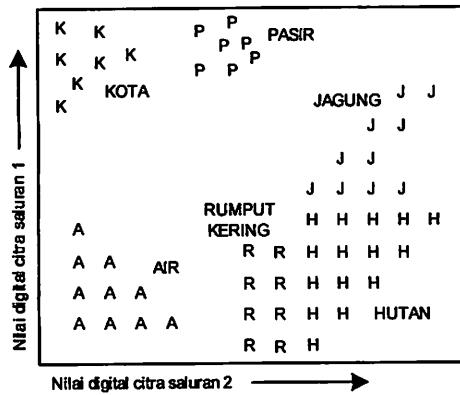
$$X = (x_1 \ x_2 \ x_3 \ \dots \ x_n)^T \ \dots\dots\dots$$

di mana :

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

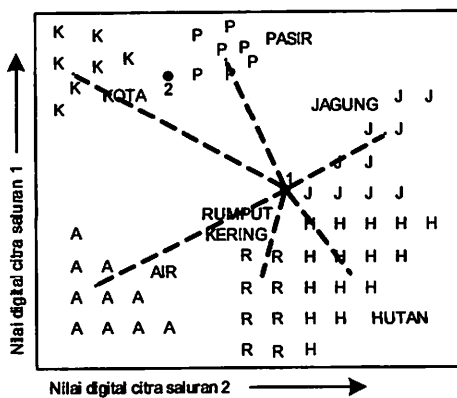


Gambar 2.26 : Pengamatan Pixel Dari Seleksi Ciri Objek Pada Diagram Pencar

### 2.8.5.1.1 Metode Jarak Minimum Rata-rata Kelas

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 di bawah). 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 2.27 : Strategi Jarak Minimum Rata-rata Kelas

### 2.8.5.1.2 Klasifikasi Berdasarkan Strategi “Parallelepiped”

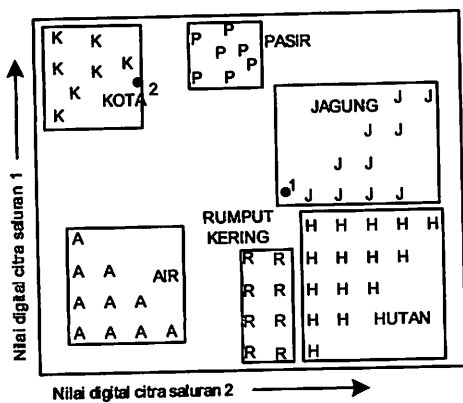
Strategi parallelepiped merupakan klasifikasi terbimbing yang dapat memberikan kepekaan terhadap varian kategori, yaitu dengan memperhitungkan kisaran nilai digital dari masing-masing rangkaian kategori nilai digital pixel “training” sampel. Kisaran nilai digital dari dua saluran dapat ditentukan dengan nilai digital tertinggi (DN Max) dan nilai digital terendah (DN 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”.

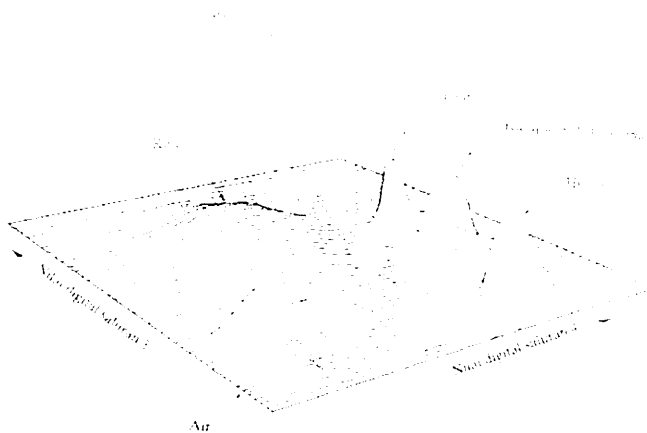


Gambar 2.28 : Strategi Parallelepiped

### 2.8.5.1.3 Klasifikasi Berdasarkan Fungsi Normal “Gauss” Kemiripan Maksimum

Klasifikasi berdasarkan kemiripan maksimum (maximum likelihood) merupakan strategi klasifikasi terbimbing dengan cara mengevaluasi kuantitatif

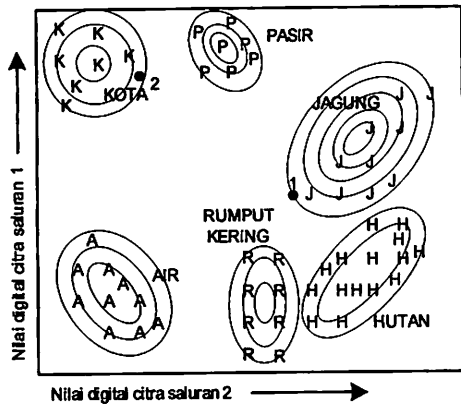
varian maupun korelasi pola tanggapan spektral pada saat mengklasifikasikan pixel yang tidak dikenal. Pengkelasan ini menggunakan training sampel yang bersifat sebaran normal (distribusi normal), yaitu semua sebaran (distribusi) pola tanggapan spektral tutupan lahan dianggap sebagai vektor rata-rata 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 2.29 : Fungsi Probabilitas Nilai Densitas Berdasarkan Kemiripan Maksimum**

Pola dasar klasifikasi kemiripan maksimum terutama pada pembuatan batas “garis tinggi probabilitas nilai densitas piel sama” yang digambarkan dalam bentuk *ellipsoidal* pada diagram pencarnya yang menunjukkan daerah atau wilayah ketetapan kepekaan spektral pixel seperti terlihat pada Gambar 2.30 di bawah. Pada Gambar 2.30 dibawah, 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 2.30 : 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 karakteristik, yaitu harga rata-rata (*mean*) intensitas pixel yang diketahui. Distribusi normal digunakan untuk mengukur dimensi setiap pixel, dan dapat dilakukan dengan pendekatan sebagai berikut :

$$P(X/W_i) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2} |E_i|^{1/2}} \exp \left[ -1/2 (X - U_i)^T E_i^{-1} (X - U_i) \right]$$

di mana :

$P(X/W_i)$  = probabilitas vektor data X menjadi kelas i

$X$  = vektor data yang akan diklasifikasikan

$U_i$  = rata-rata (*mean*) vektor untuk kelas i

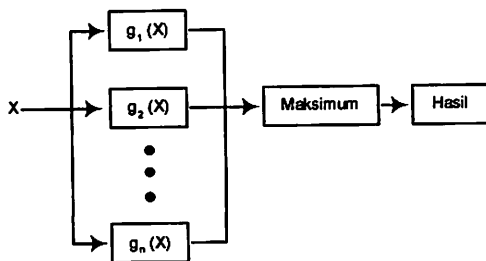


$E_i^{-1}$  = inversa dari matrik  $E_i$

$\pi$  = 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 2.30. 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 2.31.



**Gambar 2.31 : Kontur Probabilitas Nilai Densitas Pixel**

**Keterangan Gambar :**

$X$  = 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  $i = 1,2,3 \dots n$ . 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.

#### 2.8.5.1.4 Tahap Latihan

Tahap *training sample* merupakan analisa menyusun “kunci interpretasi” dan mengembangkan secara numerik spektral untuk setiap kenampakan dengan memeriksa batas daerah (*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 (batas area) 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  $n + 1$  ( $n = \text{jumlah saluran}$ ). 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  $100 \times (6 \text{ saluran}) = 600$  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.

#### **2.8.5.2 Klasifikasi Tak Terbimbing**

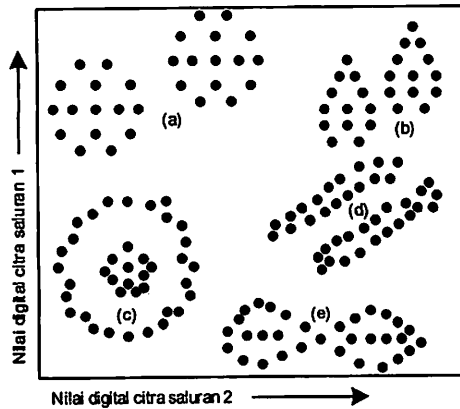
Salah satu alternatif bagi pendekatan klasifikasi data Penginderaan Jauh dapat dilakukan dengan cara klasifikasi tak terbimbing (*unsupervised classification*). Klasifikasi tak terbimbing adalah proses klasifikasi dengan menggunakan algoritma untuk mengkaji atau menganalisis sejumlah besar pixel yang tak dikenal dan membaginya dalam sejumlah kelas berdasarkan pengelompokan 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, pengelompokan kelas didasarkan pada nilai natural spektral citra, dan identitas nilai spektral tidak dapat diketahui secara dini. Hal ini disebabkan analisisnya belum menggunakan data rujukan seperti 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 pengelompokan 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, dan diolah oleh komputer secara bebas.

Analisa *cluster* adalah suatu bentuk pengenalan pola yang berkaitan dengan pembelajaran secara *unsupervised*, dimana jumlah pola kelas tidak diketahui. (*James J. Simpson, 2000*). Analisa 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 pengelompokan cluster dapat digambarkan secara grafis seperti diagram pencar pada Gambar 2.31.

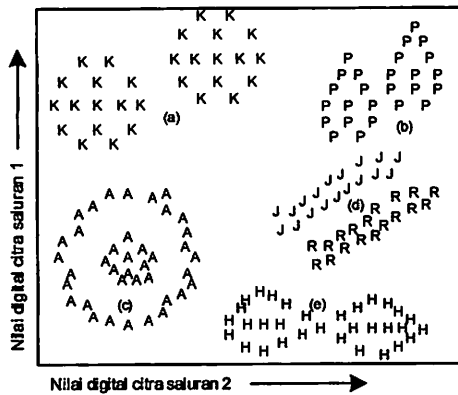


**Gambar 2.32 : Contoh Bentuk Pola Cluster**

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 2.32. 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 paralelepiped, cluster (c) menggunakan proses translasi atau rotasi, cluster (d) menggunakan proses paralelepiped 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 pengelompokan 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 2.33 : Kelas Spektral pada Data Citra Dua Saluran**

Gambar 2.33 menunjukkan pendekatan tak terbimbing (*unsupervised*) dengan memperhatikan serangkaian data citra dua saluran. Pengelompokan data secara grafis dapat digambarkan sebagai diagram pencar (*scattered diagram*) seperti yang telah digambarkan pada bentuk pola cluster-nya.

Tabel 2.6 Beberapa kelas spektral pada tutupan lahan hutan, (Lellisand dan Kiefer, 1994).

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

Tiga kemungkinan yang merupakan hasil keluaran, di mana pada kemungkinan pertama kelas spektral berasosiasi secara khas dengan satu jenis



kenampakan. Kemungkinan ke dua, beberapa kelas spektral dapat diidentifikasi terhadap setiap kategori informasi yang diinginkan pengguna. Subkelas 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.

## 2.9 Tinjauan Pustaka

*Hutan* adalah satu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumberdaya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam dengan lingkungannya, yang satu dengan yang lain yang tidak dapat dipisahkan. Dan kerusakan hutan disebabkan oleh aktivitas manusia sebagai faktor utama dan faktor alami (*UU RI No. 41/1999 Pasal 1 ayat 2*).

*Penjarahan* adalah tindakan pencurian terhadap hasil hutan berupa sumberdaya alam yang mengakibatkan terjadinya perubahan terhadap tutupan lahan.

*Eksplorasi hutan* merupakan suatu tindakan pengusahaan, pendayagunaan atau pemanfaatan hasil hutan (*kayu*) yang berlebihan dengan tujuan menguntungkan diri sendiri, tanpa memperhatikan akibat atau kerugian yang ditimbulkan.

*Penginderaan jauh* adalah suatu ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah atau fenomena melalui analisa data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek terhadap daerah atau fenomena yang dikaji (*Liliasand and Kiefer, 1993*).

*Interpretasi citra* adalah perbuatan mengkaji foto udara/citra dengan maksud untuk mengidentifikasi suatu objek dan menilai arti penting objek tersebut (Susanto, 1996).

Interpretasi atau penafsiran citra penginderaan jauh (*fotografik dan non-grafik*) merupakan perbuatan mengkaji citra dengan maksud untuk mengidentifikasi objek yang tergambar dalam citra, dan menilai arti pentingnya objek tersebut (Purwadhi)

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan sesuai dengan perencanaan yang terdapat pada diagram alir perencanaan, yaitu sebagai berikut :

#### **3.1 Persiapan**

Tahap persiapan ini merupakan tahap yang penting dalam menunjang keberhasilan penelitian, karena tahap ini berisikan tentang perencanaan penelitian, persiapan-persiapan data-data yang diperlukan dalam penelitian, serta literatur-literatur yang akan dipergunakan sebagai referensi dalam penelitian.

#### **3.2 Data dan Cara Penelitian**

##### **3.2.1. Data Penelitian**

Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

##### **1. Citra Landsat.**

Order pembelian citra Landsat 5 ETM tahun 1994 dan 1997 dilakukan di LAPAN (*Lembaga Antariksa dan Penerbangan Nasional*) yang berpusat di Kota Bandung dan untuk order pembelian citra Landsat 7 ETM + tahun 2000 dan 2003 diperoleh dari kantor Kehutanan Prop. Kalteng kota Palangka Raya.

Data citra Landsat dengan spesifikasi sebagai berikut :

- a. Citra Landsat 5 ETM tahun 1994 dalam format ER Mapper (ers), dan sudah melalui proses koreksi radiometri (sumber LAPAN)
- b. Citra Landsat 5 ETM tahun 1997 dalam format ER Mapper (ers), (sumber LAPAN).

c. Citra Landsat 7 ETM + tahun 2000 dalam format GeoTiff, yang sudah terkoreksi (sumber Kantor Kehutanan Prop. Kal-Teng).

d. Citra Landsat 7 ETM + tahun 2003 dalam format GeoTiff, yang sudah terkoreksi (sumber Kantor Kehutanan Prop. Kal-Teng).

## 2. Peta Batas Administrasi Digital.

### 3.2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### 1. Perangkat Keras (Hardware).

a). Seperangkat Komputer Dekstop dengan spesifikasi sebagai berikut :

- AMD Athlon (tm) 1800+ MMX (1,5 GHz).
- Memory 512 MB RAM.
- VGA Card Rodeon 9200 SE.
- Monitor 14”.
- Keyboard.
- Mouse.
- CD-RW

b). GPS Garmin/Handheld

GPS Garmin ini digunakan untuk keperluan Graund Cek (cek Lapangan) dan Graund Truth (cek uji ketelitian hasil klasifikasi) .

#### 2. Perangkat Lunak (Software).

a). ER Mapper 6.4

Merupakan program pengolahan citra yang digunakan untuk proses komposite, penajaman citra, koreksi geometrik, mosaik, cropping, penyeragaman warna, dan klasifikasi.

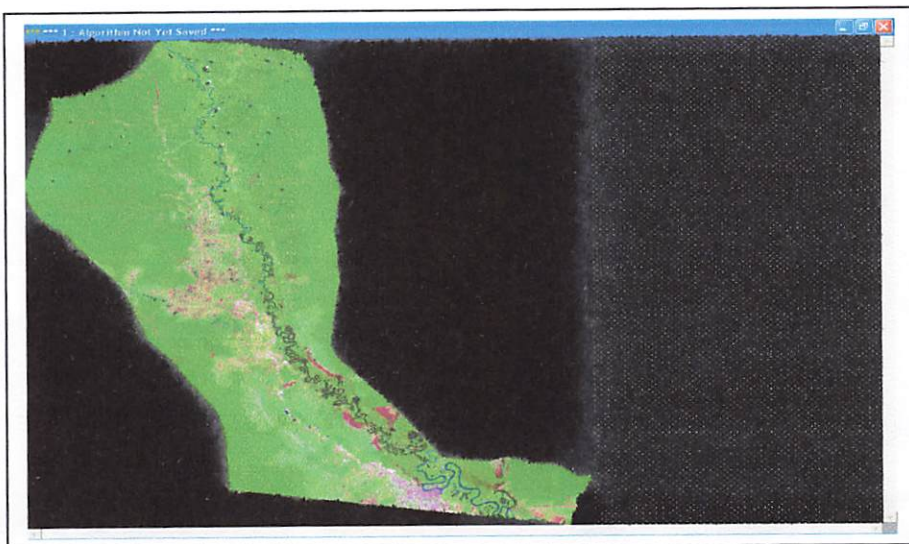
b). Plug in ER Mapper 6.4 for AutoCad

Merupakan program tambahan dari ER Mapper yang digunakan untuk menampilkan data citra dalam format AutoCad.

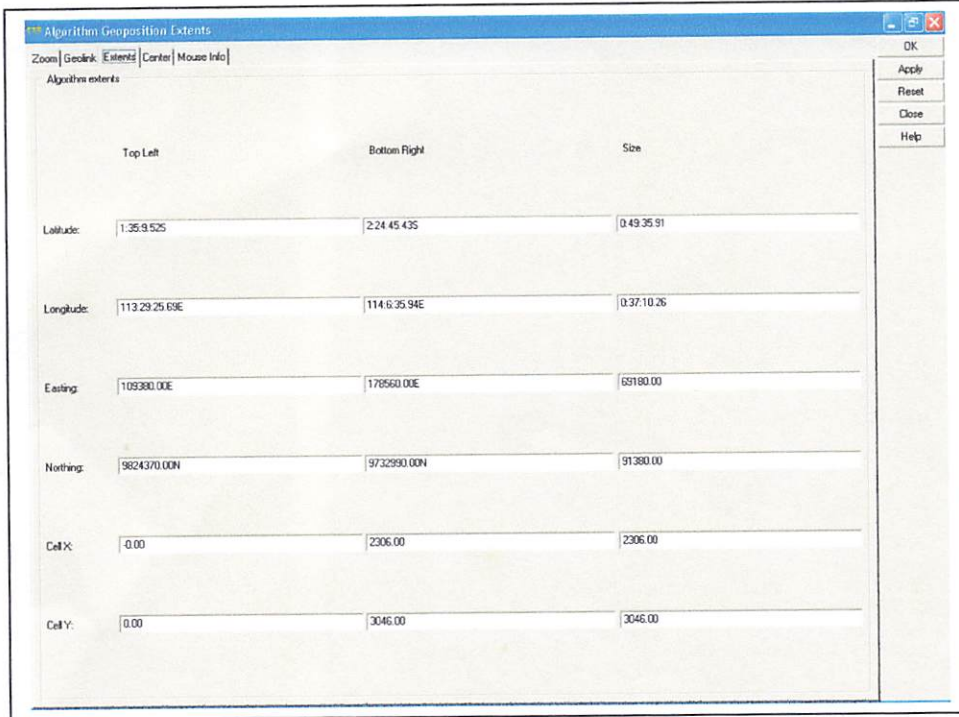
3. Perangkat Keluaran (Output) Printer Cannon iP100

### 3.2.3 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian (*study kasus*) adalah Kota Palangka Raya, yang merupakan ibukota Propinsi Kalimantan Tengah yang terletak pada : Longitude Top Left  $1^{\circ} 35, 90' 52''$  /S ; Bottom Right  $2^{\circ} 24' 45,43''$  /S dan Longitudo Top Left  $113^{\circ} 29' 25,69''$  /E; Bottom Right  $114^{\circ} 6' 35,94''$  /E; dan Easting Top Left 109380,00 E ; Bottom Right 178560,00 E; dan Northing Top Left 9824370,00 N ; Bottom Right 97322990, 00 N untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini.



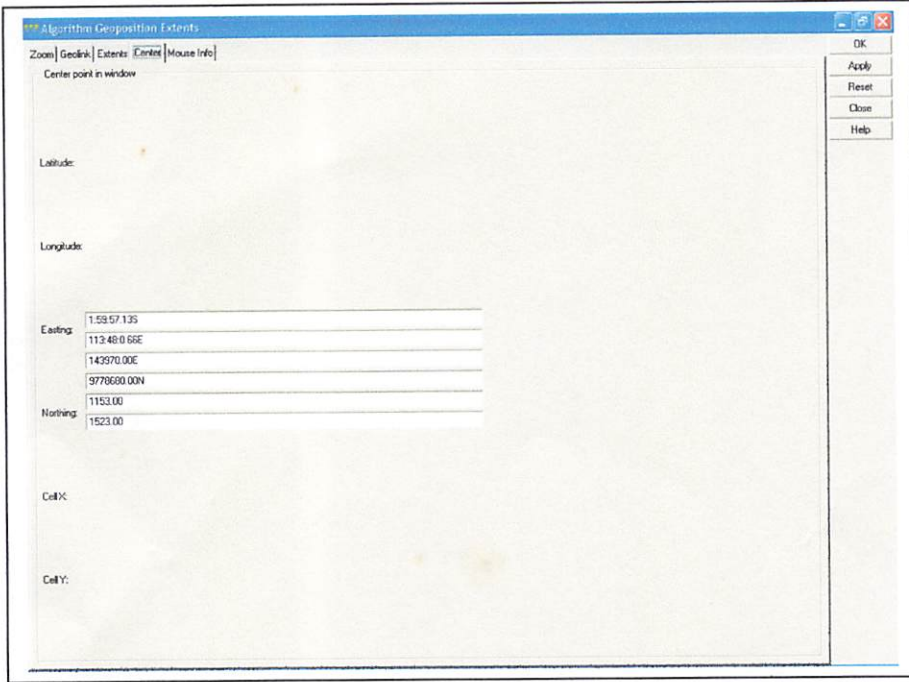
Gambar 3.1 : Lokasi Penelitian



**Gambar 3.2 : Tampilan Algorithim Ekstend lokasi penelitian**

**Tabel 3.1 Tabel Algorithim Ekstend Lokasi Penelitian**

<b>Algorithm Eksten</b>			
	<b>Top Left</b>	<b>Bottom Right</b>	<b>Size</b>
<b>Longitude</b>	<b>1° 35, 90' 52" /S</b>	<b>2° 24' 45,43" /S</b>	<b>0° 49' 35,91"</b>
<b>Longitudo</b>	<b>113° 29' 25.69" /E</b>	<b>114° 6' 35,94" /E</b>	<b>0° 37' 10,26"</b>
<b>Easting</b>	<b>109380,00 E</b>	<b>178560,00 E</b>	<b>69180,00</b>
<b>Northing</b>	<b>9824370,00 N</b>	<b>97322990, 00 N</b>	<b>91380, 00</b>
<b>Cell X</b>	<b>- 0,00</b>	<b>2306,00</b>	<b>2306,00</b>
<b>Cell Y</b>	<b>0,00</b>	<b>3046,00</b>	<b>3046,00</b>



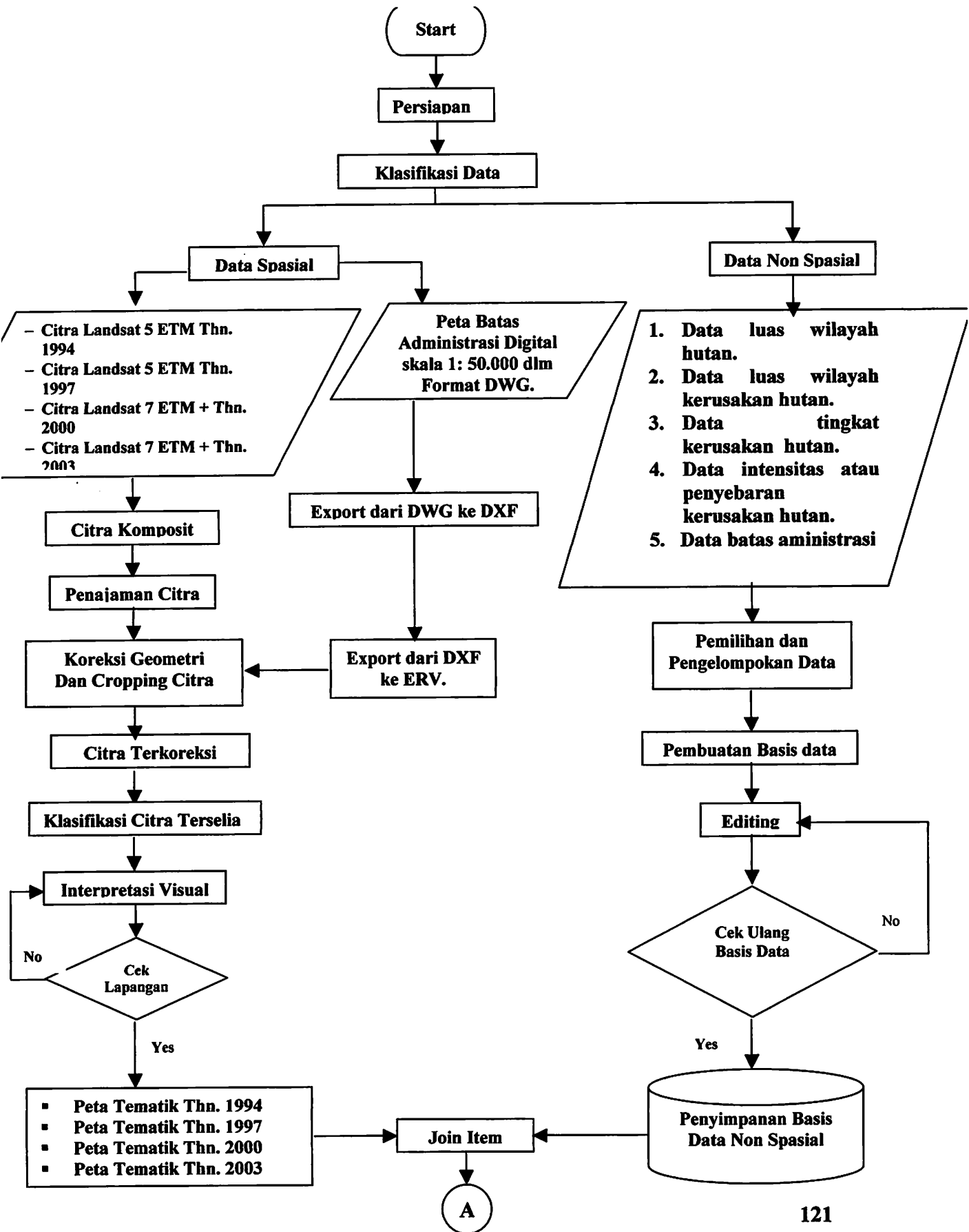
Gambar 3.3 : Tampilan Algorithm Center Point lokasi penelitian

Tabel 3.2 Tabel Algorithm Center Point Lokasi Penelitian

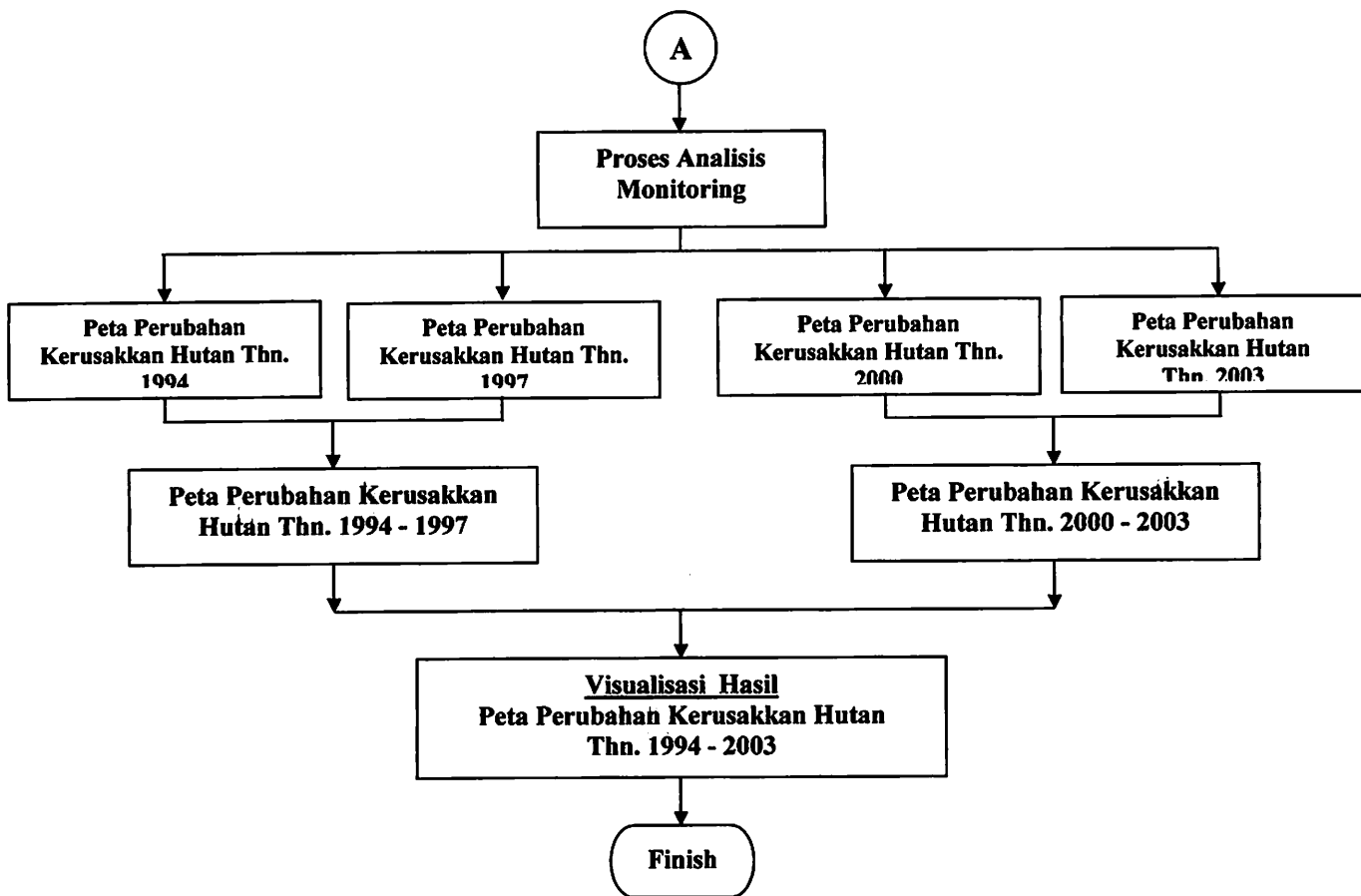
Center Point In Window	
<b>Easting</b>	1° 59, 90' 51,13" / S
	113° 48' 0,66" / E
	143970, 00 / E
	977860, 00 / N
<b>Northing</b>	1153, 00
	1523, 00

### 3.2.4 Diagram Alir Penelitian dan Proses

#### DIAGRAM ALIR PENELITIAN







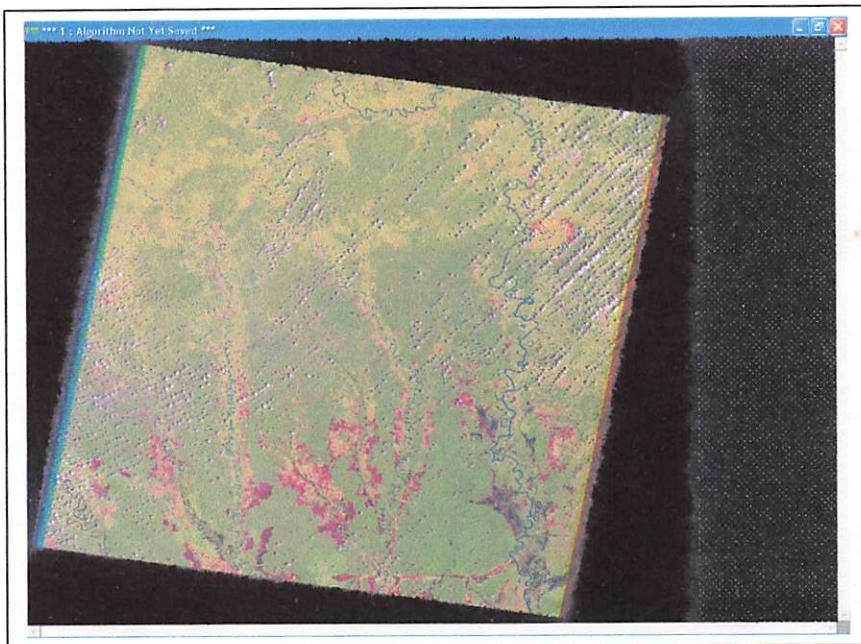
### 3.3 Proses Import/Pemasukkan Data

#### 3.3.1 Menampilkan Data Raster

Menampilkan data Citra Landsat 5 TM dan 7 ETM+ daerah Palangka Raya ke layar monitor dengan perangkat lunak ER Mapper 6.4

Adapun tahapan pekerjaannya adalah sebagai berikut :

1. **Aktifkan** Program ER Mapper 6.4 ;
2. Dari Toolbars klik *New* dan Klik *Edit Algorithm* ;
3. Pada layar monitor akan muncul kotak dialog *Algorithm* dan klik *Load a Dataset* ;
4. Pilih file *Data TA\_ers*, klik *OK*. Pada toolbar klik *Refresh* untuk menampilkan gambar citra dengan jelas pada layar monitor.



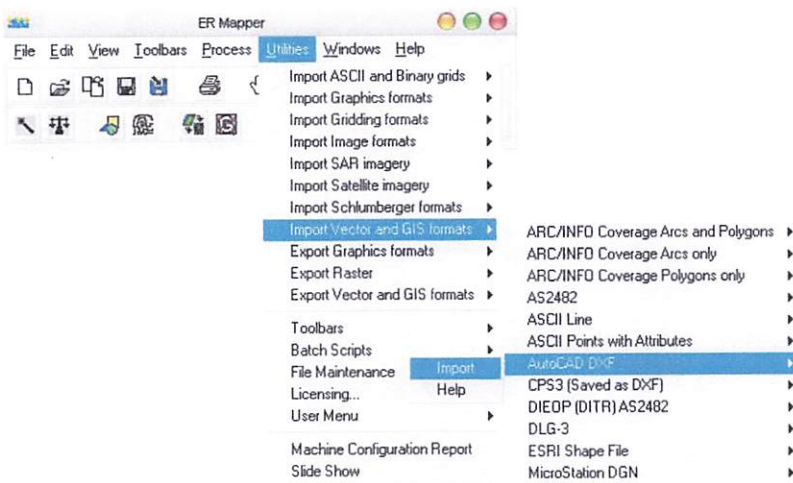
Gambar 3. 4 : Tampilan Citra Landsat daerah Kota Palangka Raya

### 3.3.2 Import Data Vektor

Data vektor yang diimport adalah data spasial *data Batas administrasi* daerah Palangka Raya yang digunakan untuk Crooping.

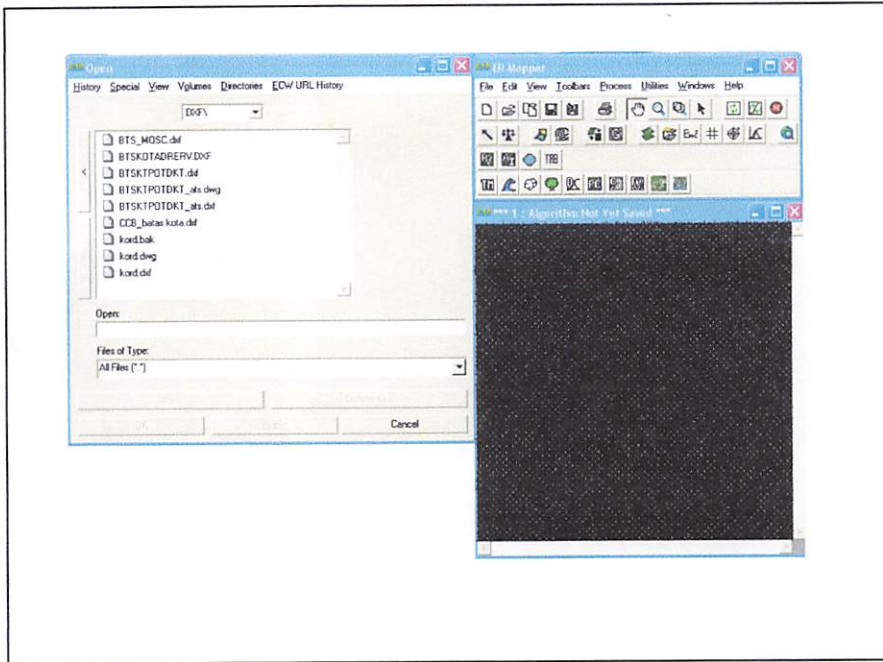
Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

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



Gambar 3.5 :. Kotak Dialog Import Vector and GIS Format



2. Akan muncul kotak dialog *Import Autocad DXF*, isikan file **Bts\_Admin** *.dxf* yang akan diimport pada kolom **Import File/Device Name**, dan isikan file hasil **Bts\_Admin.erv** pada kolom **Output Dataset Name**, setelah itu pilih **Geodetic Datum** (menggunakan *WGS 84*) serta **Map Projection** (menggunakan *SUTM50*) sesuai dengan daerah studi. Langkah yang sama juga dilakukan untuk mengimport data **BTS\_PTDKT** ;



Gambar 3.6 : Kotak Dialog Import Autocad\_DXF

### 3.3.3 Menampilkan Data Vektor

Data spasial Batas Admin daerah Palangka Raya hasil import dapat ditampilkan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

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

### 3.4 Proses Restorasi Citra

Restorasi citra dalam hal ini dibagi menjadi dua bagian yang terdiri dari koreksi geometrik dan koreksi radiometrik. Dalam proses pengolahan data


penelitian ini proses geometrik terlebih dahulu dilakukan karena proses ini yang akan mempengaruhi proses pengolahan selanjutnya.

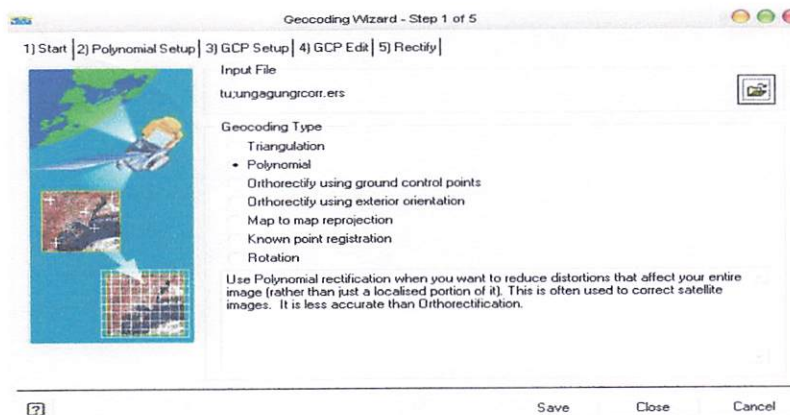
### 3.4.1 Koreksi Geometrik

Koreksi Geometri Citra Landsat Palangka Raya dengan data spasial batas administrasi.

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




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

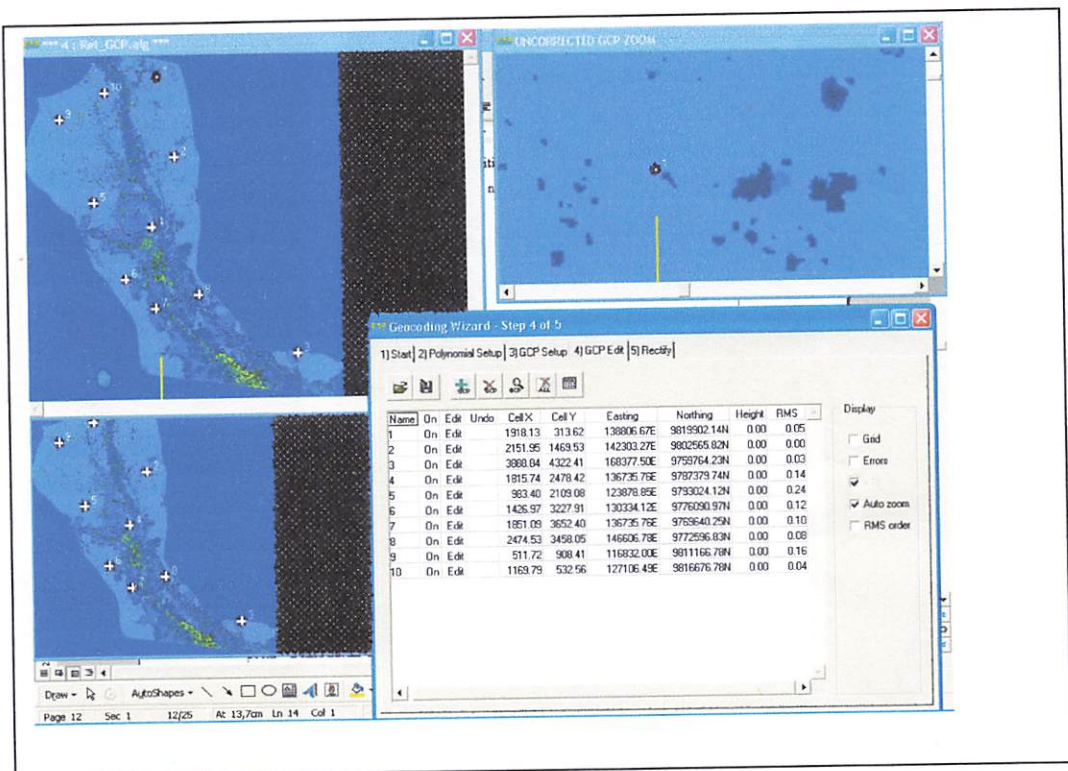
1. Pilih file *rek.ers* yang akan di koreksi geometri dari icon  serta tentukan *Geocoding Type*-nya adalah *Polynomial*.
2. Tahap kedua, tentukan type *Polinomial Order* adalah *Linier*.
3. Tahap ketiga, tentukan *GCP Picking Method* dengan memilih *Geocoded image, vector or algorithm* dan tentukan nama file acuan yaitu *Vector.erv*. Pada *Output Coordinate Space* akan nampak Datum dan sistem proyeksi dari hasil citra akhir.



Gambar 3.7 : GCP Setup

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

- Gunakan icon  untuk membuat atau menambah titik kontrol baru, kemudian dengan menggunakan icon  tentukan titik kontrol pada windows citra dan selanjutnya ke windows acuan vector. Untuk menghapus titik kontrol yang salah pilih icon .
- Demikian selanjutnya sampai diperoleh penyebaran titik kontrol yang banyak dan merata.
- Dalam Penelitian ini jumlah titik Kontrol yang digunakan sebanyak sepuluh buah (10) titik dengan nilai RMS terbesar adalah 0.24 dan nilai RMS terkecil adalah 0.00, dengan RMS rata-rata 0.12







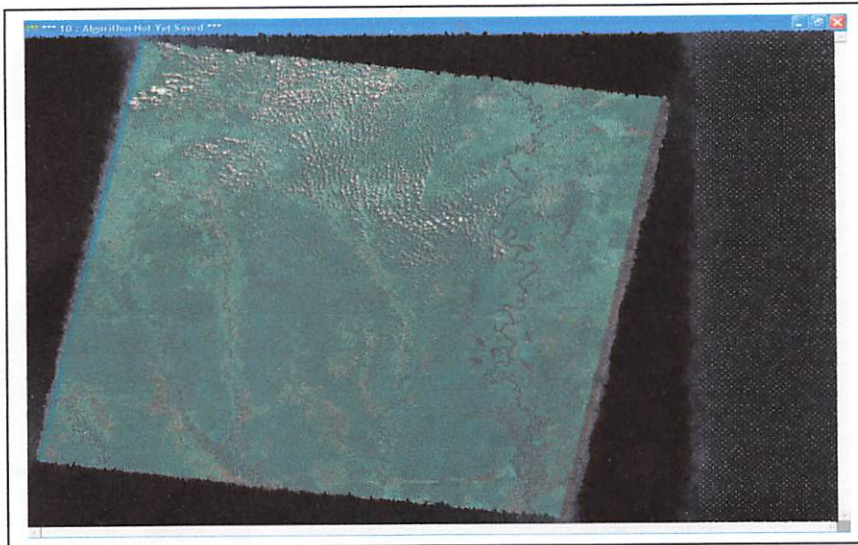
Gambar 3.8 : Daerah yang dipasang GCP\_nya

### 3.4.2 Pembuatan Citra Komposit

Dalam penelitian ini dibuat kombinasi dari band yang ada pada Citra Landsat 5 TM dan 7 ETM+ daerah Palangka Raya untuk membantu mengidentifikasi dan interpretasi tutupan lahan dipermukaan bumi.

Adapun langkah-langkah nya sebagai berikut :



1. Buka *Citra Landsat 5 TM dan 7 ETM+* daerah Palangka Raya dengan menggunakan fasilitas icon  akan nampak tampilan citra dalam *window algorithm* yang masih berwarna *Greyscale*, dalam kotak dialog algorithm akan tampak bahwa jenis *surfacenya Pseudocolor* dan layernya juga *Pseudocolor* ;
2. Untuk membuat kombinasi warna kita harus membuat kombinasi dalam *layer Red, Green, Blue* yaitu  dengan mengaktifkan kelompok *toolbar forestry* dalam menu Toolbar, lalu pilih icon  ,maka secara otomatis akan tampil citra landsat sudah dalam kombinasi warna, dalam kotak *dialog algorithm* terlihat jenis surfacenya Red, Green dan Blue dengan Red layer diisi band 3, Blue layer diisi band 2, Green layer diisi band 1 ;
3. Dari susunan band diatas dapat diubah-ubah kombinasinya menjadi *Red layer diisi band 5, Green layer diisi band 4, Blue layer diisi band 2* serta kombinasi-kombinasi band lainnya sesuai dengan keperluan ;
4. Hasil kombinasi band tersebut disimpan dalam *format algorithm (Ret\_Crop.alg)* dengan memilih icon  ;




Gambar 3.9. Citra Landsat 7 ETM Palangka Raya Hasil Kombinasi Band 542

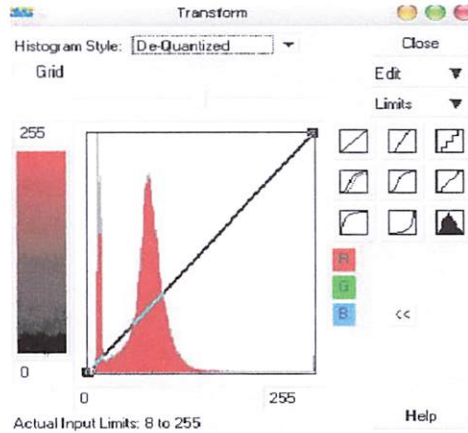
### 3.4.3 Penajaman Citra

Pada Citra Landsat 7 ETM Palangka Raya dilakukan Koreksi Radiometrik, yang bertujuan untuk menghilangkan Haze dengan cara membatasi nilai spektral yang terekam pada citra dalam tiap *Band*/salurannya. Adapun langkah-langkah koreksi radiometrik adalah sebagai berikut :


1. Buka *Citra Landsat* Palangka Raya dengan icon  ;
2. Pilih icon  setelah muncul *kotak dialog Algorithm*, arahkan kursor ke layer pseudo color, kemudian duplikat layer tersebut sebanyak saluran yang digunakan
3. *Ganti nama tiap layer pseudocolor* menjadi Band1, Band2, ... dan seterusnya, isikan pula tiap layer Band tersebut sesuai dengan Band yang ada ;

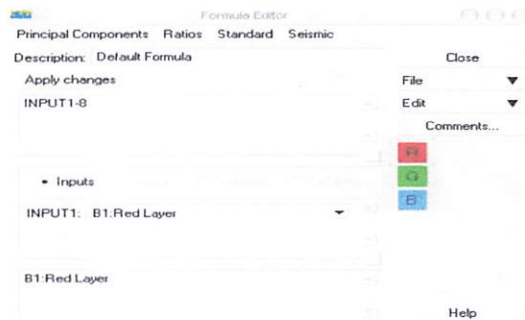


4. Pada *kotak dialog Algorithm*, kemudian catatlah nilai spektral yang paling kecil dengan cara memilih tombol icon  pada tiap *band* / saluran, sehingga akan tampil grafik nilai spektralnya / histogram ;



**Gambar 3.10 : Kotak Dialog Transform**


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



**Gambar 3.11 : Grafik Nilai Spektral**

6. Dimana nilai spektral citra pada tiap *band* / saluran akan dikurangkan dengan nilai spektral terkecilnya, maka diisi rumus :

### INPUT 1-BV<sub>min</sub>

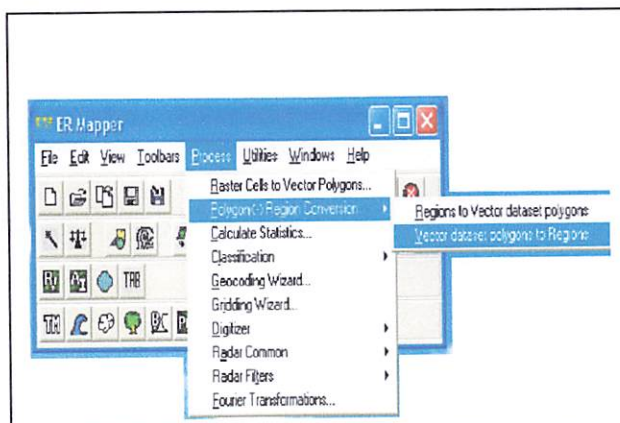
7. Kemudian tekan **tombol Apply Change** untuk menjelaskan perintah Formula tersebut sehingga tampilan citra di windows akan berubah ;
8. Simpan kembali band-band yang telah dikoreksi radiometrik tersebut menjadi satu dataset, pilih **icon Save as**  , pilih **file of type Er Mapper Dataset (.ers)** serta tentukan nama serta letak file akan disimpan.

### 3.5 Proses Cropping/Pemotongan Citra

Metode yang digunakan adalah pemotongan citra berdasarkan batas administrasi Kota Palangka Raya dan batas administrasi



Adapun langkah untuk memotong citra tersebut adalah sebagai berikut :

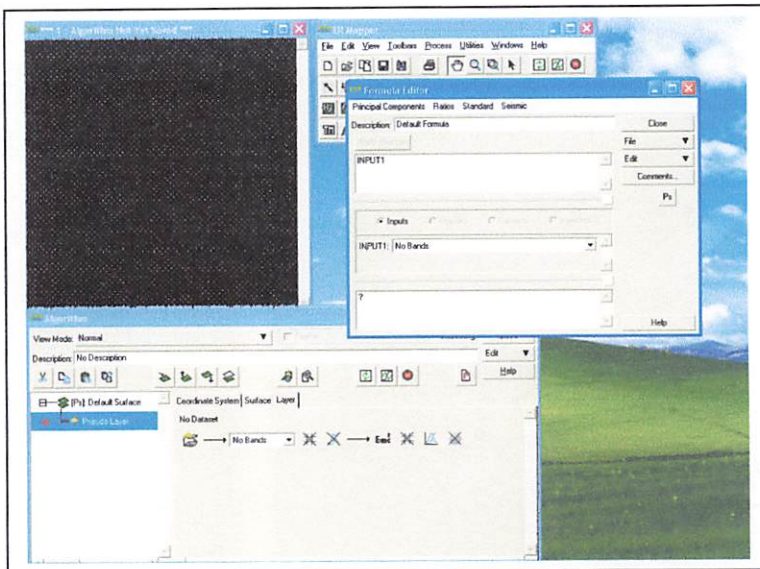
1. Pilih **Menu Process ↔ Polygon ↔ Region Conversion ↔ Vector dataset polygons to region** ;
2. Kemudian akan tampil kotak dialog **Vector to Region Conversion**, lalu isikan **Input Vector Dataset 'Palangka Raya**, serta **Output Region Dataset 'tahun .....ers** (tahun yang diinginkan) dilanjutkan dengan menekan tombol **Ok** ;




Gambar 3.12 : Kotak Dialog Vector to Region Conversion

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

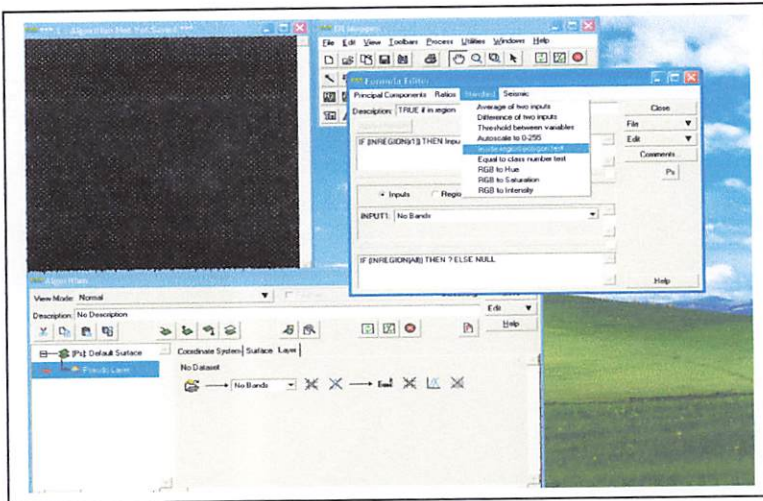
3. **Buka Citra Landsat 7 ETM Palangka Raya** dengan icon  ;
4. Pilih icon  , setelah muncul kotak *dialog Algorithms*, arahkan kursor ke *layer pseudocolor*, kemudian *duplicate layer* tersebut sebanyak tiga layer;
5. Ganti nama tiap layer pseudocolor menjadi Band1, Band2, ... dan seterusnya, isikan pula tiap layer Band tersebut sesuai dengan Band yang ada ;




Gambar 3. 13 : kotak dialog *Edit Formula*

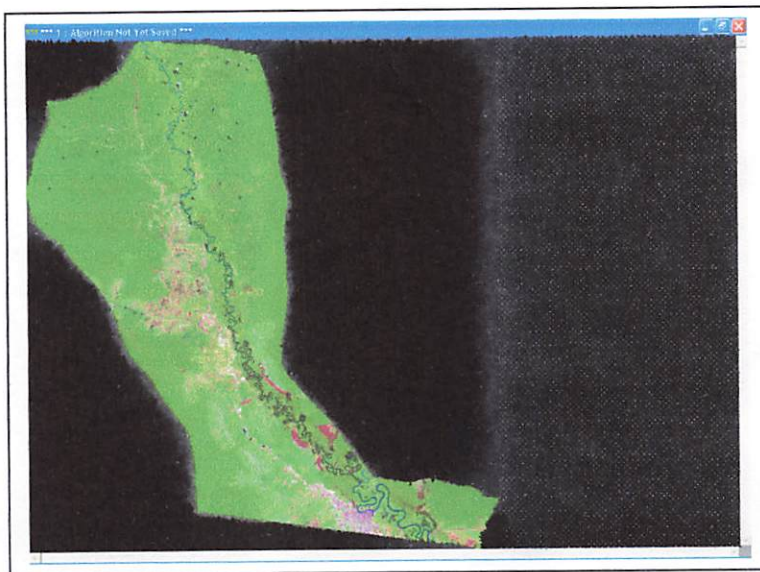
6. Setelah itu pada *layer pseudo* pertama (Band 1), tekan tombol Edit Formula atau dengan menekan tombol icon  , kemudian akan tampil **kotak dialog *Edit Formula*** ;
7. Pada kotak dialog *Edit Formula*, pilih *menu bar Standart* ↔ *Inside region polygon test*, kemudian isikan tanda pada *baris Region* dilanjutkan dengan

menekan tombol *pilih Region Input* sehingga berisi *Region* sebagai garis batasnya ;



Gambar 3. 14 : Menu bar Standart ↔ Inside region polygon test

8. Lakukan juga *terhadap layer pseudo* lain dengan menekan tombol *Ps* kemudian tutup kembali *kotak dialog Edit Formula* ;
9. Pilih icon *Save As*  , pilih *file of type ER Mapper Dataset (.ers)* hasilnya disimpan dalam file tahun citra yang berekstensi *.ers*



Gambar 3.15 : Citra Landsat 7 ETM Hasil Cropping dengan Batas Adminitrasi Kota Palangka Raya

## 3.6 Proses Klasifikasi Citra

### 3.5.1 Klasifikasi Citra

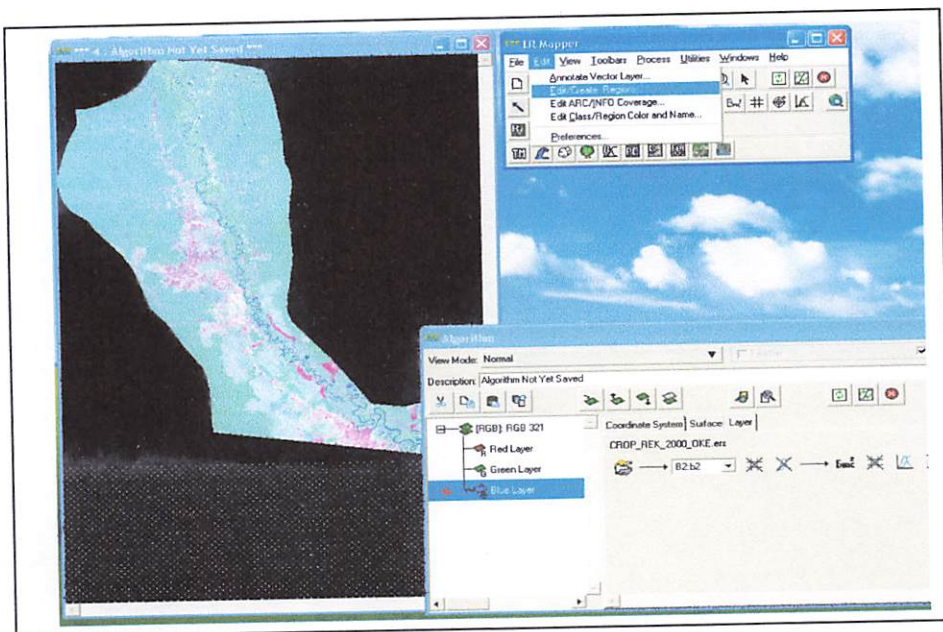
Klasifikasi disini bertujuan membuat kelas-kelas pada citra satelit berdasarkan nilai spektral tiap pixel yang ada. Dalam Penelitian ini dilakukan Proses Klasifikasi Multispektral Terbimbing.

Langkah-langkahnya sebagai berikut :



### 3.5.2 Menentukan Sampel Area

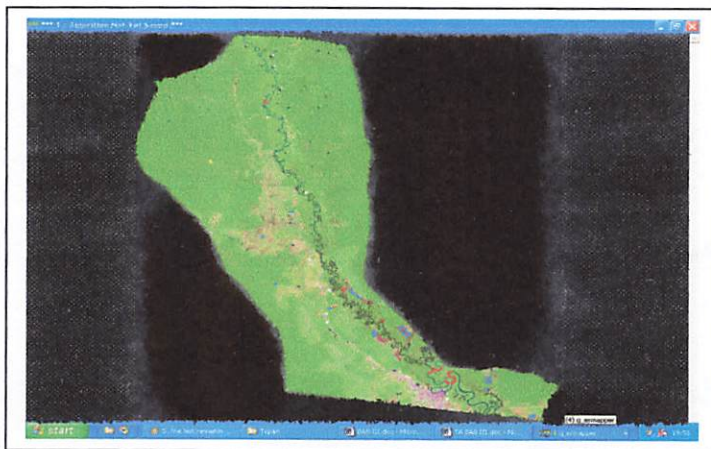
Adapun pekerjaan yang dilakukan pada proses menentukan area sampel ini antara lain adalah :

1. **Buka citra Landsat daerah Palangka Raya ;**
2. Kemudian dari **menu bar pilih Edit** kemudian **pilih Edit / Create Regions** akan muncul **kotak dialog New Map Composition**, kemudian **klik Ok ;**
3. Kemudian akan muncul **kotak Tools**. Pada **kotak Algorithm** akan muncul **Region Layer (Outline) ;**



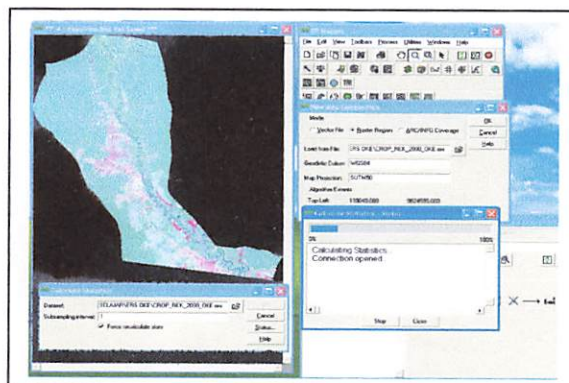
Gambar 3. 16 : Proses awal Edit / Create Regions

4. Dari *kotak Tools* ini dibuat *polygon training area* yang mewakili obyek-obyek yang akan dikelaskan. Kemudian pilih tombol icon  lalu buatlah polygon untuk area sampel dari masing-masing kelas yang akan dibuat pada *proses klasifikasi supervised* ;
5. Berikan nama pada masing kelas yang telah dibuat dengan menekan tombol  ;
6. Setelah semua poligon selesai dibuat, maka *simpan Raster Region* tersebut dengan menekan **tombol save** pada *kotak dialog Edit Tools. Tekan Close* ;



Gambar 3.17 : Citra Landsat 7 ETM Palangka Raya Penentuan Sampel Area

7. Sebagai langkah terakhir pada tahap ini, lakukan perhitungan statistik dengan menekan *menu bar Process* ↔ *Calculate Statistic* ;



Gambar 3. 18 : Process ↔ Calculate Statistic

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



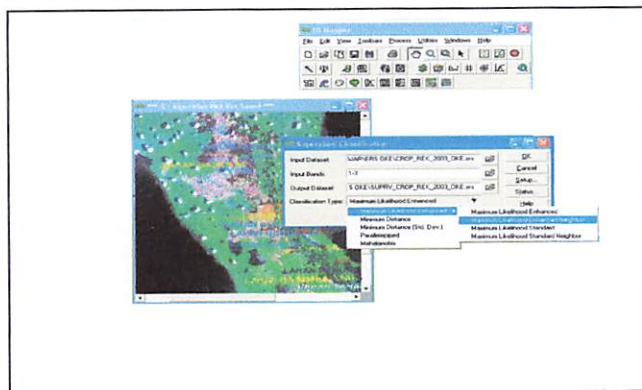
Gambar 3.19 : Proses Edit ↔ Edit Class/Region Color and Name

- Setelah selesai pada proses tersebut lakukan proses penyimpanan pada kotak dialog **Edit Class/Region Details**.



### 3.6.3 Proses Klasifikasi Terbimbing

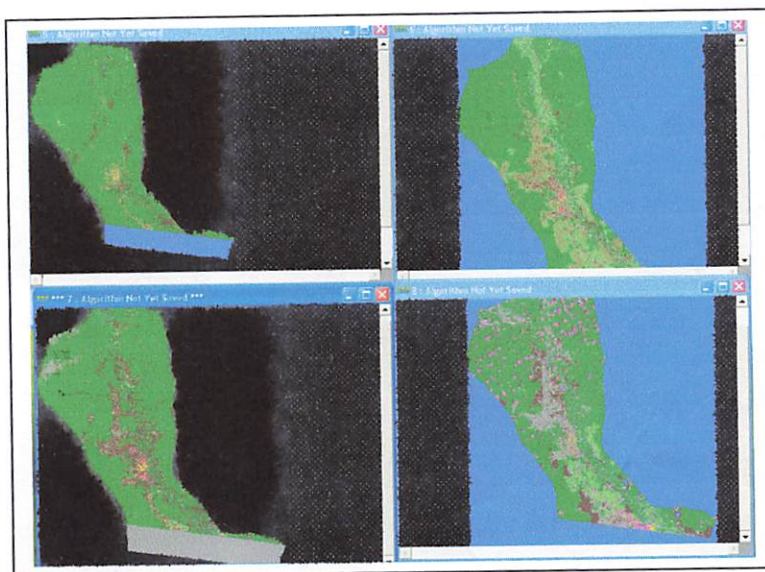
Adapun pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan pada proses klasifikasi ini adalah sebagai berikut :

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



Gambar 3.20 : Kotak Dialog Supervised Classification

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



Gambar 3. 21 : Citra Landsat 5 TM dan Landsat 7 ETM Hasil Klasifikasi

### 3.7 Proses Overlay Citra

Hasil overlay antara klasifikasi citra Landsat 5 TM tahun 1994 dengan tahun 1997 dan citra landsat 7 ETM+ tahun 2000 dengan tahun 2003 menghasilkan peta Landcover dengan informasi perubahan luasan lahan yang



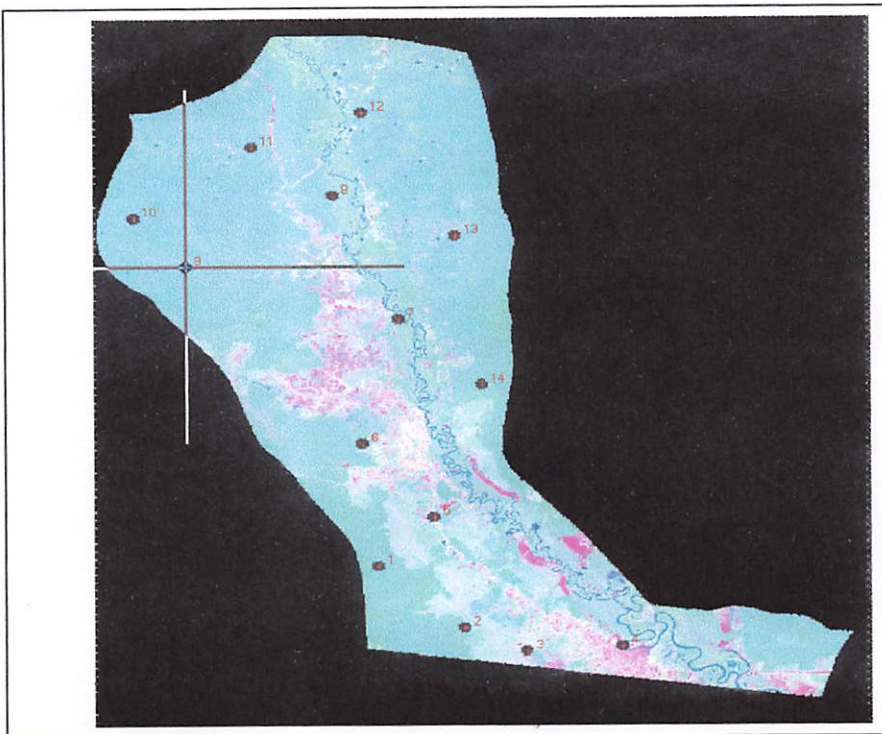
terbaru, yang merupakan hasil akhir dari penelitian ini. Sehingga dapat diketahui besarnya perubahan jumlah luasan lahan hutan yang mengalami kerusakan yang terjadi dari tahun 1994, 1997, 2000 sampai tahun 2003 di- Kota Palangka Raya.

### 3.8 Proses Cek Lapangan atau Grund Truth

Adapun tujuan dari proses ini adalah untuk memastikan apakah proses klasifikasi sesuai dengan apa yang terdapat di lapangan, hal ini dilakukan pada daerah-daerah yang meragukan dari proses klasifikasi dengan menggunakan GPS Garmin.

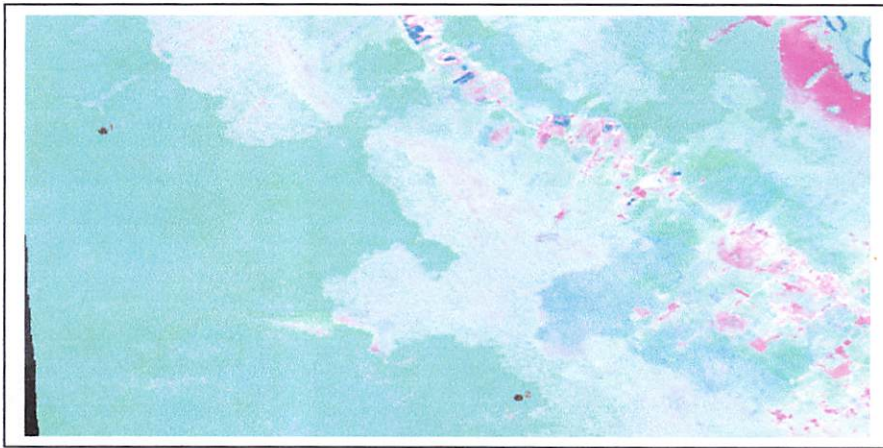
Adapun langkah-langkah yang dilakukan dari proses ini adalah :

1. Buka file citra hasil klasifikasi yang telah di-overleykan atau Peta Perubahan Tutupan Lahan (Visualisasi hasil).

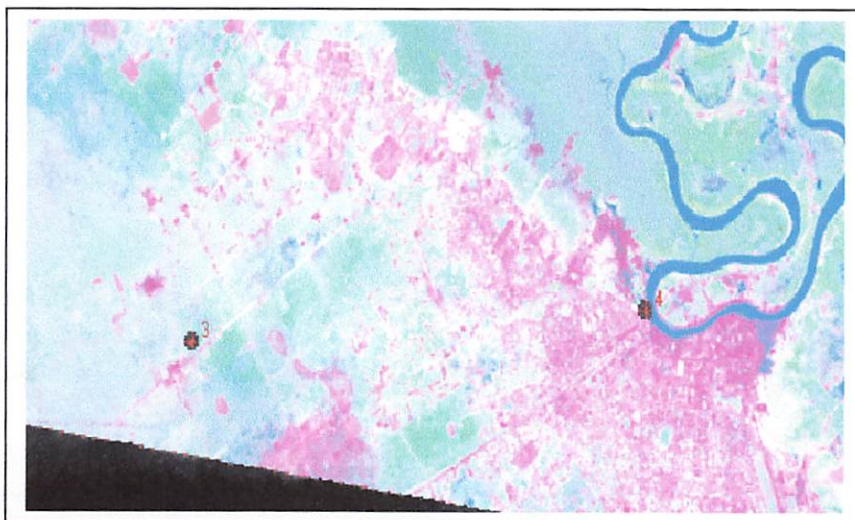


Gambar 3. 22 : Gambar lokasi penempatan titik-titik Graund Truth

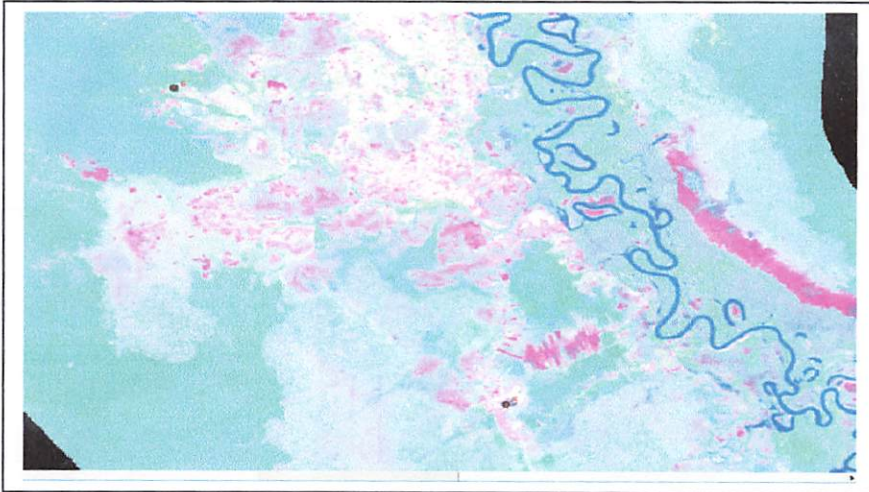
2. Lakukan import data ke file AutoCad.
3. Tentukan titik-titik koordinat daerah yang dianggap meragukan (hasil klasifikasi) pada file AutoCad.
4. Buka/On-kan GPS handheld, catat data koordinat masing-masing titik tersebut, lalu simpan dan off-kan kembali GPSnya.
5. Bawa GPS yang telah siap tersebut ke lapangan, lalu lakukan Ground Truth sesuai dengan titik-titik yang telah ditentukan tersebut.
6. Data-data lokasi titik-titik Ground Truth, dapat dilihat dibawah ini :



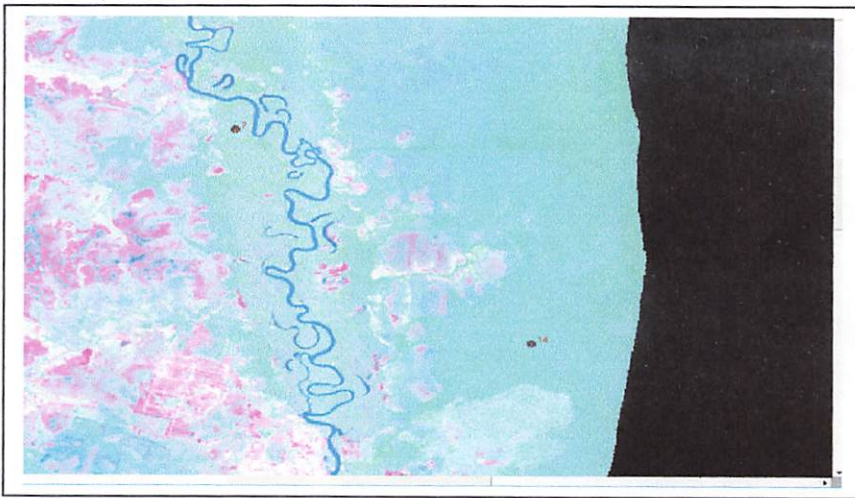
**Gambar 3. 23 : Gambar lokasi penempatan titik 1 dan titik 2**



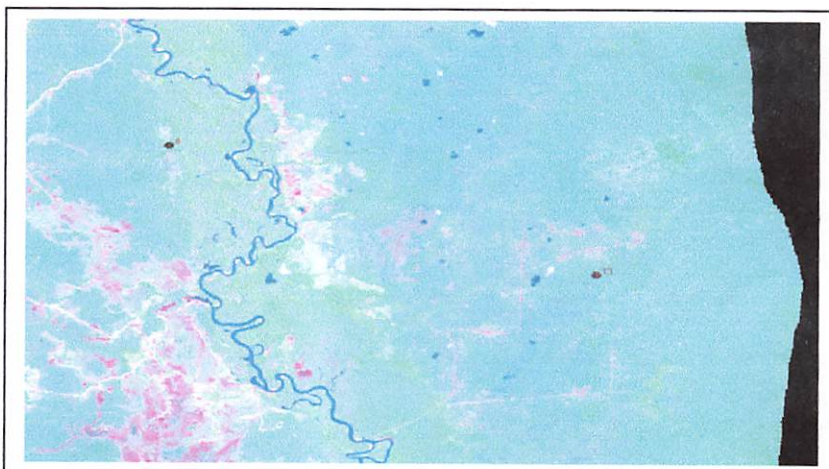
**Gambar 3. 24 : Gambar lokasi penempatan titik 3 dan titik 4**



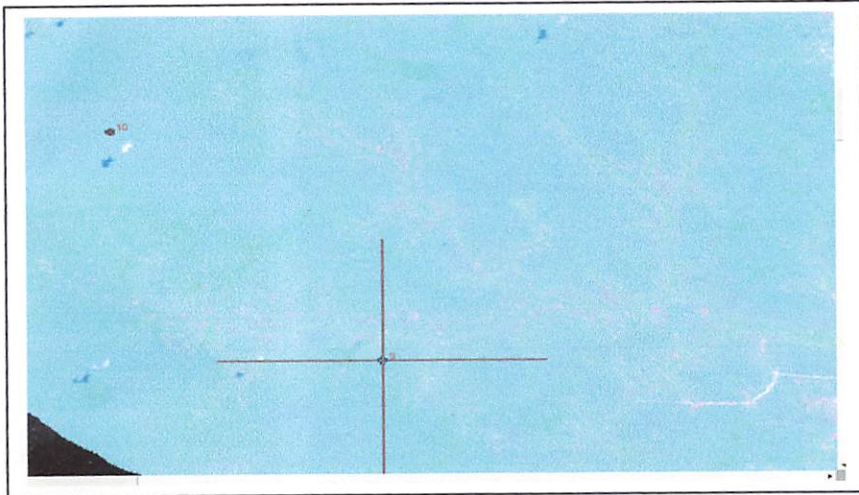
**Gambar 3. 25 : Gambar lokasi penempatan titik 5 dan titik 6**



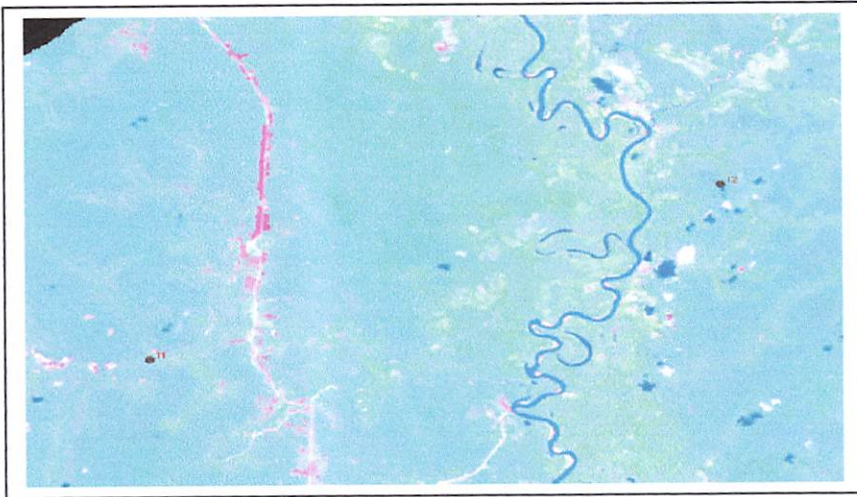
**Gambar 3. 26 : Gambar lokasi penempatan titik 7 dan titik 14**



**Gambar 3. 27 : Gambar lokasi penempatan titik 8 dan titik 13**



**Gambar 3. 28 : Gambar lokasi penempatan titik 9 dan titik 10**



**Gambar 3. 29 : Gambar lokasi penempatan titik 11 dan titik 12**

### **Keterangan Diagram Alir**

1. **Persiapan** yaitu melakukan persiapan pekerjaan penelitian meliputi persiapan data penelitian (*citra penginderaan jauh*) dan peralatan yang dibutuhkan.
2. **Pengumpulan data**, yaitu mengumpulkan atau mencari data penelitian yang meliputi data citra penginderaan jauh tahun 2000 - 2003, serta data atribut pendukung lainnya.
3. **Klasifikasi data** adalah pengelompokkan atau penggolongan data yang dikumpulkan berupa data spasial dan data non-spasial berupa tabel-tabel. Dimana seluruh data tabel dimasukkan ke dalam PC kemudian diolah dengan cara masing-masing.
4. **Citra komposit** adalah perpaduan dari beberapa saluran pada citra yang dimaksudkan untuk memperoleh gambaran visual yang lebih baik.
5. **Penajaman citra** bertujuan untuk meningkatkan mutu citra dalam analisis citra dan untuk mempertajam kontras yang tampak pada kemampuan/ujud gambaran yang terekam dalam citra.
6. **Koreksi geometri** adalah koreksi yang berkaitan dengan pengubah koordinat citra menjadi koordinat yang lebih mendekati lapangan, yaitu koordinat peta dengan memasukkan GCP (*Graund Control Point*).
7. Setelah itu baru lakukan **Crooping Citra** yaitu berupa pemotongan citra yang dilakukan untuk menghemat tempat penyimpanan, karena yang diperlukan hanya wilayah hutan kota Palangka Raya yang akan disimpan. Hal tersebut dilakukan dengan memasukkan koordinat tepi atau dengan melakukan pembesaran pandangan (*zoom*) atau dapat juga dengan menggunakan garis batas.

8. Klasifikasi citra terselia (*supervised classification*) adalah suatu kegiatan yang melakukan klasifikasi pada masing-masing data citra dengan metode klasifikasi yang digunakan adalah kalifikasi terselia/terawasi/terbimbing.
9. Interpretasi citra secara visual dilakukan untuk mendeteksi, mengidentifikasi dan menilai arti pentingnya objek yang tergambar pada citra. Interpretasi ini dilakukan secara visual yang berarti mengidentifikasi objek berdasarkan rona atau warna, bentuk, tekstur atau bayangan.
10. Setelah dilakukan interpretasi citra maka akan dihasilkan Peta Tematik yang merupakan peta dengan objek khusus tentang kerusakan hutan kota Palangka Raya dengan tujuan utama untuk mengkomunikasikan konsep dan data citra maupun data atribut pendukung, yang sebelumnya dilakukan pengecekan kebenaran dilapangan apakah sudah sesuai dengan interpretasi peta, jika belum sesuai lakukan lagi interpretasi citra kembali maka dapat dilakukan join item dengan basis data.
11. Proses analisis monitoring adalah merupakan kegiatan pemrosesan data citra dengan menggunakan fasilitas dalam software ER Mapper 6.4.
12. Peta perubahan hutan dalam format raster pertahun merupakan data hasil join item data citra dengan data adribut yang disajikan pertahun, yang kemudian dilakukan monitoring atau pengamatan untuk mengetahui perubahan-perubahan yang terjadi.
13. Peta perubahan hutan adalah merupakan data perubahan hasil monitoring atau pengamatan yang dilakukan pada peta kerusakan hutan eksploitasi hasil perbandingan pertahun.

14. Peta perubahan hutan tereksplorasi thn 2000 – 2003 merupakan hasil penyajian akhir dari penelitian ini dengan menampilkan perubahan-perubahan yang terjadi dari thn. 2000 – 2003 pada kota Palangka Raya.

## **BAB IV**

### **ANALISA DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Proses Pengolahan Citra**

Proses pengolahan citra ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra sehingga menghasilkan citra yang siap pakai untuk proses ekstraksi informasi, yang akan dibahas pada point-point berikut ini :

##### **4.1.1 Citra Komposit dan Penajaman Citra**

proses pembuatan citra komposite ini bertujuan untuk menonjolkan kenampakan-kenampakan pada citra sehingga memudahkan dilakukannya proses interpretasi visual pada data-data citra yang telah ada, untuk unsur-unsur yang akan digunakan pada proses selanjutnya terutama koreksi geometrik pada citra Landsat tahun 1994 dan 1997. pada penelitian ini dibuat beberapa citra komposite yang disesuaikan dengan kenampakan unsur yang ingin ditampilkan, contohnya adalah sebagai berikut :

pada penelitian ini citra komposite warna yang paling sering digunakan adalah citra komposite 542 (RGB) pada citra Landsat tahun 1994 dan 1997 dengan menggunakan 7 saluran/band dan pada citra Landsat tahun 2000 dan 2003 terdiri dari saluran/band ditambah satu dengan saluran fankromatik (band 8). Pada citra komposite 542 yang merupakan kombinasi dengan saluran inframerah dan saluran hijau ini, unsure vegetasi berada pada puncak pantulan spektralnya sehingga citra yang dihasilkan adalah suatu citra yang memiliki kenampakan seperti pada warna aslinya yang menonjolkan unsur-unsur vegetasi (Naturale Color) dengan rona yang lebih cerah. Selain itu untuk data pembantu digunakan



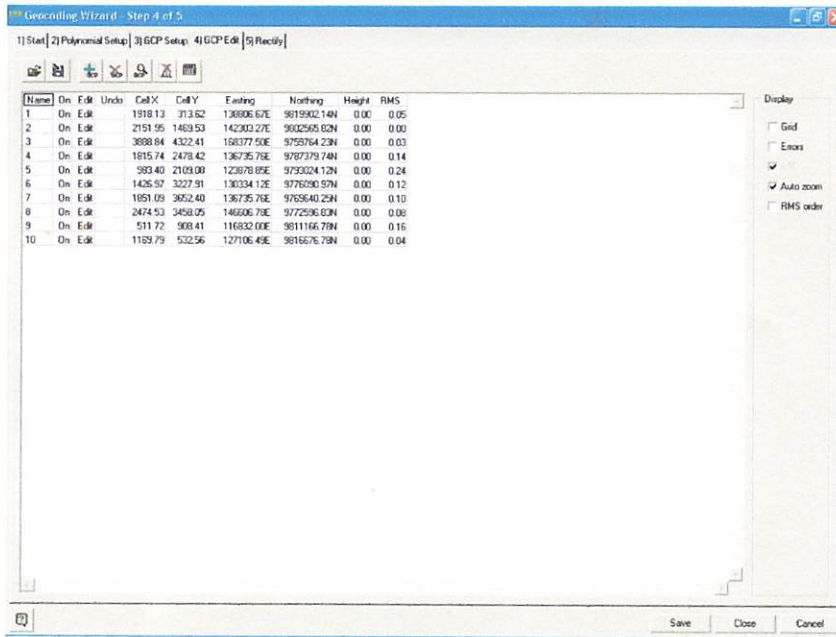
pula citra komposite 321 (RGB) dan perbedaan kenampakan obyek satu sama lain pada citra disebabkan adanya perbedaan interval nilai piksel yang merepresentasikannya, dan juga karena berbeda kesan pola spasial yang dihasilkannya. Perubahan yang terjadi pada nilai piksel ataupun pada kesan pola spasial 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.

#### **4.1.2 Koreksi Geometri**

Pekerjaan koreksi geometri bertujuan untuk menghilangkan kesalahan-kesalahan yang diakibatkan oleh rotasi bumi, penyimpangan sensor, wahana dan objek yang direkam. Pada penelitian ini koreksi geometrik dilakukan dengan mengkoraksikan antar data citra pertahun dengan batas wilayah yang sedikit berbeda dimana hal ini disebabkan karena data perekaman yang dihasilkan tidak dapat dipergunakan akibat Liputan/Tutupan Awan (Load Copper) yang tidak memenuhi syarat.

Pada penelitian ini digunakan 11 titik kontrol lapangan (Ground Control Point/GCP) dengan memanfaatkan kenampakkan-kenampakan yang sama pada citra. Berdasarkan data tersebut dapat dilihat dan di hitungan kesalahan akar pangkat rata-rata (Root Mean Square). Dalam melakukan koreksi geometrik perhitungannya dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 4.1 : Titik - titik GCP

Ukuran piksel Landsat 5 TM	30 meter
Ukuran piksel Landsat 7 ETM+	30 meter
RMs Terendah	0.00
RMs Tertinggi	0.24
RMs Rata-rata	0.12
RMS Citra Landsat 5 TM	$30 \times 0,12 = 3,6$
RMS Citra Landsat 7 ETM +	$30 \times 0,12 = 3,6$

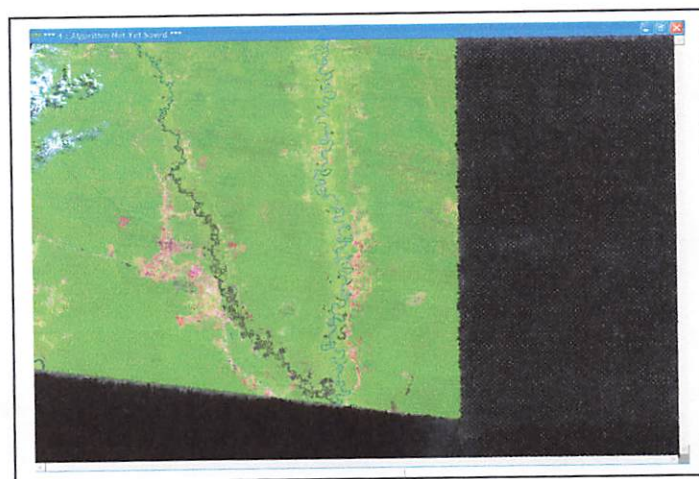
Proses Resampling pada penelitian ini, menggunakan metode interpolasi Nearest Neighbour atau tetangga terdekat, yang mengakibatkan citra yang dihasilkan memiliki kenampakan yang terpatah-patah. Namun keunggulan dari metode yang digunakan ini adalah dari segi efisiensi waktu dan nilai pancaran atau pantulan spektralnya yang mewakili keadaan yang sebenarnya.

### 4.1.3 Interpretasi Visual Citra landsat.

Proses Interpretasi Visual Citra Landsat walaupun berbeda tahun pada dasarnya masih memiliki kesamaan. Pada penelitian ini, dilakukan dengan memanfaatkan kenampakan yang ditunjuk yang ditunjukkan oleh masing-masing unsure sesuai dengan kunci interpretasi secara visual. Data Citra Landsat setelah melalui pengolahan citra akan memiliki kenampakan yang berbeda-beda sesuai dengan perpaduan warna dan band yang dipilih. Perbedaan kenampakan ini terutama dilihat dari segi rona dan warna.

Kenampakan pada citra merupakan dasar dalam mengidentifikasi objek selain faktor kenampakan, faktor pengetahuan tambahan (Prion Know Ledge) tentang daerah yang akan diinterpretasikan juga sangat dipengaruhi pada identifikasi objek scara visual.

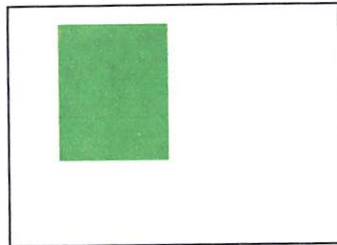
Pada penelitian ini ada beberapa unsure kenampakan dari objek yang dapat diidentifikasi dengan membandingkan 4 (empat) buah data citra yang ada (tahun 1994, 1997, 2000, 2003) dengan menggunakan komposisi warna 542 (RGB) yaitu sebagai berikut :



Gambar 4.2 : Kenampakan Unsur-unsur yang akan di-Interpretasikan

- Lahan Hutan

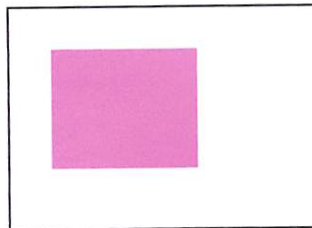
Hutan memiliki kenampakan unsur dengan warna hijau tua dan biasanya kerapatan vegetasinya sangat rapat dan tekstur hutan tergantung dari jenis tanaman yang tumbuh pada daerah hutan tersebut.



**Gambar 4.3 : Kenampakan Unsur Hutan**

- Lahan Pemungkiman

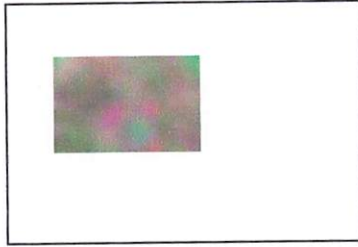
Lahan pemungkiman memiliki kenampakan dengan warna merah muda dengan pola yang langsung dapat dikenali yang terdapat pada pinggir-pinggir jalan, pinggir sungai atau pada suatu daerah berkelompok. Lahan Gundul



**Gambar 4.4 : Kenampakan Unsur Pemungkiman**

- Lahan Basah/Rawa

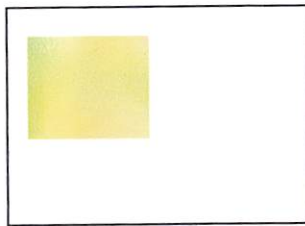
Lahan ini memiliki kenampakan dengan warna coklat muda dan warna hijau tua. Kenampakan rawa hampir sama dengan bentuk tambak tapiu rawa tidak memiliki bentuk yang beraturan/khusus dan warnanya cenderung bercampur atau identik dengantanaman baku, pakisyang memiliki kenampakan unsure hijau tua dan kecoklatan.



**Gambar 4.5 : Kenampakan Unsur Tanah Basah/Rawa**

▪ Lahan Sawah Tadah Hujan

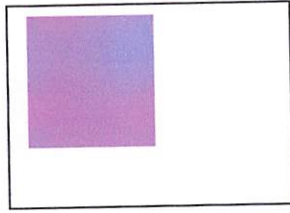
Sawah memiliki kenampakan unsur dengan warna kuning dan hijau, dengan rona yang cerah. Sawah berair memiliki kenampakan unsur dengan warna biru, semakin gelap, sedangkan sawah yang kering memiliki kenampakan dengan warna coklat. Semakin kering sawah itu maka akan semakin cerah warnanya. Unsur sawah biasanya berbeda pada dataran rendah dan berasosiasi dengan unsur sungai serta pemungkiman.



**Gambar 4.6 : Kenampakan Unsur Sawah Tadah Hujan**

▪ Padang Rumput

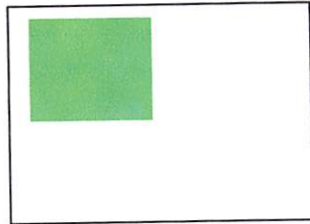
Padang rumput memiliki unsur dengan warna abu-abu dalam kondisi kering. Warna merah gelap atau ungu dalam kondisi basah yang terdapat pada daerah dataran rendah dan merah gelap pada dataran tinggi atau daerah pegunungan.



**Gambar 4.7 : Kenampakan Unsur Padang Rumput**

- Lahan Tanah Ladang

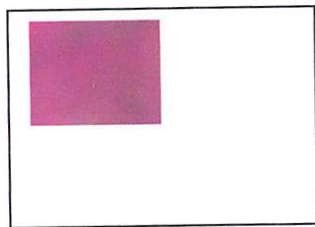
Tanah ladang memiliki kenampakan unsur dengan warna hijau dan mempunyai tekstur yang lebih kasar. Unsur tegalan yang biasanya berasosiasi dengan pemungkiman dan terdapat di daerah dataran rendah.



**Gambar 4.8 : Kenampakan Unsur Tanah Ladang**

- Lahan Gundul

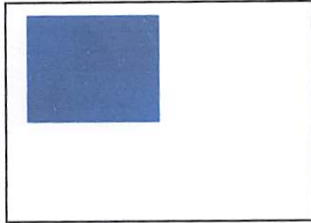
Lahan gundul merupakan kelompok klasifikasi tanah kosong semak belukar dan rumput biasanya memiliki unsur warna merah dan abu-abu dalam kondisi kering dan gelap dalam kondisi basah. Biasanya terletak di dataran tinggi dan puncak gunung.



**Gambar 4.9 : Kenampakan Unsur Lahan Gundul**

- Air

Air atau perairan memiliki unsur warna biru tua dan coklat kegelapan hal ini disebabkan karena daerah aliran sungai merupakan tanah gambut dapat dikenali berdasarkan bentuknya seperti sungai.



Gambar 4.10 : Kenampakan Unsur Air

#### 4.1.4 Hasil Proses Klasifikasi

Dari hasil penelitian diatas diperoleh beberapa kesimpulan mengenai perubahan yang terjadi di kota Palangka Raya selama periode tahun 1994 – 2003 dengan hasil sebagai berikut :

1. Perbandingan untuk hasil klasifikasi dalam format raster dalam ER Mapper

6.4, adalah sebagai berikut :

- Hasil klasifikasi Citra tahun 1994 adalah sebagai berikut :
  - *Hutan* = 4246.830 Ha
  - Pemukiman = 3.150 Ha
  - Lahan Basah = 3.330 Ha
  - Lahan Gundul = 24.750 Ha
  - Lahan Tanah Ladang = 14.580 Ha
  - Sawah Tadah Hujan = 6.210 Ha
  - Padang Rumput = 0
  - Air = 17.280 Ha

- Hasil klasifikasi Citra tahun 1997 adalah sebagai berikut :
  - **Hutan** = 102044.340 Ha
  - Pemungkiman = 5.513 Ha
  - Lahan Basah = 6106.365 Ha
  - Lahan Gundul = 32393.790 Ha
  - Lahan Tanah Ladang = 38921.897 Ha
  - Sawah Tadah Hujan = 616.387 Ha
  - Padang Rumput = 559.080 Ha
  - Air = 303807.622 Ha
  
- Hasil klasifikasi Citra tahun 2000 adalah sebagai berikut :
  - **Hutan** = 7613.469 Ha
  - Pemungkiman = 14.580 Ha
  - Lahan Basah = 10.799 ha
  - Lahan Gundul = 45.267 Ha
  - Lahan Tanah Ladang = 28.528 Ha
  - Sawah Tadah Hujan = 3.510 Ha
  - Padang Rumput = 0
  - Air = 29.968 Ha
  
- Hasil klasifikasi Citra tahun 2003 adalah sebagai berikut :
  - **Hutan** = 2802.285 Ha
  - Pemungkiman = 4538.452 Ha
  - Lahan Basah = 79.898 Ha
  - Lahan Gundul = 1011.330 Ha
  - Lahan Tanah Ladang = 124.920 Ha



- Sawah Tadah Hujan = 3.240 Ha
- Padang Rumput = 6.390 Ha
- Air = 77.108 Ha

Dimana jumlah luasan hutan dengan perbandingan tiap tahun berdasarkan hasil klasifikasi dengan menggunakan metode klasifikasi adalah sebagai berikut :

- Tahun 1994 = 4246.830 Ha

Dengan	jumlah	prosentase	luas	sebesar	=
	$\frac{4246,830}{626611,410}$	$\times 100\%$			
					= 0,678 %

- Tahun 1997 = 7613,469 Ha

Dengan	jumlah	prosentase	luas	sebesar	=
	$\frac{7613,469}{506949,626}$	$\times 100\%$			
					= 1,501 %

- Tahun 2000 = 120044,340 Ha

Dengan	jumlah	prosentase	luas	sebesar	=
	$\frac{120044,340}{506987,932}$	$\times 100\%$			
					= 32678 %

- Tahun 2003 = 2802.285 Ha

Dengan	jumlah	prosentase	luas	sebesar	=
	$\frac{2802,285}{506979,000}$	$\times 100\%$			
					= 0,553 %

#### 4.1.5 Tumpang Susun (Overlay) Data tahun 1994, 1997, 2000 dan 2003.

Metode tumpang susun ini dilakukan secara interaktif pada layar monitor untuk mengetahui perubahan luasan hutan yang terdapat pad kenampakan data

The first part of the report discusses the general situation of the country and the progress of the work done during the year. It also mentions the various committees and their work.

The second part of the report deals with the financial accounts and the balance sheet. It shows that the accounts are in order and that the balance sheet is correct.

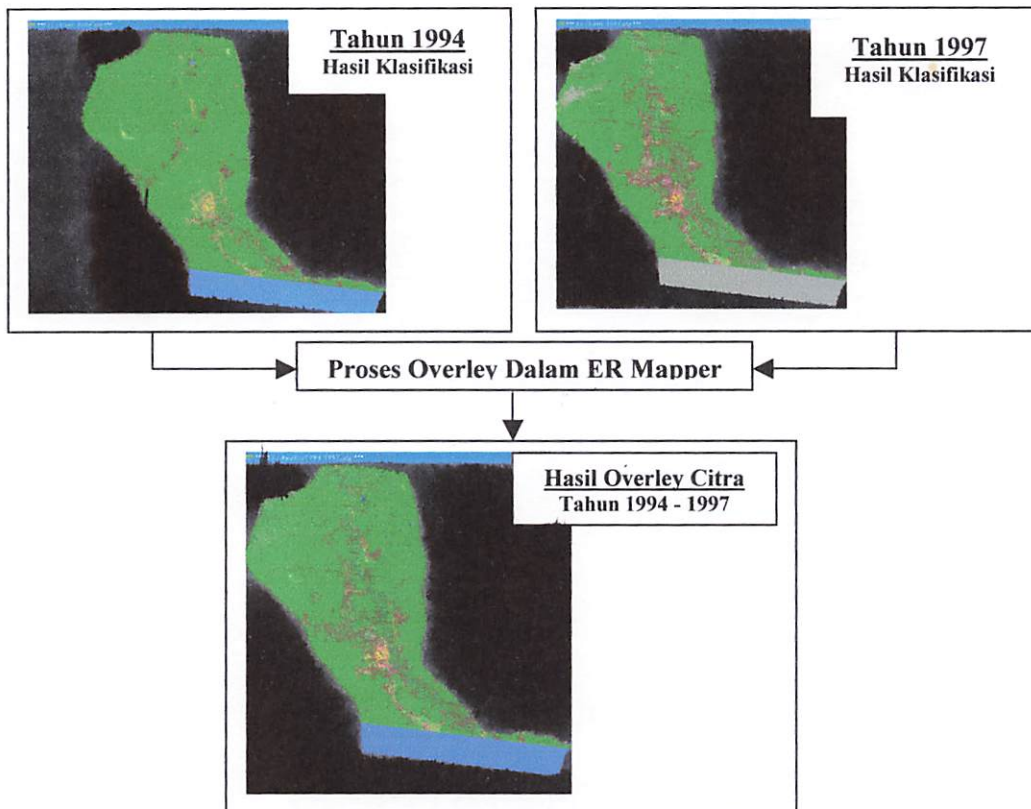
The third part of the report discusses the work done by the various committees and their progress. It also mentions the various reports and documents submitted to the Council.

The fourth part of the report discusses the work done by the various committees and their progress. It also mentions the various reports and documents submitted to the Council.

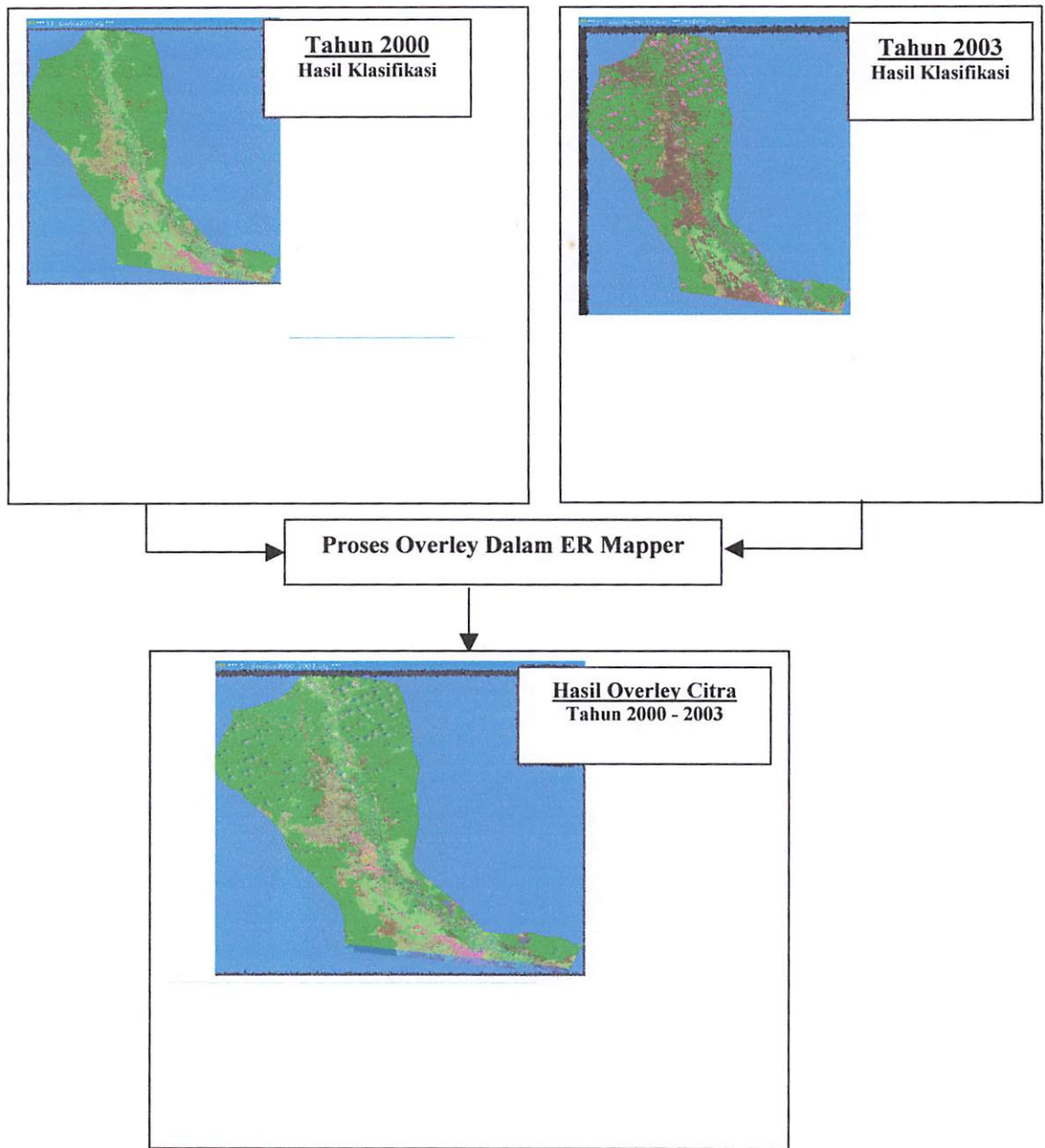
citra yang telah melalui proses pengolahan dengan studi kasus Kota Palangka Raya.

Pada tahap ini yang perlu diperhatikan adalah proses pendefinisian kembali sistem proyeksi yang digunakan baik itu untuk citra tahun 1994, 1997, 2000 atau 2003 agar ke-empat data ini dapat ditumpang susunkan, dimanana kota Palangka Raya berada pada zona southem 50.

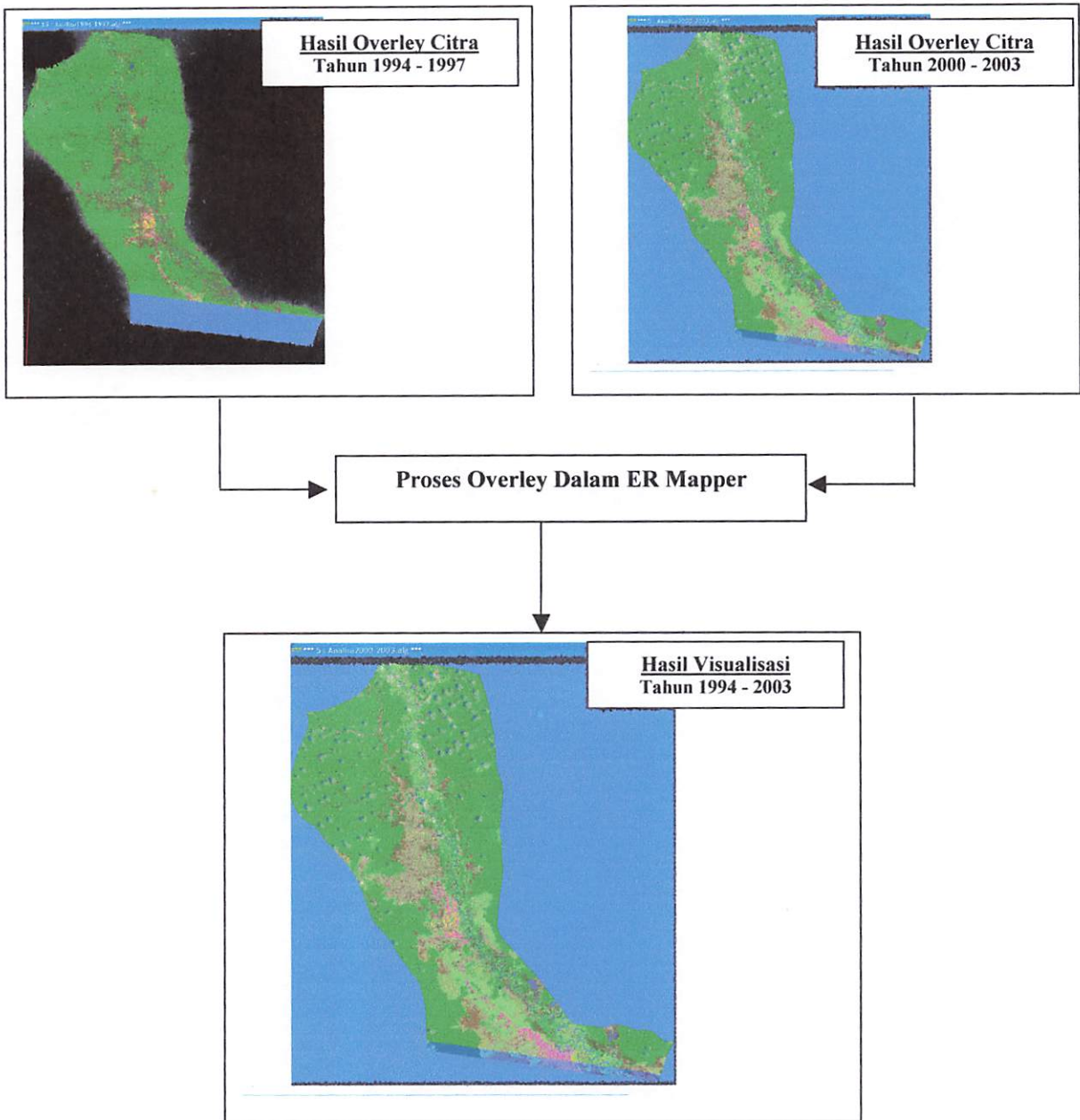
Dari proses tumpang susun diperoleh hasil sebagai berikut :



**Gambar 4.11 : Proses Overlay Setelah Klasifikasi Terbimbing dan Hasil Thn. 1994-1997 Kota Palangka Raya.**



Gambar 4.12 : Proses Overlay Setelah Klasifikasi Terbimbing dan Hasil Thn. 2000-2003.



Gambar 4.13 : Proses overlay dan hasil akhir (Visualisasi) peta kerusakan hutan Thn 1994-1997 dan Thn 2000-2003 Kota Palangka Raya

#### 4.2 Uji Lapangan atau Ground Truth

Pengamatan atau uji lapangan ini dilakukan pada setiap daerah dan dipilih berdasarkan variasi objek atau hasil proses klasifikasi dengan kenampakan daerah

yang dianggap meragukan, yang tampak pada citra hasil pengolahan awal. Sebelum pengamat mencatat posisi objek yang akan diteliti, sehingga nantinya waktu dilapangan akan lebih mudah mencari posisi setiap objek.

Selain itu juga uji lapangan juga diperlukan untuk mengetahui secara langsung keadaan dilapangan apakah sudah sesuai dengan hasil intreprtasi citra atau belum. Apabila belum sesuai dengan kondisi lapangan maka kita harus mencatat informasi objek tersebut dan ditentukan posisinya dengan menggunakan GPS, dan untuk membuktikan bahwa pada posisi tersebut benar dengan objeknya maka dilakukan pengambilan foto atau gambar dokumentasi.

Tabel 4.1 dibawah ini menunjukkan perbedaan antar hasil klasifikasi citra dengan keadaan yang ada dilapangan pada saat ini, karena data yang di gunakan adalah data-data tahun sebelum dilakukannya ground truth atau cek lapangan, tetapi paling tidak ada beberapa bentuk fisik yang tersisa dari data-data daerah yang terdapat pada data-data citra yang sedang di proses.

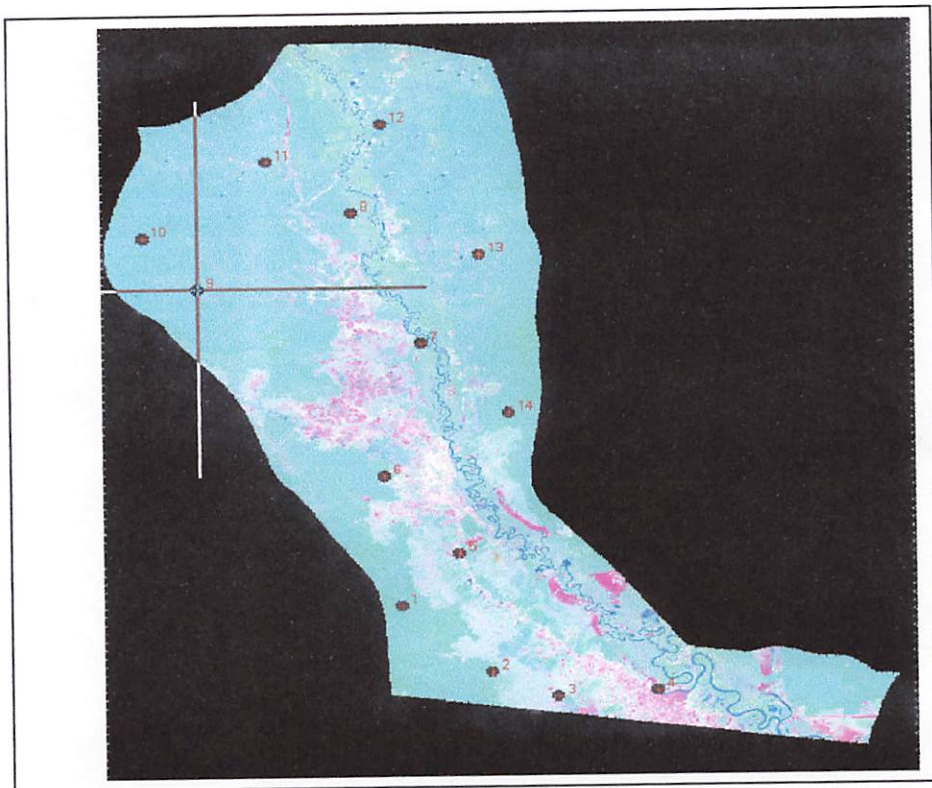
**Tabel 4.1 : Tabel Perbedaan antar Hasil Klasifikasi dengan keadaan di Lapangan.**

Titik Ground Truth	Koordinat		Hasil Klasifikasi Citra	Data di Lapangan
	Easting	Northing		
Titik 1	147562.54 E	9755655.32 N	Hutan	Jalan
Titik 2	160365.07 E	9753499.32 N	Hutan	Padang Rumput
Titik 3	143978.40 E	9763045.29 N	Lahan Pertanian	Lahan Pemungkiman
Titik 4	157453.57 E	9756193.98 N	Padang Rumput	Tanah Gundul
Titik 5	140649.08 E	9770721.03 N	Lahan Gundul	Tanah Rawa Basah
Titik 6	13109.63 E	9789576.89 N	Lahan Pertanian	Danau Buatan
Titik 7	139408.19 E	9790457.96 N	Hutan	Tanah Rawa Basah
Titik 8	132386.20 E	9800484.09 N	Hutan	Lahan Tanah Rawa
Titik 9	118781.47 E	9797726.38 N	Hutan	Lahan Pemungkiman
Titik 10	113082.19 E	9804161.05 N	Hutan	Lahan Tanah Rawa
Titik 11	123009.97 E	9811882.65 N	Hutan	Jalan

Titik 12	135695.46 E	9816662.69 N	Hutan	Lahan Pemungkiman
Titik 13	139740.11 E	9805631.83 N	Hutan	Padang Rumput
Titik 14	144887.85 E	9782650.87 N	Hutan	Lahan Gundul

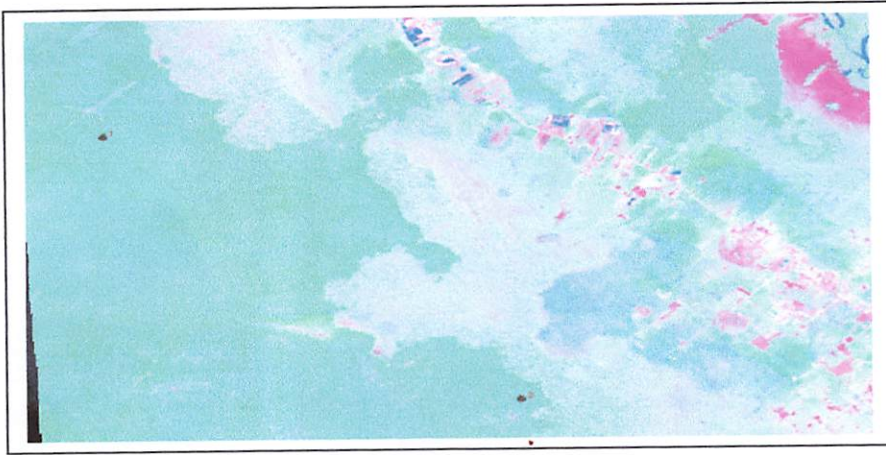
Adapun hasil Ground Truth yang diperoleh dari adalah :

1. Data Lokasi titik-titik Ground Truth yang telah di tentukan di file Citra :



**Gambar 4.14 : Gambar lokasi penempatan titik-titik Ground Truth**

2. Data-data lokasi titik-titik Ground Truth, dapat dilihat dibawah ini :



**Gambar 4.15 : Gambar lokasi penempatan titik 1 dan titik 2**

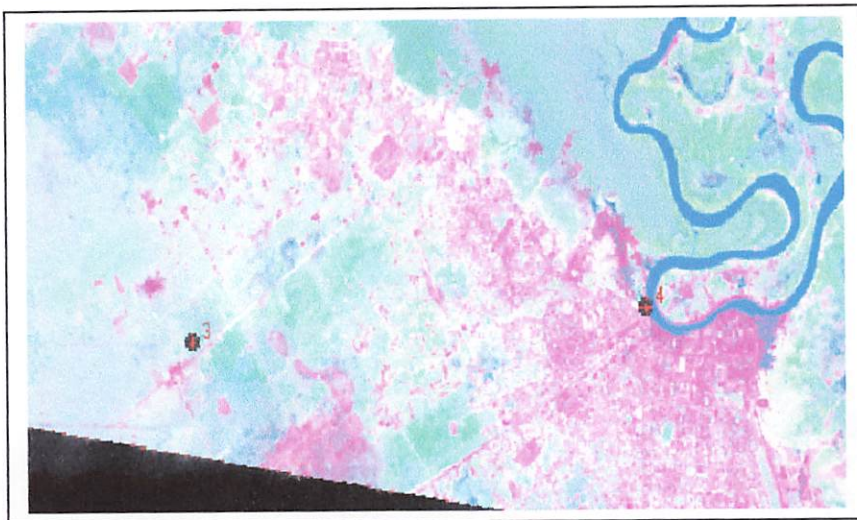


**a. Gambar lokasi titik 1**



**b. Gambar lokasi titik 2**

**Gambar 4.16 : Gambar lokasi penempatan titik 1 dan titik 2 hasil lapangan**



**Gambar 4.17 : Gambar lokasi penempatan titik 3 dan titik 4**



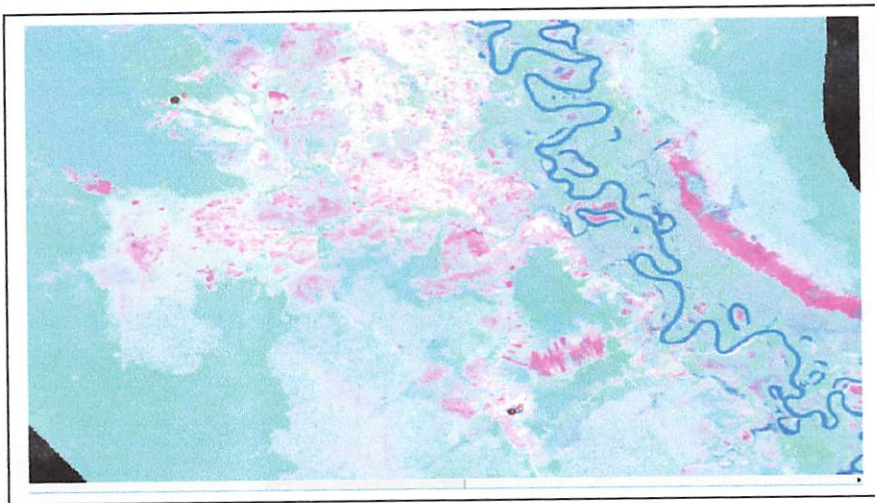


a. Gambar lokasi titik 3



b. Gambar lokasi titik 4

Gambar 4.18 : Gambar lokasi penempatan titik 3 dan titik 4 di lapangan



Gambar 4.19 : Gambar lokasi penempatan titik 5 dan titik 6

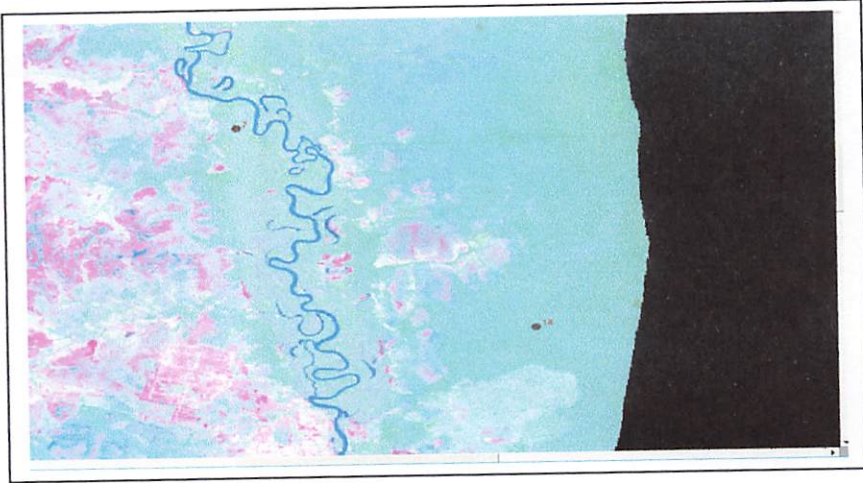


a. Gambar lokasi titik 5



b. Gambar lokasi titik 6

Gambar 4.20 : Gambar lokasi penempatan titik 5 dan titik 6



**Gambar 4.21 : Gambar lokasi penempatan titik 7 dan titik 14**

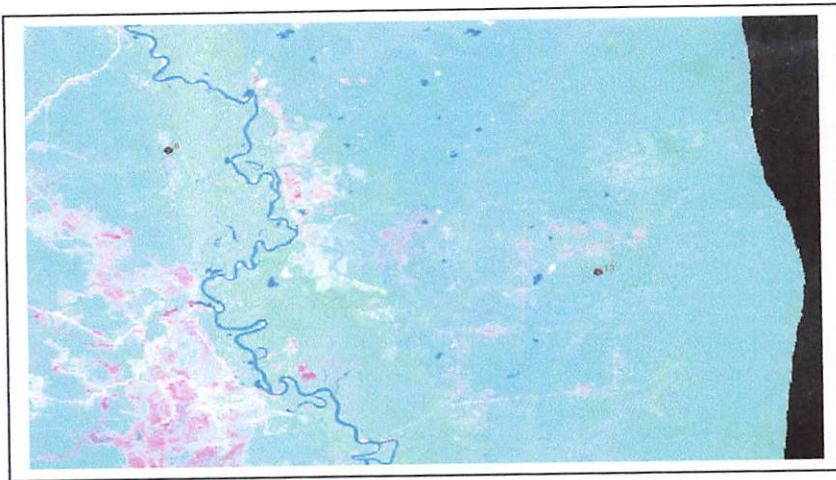


**a. Gambar lokasi titik 7**



**b. Gambar lokasi titik 14**

**Gambar 4.22 : Gambar lokasi penempatan titik 7 dan titik 14**



**Gambar 4.23 : Gambar lokasi penempatan titik 8 dan titik 13**

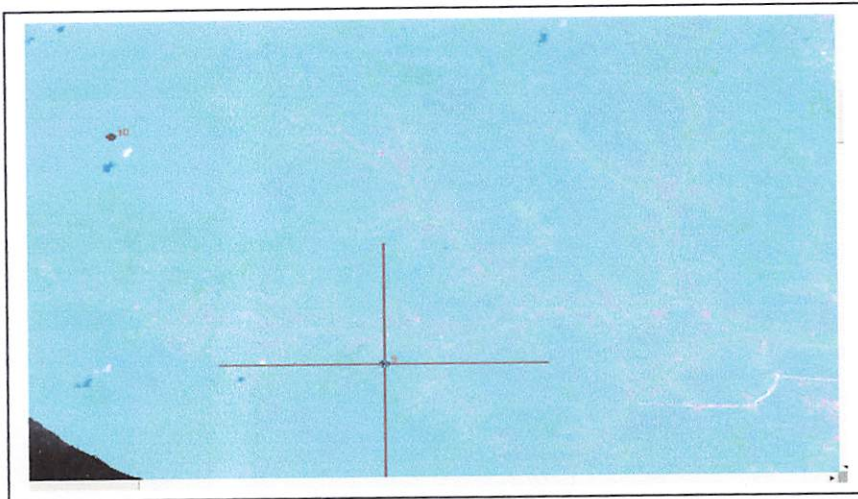


**a. Gambar lokasi titik 8**



**b. Gambar lokasi titik 13**

**Gambar 4.24 : Gambar lokasi penempatan titik 8 dan titik 13**



**Gambar 4.25 : Gambar lokasi penempatan titik 9 dan titik 10**

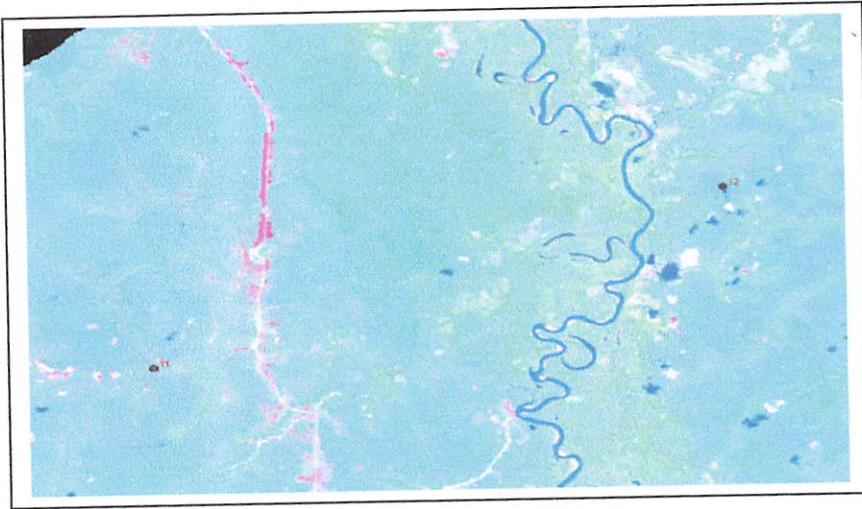


**a. Gambar lokasi titik 9**



**b. Gambar lokasi titik 10**

**Gambar 4.26 : Gambar lokasi penempatan titik 9 dan titik 10**



Gambar 4.27 : Gambar lokasi penempatan titik 11 dan titik 12



a. Gambar lokasi titik 11



b. Gambar lokasi titik 12

Gambar 4.28 : Gambar lokasi penempatan titik 11 dan titik 12

**Matrik uji ketelitian klasifikasi citra dengan keadaan di lapangan**

Tabel 4.2 : Matrik Uji Hasil klasifikasi dengan keadan di lapangan.

Hasil Klasifikasi \ Data Dilapangan	Hnt	Lhn Prtn	Pdg Rmpt	Lhn Gndl	Lhn Pkm	Tnh RB	Dnu Batn	Jln	Jumlah	Benar (%)	Salah (%)
Hnt	1	0	1	0	0	1	0	1	4	50	50
Lhn Prtn	0	7	0	0	0	0	0	0	7	25	75
Pdg Rmpt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
Lhn Gndl	0	0	0	2	0	0	0	0	2	60	40
Lhn Pkm	0	0	0	0	3	0	0	0	3	25	75
Tnh RB	0	0	1	0	0	1	0	0	2	75	25
Dnu Batn	0	0	0	0	0	0	1	0	1	25	75
Jln	0	0	0	0	1	0	0	0	1	75	25
Jumlah	1	7	2	2	4	2	1	1	20		

**Keterangan :**

Htn	: Hutan
Lhn Prtn	: Lahan Pertanian
Pdg Rmpt	: Padang Rumput
Lhn Gndl	: Lahan Gundul
Lhn Prmk	: Lahan Pemungkiman
Tnh RB	: Tanah Rawa Basah
Dnu Batn	: Danau Buatan
Jln	: Jalan

Ketelitian seluruh hasil klasifikasi

$$\begin{aligned} \text{adalah} &= \frac{1+7+0+2+3+1+1+0}{20} \\ &= \frac{15}{20} \\ &= 0,75 \end{aligned}$$

Jadi ketelitian seluruh klasifikasi sebesar 75%

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian diatas diperoleh beberapa kesimpulan mengenai perubahan yang terjadi di kota Palangka Raya selama periode tahun 1994 – 2003 dengan hasil sebagai berikut :

a) Dimana jumlah luasan hutan dengan perbandingan tiap tahun berdasarkan hasil klasifikasi dengan menggunakan metode klasifikasi terbimbing adalah sebagai berikut :

- Tahun 1994 = 4246.830 Ha = 0,678%
- Tahun 1997 = 7613,469 Ha = 1,501%
- Tahun 2000 = 120044,340 Ha = 23,678%
- Tahun 2003 = 2802.285 Ha = 0,553%

b) Dengan memperoleh gambaran hasil tersebut diatas maka dapat disimpulkan bahwa terjadi suatu perubahan yang cukup besar terhadap luasan hutan di Kota Palangka Raya dari tahun 1994 – 2003 yang dialami secara fluktuatif .

2. Terjadinya perubahan jumlah luasan hasil klasifikasi tiap tahunnya, hal ini disebabkan karena daerah yang menjadi objek pengamatan adalah daerah pasang surut yang mengakibatkan jumlah beberapa daerah-daerah luasan akan selalu berubah-ubah tergantung dari kondisi dilapangan, contohnya

adalah ketika air pasang, maka jumlah daratan akan berkurang jumlahnya, begitu juga sebaliknya ketika air mengalami surut.

3. Hasil pemotretan yang dilakukan citra satelit dengan kenampakan unsur air yang berwarna hitam atau coklat kegelapan, hal ini disebabkan karena daerah sekeliling objek pengamatan adalah daerah gambut karena mengandung pH tanah atau kadar asam yang sangat tinggi, jadi tidak menutup kemungkinan beberapa asumsi mengatakan bahwa kenampakan air adalah berunsur warna biru saja, akan tetapi tergantung daerah yang diamati, contohnya pada sebagian daerah traening area/sampling.
4. Penggunaan citra Landsat memberikan alternatif lain dalam pembuatan peta tematik, selain foto udara dan citra satelit lainnya, hal ini disebabkan oleh harga yang relatif murah (terjangkau) dan resolusi yang cukup baik untuk suatu studi penelitian terutama di bidang kehutanan.

## **5.2 Saran-saran**

Berdasarkan penelitian ada beberapa saran yang dapat disampaikan peneliti kepada pihak-pihak yang terkait dan kepada pengguna yang lain, adalah sebagai berikut :

1. Sebelum melakukan penelitian lengkapi dulu data yang akan dipergunakan sehingga tidak akan mengganggu proses pengolahan citra yang cukup sulit.
2. Cek ketelitian data-data yang akan dipergunakan salah satunya Batas Administrasi yang terkadang posisinya jauh dari yang sebenarnya, pada saat akan dilakukan cropping.

3. Pahami setiap karakteristik spektral tiap band sehingga proses pembuatan citra komposite yang akan menonjolkan kenampakan unsur-unsur interpretasi lebih dapat dioptimalkan.
4. Yang harus dikuasai dan tidak kalah penting bagi seorang intrepreter adalah pior knowledge (pengetahuan awal) tentang daerah yang sedang dikaji.



## DAFTAR PUSTAKA

1. **Howard, Jhon. A, 1996, Penginderaan Jauh Untuk Sumberdaya Hutan, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.**
2. **Kiefer, Raiph W and Lillesand Thomas M, 1997, Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.**
3. **Susanto, P, 1996, Penginderaan Jauh, jilid 1, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.**
4. **Susanto, P, 1996, Penginderaan Jauh, jilid 2, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.**
5. **Sagala, Porkas, 1994, Mengelola Lahan Kehutanan Indonesia, Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.**
6. **Arief, Ir arifin, M. P, 2001, Hutan dan Kehutan, Kaninsius, Yogyakarta.**
7. **Anwar, Desi,2003, Kamus Lengkap Bahasa Indonesia Terbaru, Amelia,Surabaya.**
8. **Soeriaatmadja, R, E, 1997, Ilmu Lingkungan, ITB, Bandung.**
9. **Patimena, Ir. Leo, Diktat Pratikum Pengideraan Jauh, I.**
10. **Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kota Palangka Raya, Upaya Pencegahan dan Pengendalian Kebakaran Hutan di wilayah Kota Palangka Raya, 2004.**
11. **Pemkot Palangka Raya, Pengelolaan Rehabilitasi Hutan dan Lahan Melalui Pemberdayaan Masyarakat, 2004.**

12. **Dinas Kehutanan Kota Palangka Raya (RTRWP), Pengembangan Sektor Kehutanan dan Perkebunan Wilayah Kota Palangka Raya, 2003.**
13. **Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, Studi Penyusunan Sistem Monitoring Tata Ruang, 2004.**
14. **Lapan, 1995, Deteksi Penetapan Lahan Dengan Metode Isodata.**
15. **Danoedero, Projo, Pengolahan Citra Digital.**
16. **Tunggal, Hadi Setia, SH, Undang-undang Kehutanan Beserta Perubahannya. 2004, Harvarindo.**
17. **H, Salim, S, SH, M.S, Dasar-dasar hukum Kehutanan, Sinar Gratika, 1995.**
18. **Probosutejo, Ki, H, HTI Membangun Masa Depan, UMB, Press, 2004.**
19. **Purbowoseso, Bambang, Penginderaan Jauh Terapan, cplo, Universitas Georgia, Universitas Indonesia (UI-pres, 1995.**
20. **Lapan, Berita Inderaja Vol III No.06, Desember, 2004.**
21. **Homby, A, S, Oxford, Advanced Learner's Dictionary of curretn english, Oxford University Press, 1995.**
22. **Prahasta, Ir, Eddy, MT, Sistem Informasi Geografi, Tool dan plug-ins, Informatika, Bandung, Juni 2004.**
23. **Prahasta, Ir, Eddy, MT, Sistem Informasi Geografi, Arc View Lanjut, Informatika, Bandung, Juni 2004.**
24. **Budiyanto, Eko, SIG Menggunakan Arc View GIS, Andi Yogyakarta, 2002.**
25. **Haryono, Rudy, Drs, Kamus Lengkap 99 Milyard, Cipta Media,**

*LAMPIRAN*

—

*LAMPIRAN*



DAFTAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Judul :  
**MANFAAT PENGINDERAAN JAUH UNTUK  
 MONITORING EKSPLOITASI HUTAN**  
 (Studi Kasus : Kota Palangka Raya)

No	Tanggal	Catatan/Keterangan	Tanda tangan
1	7/3 '05	Kompilasi data apa sdh. sesuai dgn propo- sal.?	
2	14/3 '05.	Training sample di ganti,	
3	21/3 '05.	Ketelitian klasifikasi?	
4	28/3 '05	Acc seriman hasil	
5	31/3 '05	Acc jilid	

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2  
Malang



Nama : Sri Sumarti  
Nim : 98. 25. 038  
Angkatan : 1998  
Jurusan : Teknik Geodesi/S1  
Dosen Pemb. : Ir. Agus Darpono, MT

**DAFTAR ASISTENSI TUGAS AKHIR**

**Judul :**  
**PEMANFAATAN PENGINDERAAN JAUH**  
**UNTUK MONITORING KERUSAKAN HUTAN**  
**(Studi Kasus : Kota Palangka Raya, Prop. Kalimantan Tengah)**

No	Tanggal	Catatan/Keterangan	Tanda Tangan
	22-3-05	Tinjauan pustaka materi bab I Bab I Revisi materi bab II	
	29-3-05	Bab III OK. Revisi Bab IV ditelepon ke dosen pembimbing	
	22/6-05	Revisi Bab IV & V	
	18/7-05	Revisi OK.	

Area Summary Report for (null)

Class/Region Miles	Hectares	Sq. Km	Acres	Sq.
-----	-----	-----	-----	
AIR 04 0.067	17.280	0.173	42.700	
HUTAN 04 16.397	4246.830	42.468	10494.146	
LAHAN BASAH 04 0.013	3.330	0.033	8.229	
LAHAN GUNDUL 04 0.096	24.750	0.248	61.159	
LAHAN PEMUNGKIM 0.056	14.580	0.146	36.028	
LAHAN TANAH LAD 0.056	14.580	0.146	36.028	
SAWAH TADAH HUJ 0.024	6.210	0.062	15.345	
All 2419.360	626611.410	6266.114	1548390.631	

Means Summary Report for (null)

Class/Region	Band1	Band2	Band3
AIR 04	0.870	16.115	207.688
HUTAN 04	70.644	184.502	58.379
LAHAN BASAH 04	154.135	133.000	86.946
LAHAN GUNDUL 04	172.276	84.353	89.498
LAHAN PEMUNGKIM	254.907	233.185	253.414
LAHAN TANAH LAD	95.432	254.704	108.802
SAWAH TADAH HUJ	202.580	253.058	153.116
All	55.538	125.069	61.456

Area Summary Report for (null)

Class/Region Miles	Hectares	Sq. Km	Acres	Sq.
-----	-----	-----	-----	
AIR 04 0.116	29.968	0.300	74.053	
HUTAN 04 29.396	7613.469	76.135	18813.293	
LAHAN BASAH 04 0.042	10.799	0.108	26.686	
LAHAN GUNDUL 04 0.175	45.267	0.453	111.858	
LAHAN PEMUNGKIM 0.012	3.150	0.031	7.783	
LAHAN TANAH LAD 0.110	28.528	0.285	70.495	
SAWAH TADAH HUJ 0.014	3.510	0.035	8.673	
All 1957.344	506949.626	5069.496	1252699.900	



Means Summary Report for (null)

Class/Region	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
AIR 04	1.751	9.060	23.763
HUTAN 04	35.770	65.460	25.240
LAHAN BASAH 04	57.267	60.075	27.242
LAHAN GUNDUL 04	84.362	41.117	29.746
LAHAN PEMUNGKIM	137.886	76.657	53.086
LAHAN TANAH LAD	51.521	97.558	29.801
SAWAH TADAH HUJ	88.179	94.179	31.385
All	34.300	54.478	22.293

Area Summary Report for (null)

Class/Region Miles	Hectares	Sq. Km	Acres	Sq.
-----	-----	-----	-----	
AIR 04 1173.008	303807.622	3038.076	750725.041	
HUTAN 04 463.494	120044.340	1200.443	296636.047	
LAHAN BASAH 04 23.577	6106.365	61.064	15089.158	
LAHAN GUNDUL 04 125.073	32393.790	323.938	80046.804	
LAHAN PEMUNGKIM 17.523	4538.452	45.385	11214.761	
LAHAN TANAH LAD 150.278	38921.895	389.219	96178.104	
PADANG RUMPUT 2.159	559.080	5.591	1381.517	
SAWAH TADAH HUJ 2.380	616.387	6.164	1523.127	
All 1957.491	506987.932	5069.879	1252794.559	

Means Summary Report for (null)

Class/Region	Band1	Band2	Band3	Band4
Band5      Band6	Band7			
-----	-----	-----	-----	-----
AIR 04	0.434	0.328	0.347	0.176
0.117      0.083	0.194			
HUTAN 04	63.779	45.943	33.624	65.788
46.388      21.215	46.665			
LAHAN BASAH 04	65.605	49.230	39.791	60.426
62.448      30.951	45.772			
LAHAN GUNDUL 04	67.864	54.032	44.531	66.751
71.285      36.088	50.820			
LAHAN PEMUNGKIM	82.164	68.890	67.605	72.752
100.154      61.814	60.593			
LAHAN TANAH LAD	64.748	50.279	36.945	75.924
58.215      26.056	53.649			
PADANG RUMPUT	81.490	65.958	65.151	60.241
84.605      56.314	52.843			
SAWAH TADAH HUJ	68.875	56.822	45.854	85.393
87.529      42.496	61.450			
All	26.368	19.738	15.063	27.326
21.926      10.419	19.758			

Area Summary Report for (null)

Class/Region Miles	Hectares	Sq. Km	Acres	Sq.
-----	-----	-----	-----	
AIR 04 0.298	77.108	0.771	190.537	
HUTAN 04 10.820	2802.285	28.023	6924.598	
LAHAN BASAH 04 0.308	79.898	0.799	197.431	
LAHAN GUNDUL 04 3.905	1011.330	10.113	2499.051	
LAHAN PEMUNGKIM 0.021	5.513	0.055	13.622	
LAHAN TANAH LAD 0.482	124.920	1.249	308.684	
PADANG RUMPUT 0.025	6.390	0.064	15.790	
SAWAH TADAH HUJ 0.013	3.240	0.032	8.006	
All 1957.457	506979.000	5069.790	1252772.486	

Means Summary Report for (null)

Class/Region	Band1	Band2	Band3
AIR 04	11.208	15.568	31.160
HUTAN 04	39.856	53.862	39.201
LAHAN BASAH 04	61.944	62.352	47.968
LAHAN GUNDUL 04	38.052	22.372	30.993
LAHAN PEMUNGKIM	73.029	42.837	55.143
LAHAN TANAH LAD	48.234	72.234	42.218
PADANG RUMPUT	57.863	40.602	53.979
SAWAH TADAH HUJ	70.611	76.674	49.521
All	18.005	21.420	17.458

STATISTICS FOR DATASET: CROP\_REK\_94\_OKE.ers  
 REGION: SAWAH TADAH HUJAN

	Band1 -----	Band2 -----	Band3 -----
Non-Null Cells	69	69	69
Area In Hectares	6.210	6.210	6.210
Area In Acres	15.345	15.345	15.345
Minimum	167.000	236.000	96.000
Maximum	254.000	255.000	195.000
Mean	202.580	253.058	153.116
Median	201.000	255.000	158.000
Std. Dev.	17.665	4.571	17.585
Std. Dev. (n-1)	17.794	4.605	17.714
Corr. Eigenval.	1.696	0.990	0.314
Cov. Eigenval.	524.944	106.855	19.813

Correlation Matrix -----	Band1 -----	Band2 -----	Band3 -----
Band1	1.000	-0.188	0.664
Band2	-0.188	1.000	-0.019
Band3	0.664	-0.019	1.000
Determinant	0.528		

Corr. Eigenvectors -----	PC1 -----	PC2 -----	PC3 -----
Band1	0.704	-0.024	0.709
Band2	-0.209	-0.962	0.175
Band3	0.678	-0.272	-0.683

Inv. of Corr. Ev. -----	PC1 -----	PC2 -----	PC3 -----
Band1	0.704	-0.209	0.678
Band2	-0.024	-0.962	-0.272
Band3	0.709	0.175	-0.683

Covariance Matrix -----	Band1 -----	Band2 -----	Band3 -----
Band1	316.630	-15.402	209.447
Band2	-15.402	21.202	-1.580
Band3	209.447	-1.580	313.780
Determinant	1111377.312		

Cov. Eigenvectors -----	PC1 -----	PC2 -----	PC3 -----
Band1	0.710	0.698	-0.096
Band2	-0.024	-0.112	-0.993
Band3	0.704	-0.707	0.063

Inv. of Cov. Ev. -----	PC1 -----	PC2 -----	PC3 -----
Band1	0.710	-0.024	0.704
Band2	0.698	-0.112	-0.707
Band3	-0.096	-0.993	0.063

REGION: LAHAN TANAH LADANG

	Band1 -----	Band2 -----	Band3 -----
Non-Null Cells	162	162	162
Area In Hectares	14.580	14.580	14.580
Area In Acres	36.028	36.028	36.028

Minimum	74.000	239.000	46.000
Maximum	153.000	255.000	158.000
Mean	95.432	254.704	108.802
Median	93.000	255.000	108.000
Std. Dev.	11.908	1.621	20.133
Std. Dev. (n-1)	11.945	1.626	20.196
Corr. Eigenval.	1.266	1.053	0.680
Cov. Eigenval.	413.716	137.008	2.464

Correlation Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	1.000	-0.058	0.163
Band2	-0.058	1.000	0.241
Band3	0.163	0.241	1.000
Determinant	0.907		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.321	0.834	-0.449
Band2	0.596	-0.547	-0.588
Band3	0.736	0.079	0.673

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.321	0.596	0.736
Band2	0.834	-0.547	0.079
Band3	-0.449	-0.588	0.673

Covariance Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	142.682	-1.120	39.334
Band2	-1.120	2.645	7.916
Band3	39.334	7.916	407.861
Determinant	139658.087		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.144	-0.990	0.014
Band2	0.019	0.017	1.000
Band3	0.989	0.143	-0.021

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.144	0.019	0.989
Band2	-0.990	0.017	0.143
Band3	0.014	1.000	-0.021

REGION: LAHAN PEMUNGKIMAN 04

	Band1	Band2	Band3
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	162	162	162
Area In Hectares	14.580	14.580	14.580
Area In Acres	36.028	36.028	36.028
Minimum	240.000	154.000	195.000
Maximum	255.000	255.000	255.000
Mean	254.907	233.185	253.414
Median	255.000	250.000	255.000
Std. Dev.	1.175	28.084	7.447
Std. Dev. (n-1)	1.179	28.171	7.470
Corr. Eigenval.	1.450	1.004	0.546

Cov. Eigenval.	805.480	43.916	1.382
----------------	---------	--------	-------

Correlation Matrix	Band1	Band2	Band3
Band1	1.000	0.051	-0.017
Band2	0.051	1.000	0.449
Band3	-0.017	0.449	1.000
Determinant	0.795		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band1	0.054	-0.993	-0.105
Band2	0.708	-0.036	0.705
Band3	0.704	0.113	-0.701

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band1	0.054	0.708	0.704
Band2	-0.993	-0.036	0.113
Band3	-0.105	0.705	-0.701

Covariance Matrix	Band1	Band2	Band3
Band1	1.389	1.694	-0.148
Band2	1.694	793.593	94.389
Band3	-0.148	94.389	55.797
Determinant	48901.230		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band1	0.002	-0.008	-1.000
Band2	0.992	-0.125	0.003
Band3	0.125	0.992	-0.008

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band1	0.002	0.992	0.125
Band2	-0.008	-0.125	0.992
Band3	-1.000	0.003	-0.008

REGION: AIR 04

	Band1	Band2	Band3
Non-Null Cells	192	192	192
Area In Hectares	17.280	17.280	17.280
Area In Acres	42.700	42.700	42.700

Minimum	0.000	0.000	71.000
Maximum	35.000	48.000	255.000
Mean	0.870	16.115	207.688
Median	0.000	16.000	232.000
Std. Dev.	3.709	12.634	62.565
Std. Dev. (n-1)	3.719	12.667	62.729
Corr. Eigenval.	1.627	1.060	0.312
Cov. Eigenval.	3996.570	100.911	11.673

Correlation Matrix	Band1	Band2	Band3
Band1	1.000	0.090	-0.238
Band2	0.090	1.000	0.608
Band3	-0.238	0.608	1.000



Determinant	0.539		
Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	-0.176	0.930	0.323
Band2	0.672	0.353	-0.651
Band3	0.719	-0.103	0.687
Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	-0.176	0.672	0.719
Band2	0.930	0.353	-0.103
Band3	0.323	-0.651	0.687
Covariance Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	13.831	4.240	-55.444
Band2	4.240	160.448	483.491
Band3	-55.444	483.491	3934.876
Determinant	4707643.755		
Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	-0.014	-0.126	-0.992
Band2	0.125	-0.984	0.123
Band3	0.992	0.122	-0.029
Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	-0.014	0.125	0.992
Band2	-0.126	-0.984	0.122
Band3	-0.992	0.123	-0.029
REGION: LAHAN BASAH 04			
	Band1	Band2	Band3
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	37	37	37
Area In Hectares	3.330	3.330	3.330
Area In Acres	8.229	8.229	8.229
Minimum	86.000	115.000	59.000
Maximum	197.000	147.000	121.000
Mean	154.135	133.000	86.946
Median	171.000	133.000	83.000
Std. Dev.	36.584	8.190	14.152
Std. Dev. (n-1)	37.089	8.303	14.347
Corr. Eigenval.	2.001	0.568	0.431
Cov. Eigenval.	1464.490	138.826	47.023
Correlation Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	1.000	0.451	0.566
Band2	0.451	1.000	0.482
Band3	0.566	0.482	1.000
Determinant	0.490		
Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.585	0.479	0.654
Band2	0.550	-0.827	0.114
Band3	0.596	0.294	-0.748

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	F
Band1	0.585	0.550	0.1
Band2	0.479	-0.827	0.1
Band3	0.654	0.114	-0.1

Covariance Matrix	Band1	Band2	Band3
Band1	1375.565	139.028	301.396
Band2	139.028	139.028	57.361
Band3	301.396	57.361	205.518
Determinant	9560233.518		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	
Band1	0.966	-0.256	-
Band2	0.106	0.256	-
Band3	0.236	0.932	-

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2
Band1	0.966	0.106
Band2	-0.256	0.256
Band3	-0.038	0.961

REGION: LAHAN GUNDUL 04

	Band1	Band2
Non-Null Cells	275	275
Area In Hectares	24.750	24.750
Area In Acres	61.159	61.159
Minimum	125.000	37.000
Maximum	255.000	136.000
Mean	172.276	84.353
Median	167.000	90.000
Std. Dev.	25.899	20.510
Std. Dev. (n-1)	25.946	20.548
Corr. Eigenval.	1.778	0.718
Cov. Eigenval.	827.400	368.044

Correlation Matrix	Band1	Band2
Band1	1.000	0.307
Band2	0.307	1.000
Band3	0.362	0.491
Determinant	0.643	

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2
Band1	0.520	0.84
Band2	0.593	-0.47
Band3	0.615	-0.25

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2
Band1	0.520	0.5
Band2	0.842	-0.4
Band3	0.144	0.6

Covariance Matrix	Band1	Band2
-------------------	-------	-------

Band1	673.215	163.504	148.687
Band2	163.504	422.200	159.437
Band3	148.687	159.437	250.222
Determinant	45736579.381		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band1	0.819	-0.564	-0.110
Band2	0.464	0.762	-0.453
Band3	0.339	0.319	0.885

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band1	0.819	0.464	0.339
Band2	-0.564	0.762	0.319
Band3	-0.110	-0.453	0.885

REGION: HUTAN 04

	Band1	Band2	Band3
Non-Null Cells	47187	47187	47187
Area In Hectares	4246.830	4246.830	4246.830
Area In Acres	10494.146	10494.146	10494.146

Minimum	31.000	105.000	0.000
Maximum	109.000	255.000	195.000
Mean	70.644	184.502	58.379
Median	70.000	190.000	59.000
Std. Dev.	9.685	22.578	31.316
Std. Dev. (n-1)	9.685	22.578	31.317
Corr. Eigenval.	1.870	0.760	0.370
Cov. Eigenval.	1074.998	459.331	49.976

Correlation Matrix	Band1	Band2	Band3
Band1	1.000	0.485	0.557
Band2	0.485	1.000	0.243
Band3	0.557	0.243	1.000
Determinant	0.526		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band1	0.647	0.057	-0.760
Band2	0.518	-0.765	0.383
Band3	0.559	0.641	0.525

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band1	0.647	0.518	0.559
Band2	0.057	-0.765	0.641
Band3	-0.760	0.383	0.525

Covariance Matrix	Band1	Band2	Band3
Band1	93.799	106.116	169.052
Band2	106.116	509.773	171.638
Band3	169.052	171.638	980.735
Determinant	24677367.557		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-------------------	-----	-----	-----

Band1	0.194	-0.112	-0.975
Band2	0.318	-0.933	0.171
Band3	0.928	0.343	0.146

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.194	0.318	0.928
Band2	-0.112	-0.933	0.343
Band3	-0.975	0.171	0.146

REGION: All

	Band1	Band2	Band3
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	6962349	6962349	6962349
Area In Hectares	626611.410	626611.410	626611.410
Area In Acres	1548390.631	1548390.631	1548390.631
Minimum	0.000	0.000	0.000
Maximum	255.000	255.000	255.000
Mean	55.538	125.069	61.456
Median	65.000	167.000	59.000
Std. Dev.	45.293	88.169	61.948
Std. Dev. (n-1)	45.293	88.169	61.948
Corr. Eigenval.	2.576	0.304	0.120
Cov. Eigenval.	11869.723	1461.036	332.081

Correlation Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	1.000	0.869	0.782
Band2	0.869	1.000	0.710
Band3	0.782	0.710	1.000
Determinant	0.094		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.596	-0.216	-0.774
Band2	0.579	-0.552	0.600
Band3	0.556	0.806	0.203

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.596	0.579	0.556
Band2	-0.216	-0.552	0.806
Band3	-0.774	0.600	0.203

Covariance Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	2051.452	3471.317	2193.738
Band2	3471.317	7773.812	3875.731
Band3	2193.738	3875.731	3837.577
Determinant	5758979781.781		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.386	0.040	-0.922
Band2	0.785	-0.539	0.305
Band3	0.484	0.842	0.239

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.386	0.785	0.484
Band2	0.040	-0.539	0.842

Band3

-0.922

0.305

0.239

STATISTICS FOR DATASET: CROP\_REK\_97\_OKE.ers  
 REGION: PADANG RUMPUT

	Band1	Band2	Band3
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	15	15	15
Area In Hectares	1.350	1.350	1.350
Area In Acres	3.336	3.336	3.336
Minimum	59.000	47.000	32.000
Maximum	100.000	66.000	51.000
Mean	79.467	53.067	39.733
Median	78.000	51.000	39.000
Std. Dev.	12.489	5.662	5.310
Std. Dev. (n-1)	12.928	5.861	5.496
Corr. Eigenval.	2.495	0.427	0.078
Cov. Eigenval.	210.104	17.700	3.882

Correlation Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	1.000	0.659	0.922
Band2	0.659	1.000	0.650
Band3	0.922	0.650	1.000
Determinant	0.083		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.602	-0.361	-0.712
Band2	0.527	0.850	0.014
Band3	0.600	-0.384	0.702

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.602	0.527	0.600
Band2	-0.361	0.850	-0.384
Band3	-0.712	0.014	0.702

Covariance Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	167.124	49.967	65.490
Band2	49.967	34.352	20.948
Band3	65.490	20.948	30.210
Determinant	14436.439		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.886	0.294	0.357
Band2	0.295	-0.954	0.055
Band3	0.357	0.056	-0.932

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.886	0.295	0.357
Band2	0.294	-0.954	0.056
Band3	0.357	0.055	-0.932

REGION: SAWAH TADAH HUJAN

	Band1	Band2	Band3
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	39	39	39
Area In Hectares	3.510	3.510	3.510
Area In Acres	8.673	8.673	8.673

Minimum	79.000	85.000	29.000
Maximum	105.000	103.000	34.000
Mean	88.179	94.179	31.385
Median	87.000	94.000	31.000
Std. Dev.	6.151	5.103	1.077
Std. Dev. (n-1)	6.232	5.170	1.091
Corr. Eigenval.	1.726	0.956	0.318
Cov. Eigenval.	39.825	26.312	0.618

Correlation Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	1.000	0.072	0.663
Band2	0.072	1.000	0.230
Band3	0.663	0.230	1.000
Determinant	0.524		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.661	0.322	0.677
Band2	0.285	-0.943	0.170
Band3	0.694	0.081	-0.716

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.661	0.285	0.694
Band2	0.322	-0.943	0.081
Band3	0.677	0.170	-0.716

Covariance Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	38.835	2.309	4.508
Band2	2.309	26.730	1.298
Band3	4.508	1.298	1.190
Determinant	647.648		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.976	0.187	-0.115
Band2	0.184	-0.982	-0.039
Band3	0.120	-0.017	0.993

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.976	0.184	0.120
Band2	0.187	-0.982	-0.017
Band3	-0.115	-0.039	0.993

REGION: LAHAN TANAH LADANG

	Band1	Band2	Band3
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	317	317	317
Area In Hectares	28.528	28.528	28.528
Area In Acres	70.495	70.495	70.495
Minimum	36.000	76.000	26.000
Maximum	75.000	113.000	32.000
Mean	51.521	97.558	29.801
Median	52.000	97.000	30.000
Std. Dev.	5.012	4.771	1.362
Std. Dev. (n-1)	5.020	4.779	1.365
Corr. Eigenval.	1.996	0.755	0.249

Cov. Eigenval.	33.135	16.004	0.759
----------------	--------	--------	-------

Correlation Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	1.000	0.337	0.750
Band2	0.337	1.000	0.363
Band3	0.750	0.363	1.000
Determinant	0.376		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.630	-0.338	-0.699
Band2	0.445	0.895	-0.031
Band3	0.637	-0.291	0.714

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.630	0.445	0.637
Band2	-0.338	0.895	-0.291
Band3	-0.699	-0.031	0.714

Covariance Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	25.200	8.082	5.139
Band2	8.082	22.836	2.368
Band3	5.139	2.368	1.862
Determinant	402.435		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.755	0.626	-0.195
Band2	0.632	-0.774	-0.034
Band3	0.172	0.098	0.980

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.755	0.632	0.172
Band2	0.626	-0.774	0.098
Band3	-0.195	-0.034	0.980

REGION: LAHAN PEMUNGKIMAN 04

	Band1	Band2	Band3
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	63	63	63
Area In Hectares	5.670	5.670	5.670
Area In Acres	14.010	14.010	14.010
Minimum	101.000	69.000	40.000
Maximum	172.000	91.000	67.000
Mean	133.730	77.206	47.556
Median	130.000	76.000	44.000
Std. Dev.	18.294	5.124	7.272
Std. Dev. (n-1)	18.441	5.166	7.330
Corr. Eigenval.	2.126	0.789	0.085
Cov. Eigenval.	389.864	22.799	7.825

Correlation Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	1.000	0.393	0.910
Band2	0.393	1.000	0.304
Band3	0.910	0.304	1.000



Determinant	0.143		
Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.656	-0.225	-0.720
Band2	0.402	0.912	0.081
Band3	0.639	-0.342	0.689
Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.656	0.402	0.639
Band2	-0.225	0.912	-0.342
Band3	-0.720	0.081	0.689
Covariance Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	340.071	37.476	122.991
Band2	37.476	26.683	11.513
Band3	122.991	11.513	53.735
Determinant	69553.126		
Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.933	0.047	0.358
Band2	0.107	-0.983	-0.149
Band3	0.345	0.177	-0.922
Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.933	0.107	0.345
Band2	0.047	-0.983	0.177
Band3	0.358	-0.149	-0.922
REGION: LAHAN BASAH 04			
	Band1	Band2	Band3
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	120	120	120
Area In Hectares	10.799	10.799	10.799
Area In Acres	26.686	26.686	26.686
Minimum	41.000	51.000	25.000
Maximum	83.000	72.000	31.000
Mean	57.267	60.075	27.242
Median	56.000	59.000	27.000
Std. Dev.	9.950	4.678	1.597
Std. Dev. (n-1)	9.992	4.698	1.604
Corr. Eigenval.	2.648	0.248	0.103
Cov. Eigenval.	119.213	4.566	0.707
Correlation Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	1.000	0.870	0.848
Band2	0.870	1.000	0.753
Band3	0.848	0.753	1.000
Determinant	0.068		
Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.593	-0.067	-0.802
Band2	0.572	-0.666	0.479
Band3	0.566	0.743	0.357

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.593	0.572	0.566
Band2	-0.067	-0.666	0.743
Band3	-0.802	0.479	0.357

Covariance Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	99.844	40.845	13.590
Band2	40.845	22.070	5.671
Band3	13.590	5.671	2.571
Determinant	384.908		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.912	0.389	0.129
Band2	0.391	-0.920	0.016
Band3	0.125	0.036	-0.991

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.912	0.391	0.125
Band2	0.389	-0.920	0.036
Band3	0.129	0.016	-0.991

REGION: LAHAN GUNDUL 04

	Band1	Band2	Band3
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	503	503	503
Area In Hectares	45.267	45.267	45.267
Area In Acres	111.858	111.858	111.858
Minimum	60.000	25.000	25.000
Maximum	123.000	59.000	39.000
Mean	84.362	41.117	29.746
Median	81.000	41.000	30.000
Std. Dev.	12.008	5.582	1.867
Std. Dev. (n-1)	12.020	5.587	1.869
Corr. Eigenval.	1.918	0.754	0.328
Cov. Eigenval.	147.964	29.525	1.709

Correlation Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	1.000	0.247	0.525
Band2	0.247	1.000	0.584
Band3	0.525	0.584	1.000
Determinant	0.474		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.521	0.751	0.405
Band2	0.554	-0.658	0.510
Band3	0.650	-0.041	-0.759

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.521	0.554	0.650
Band2	0.751	-0.658	-0.041
Band3	0.405	0.510	-0.759

Covariance Matrix	Band1	Band2	Band3
-------------------	-------	-------	-------

-----	-----	-----	-----
Land1	144.490	16.605	11.795
Band2	16.605	31.215	6.096
Band3	11.795	6.096	3.493
Determinant	7466.852		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.986	0.157	0.062
Band2	0.145	-0.975	0.169
Band3	0.087	-0.157	-0.984

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.986	0.145	0.087
Band2	0.157	-0.975	-0.157
Band3	0.062	0.169	-0.984

REGION: AIR 04

	Band1	Band2	Band3
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	333	333	333
Area In Hectares	29.968	29.968	29.968
Area In Acres	74.053	74.053	74.053

Minimum	0.000	0.000	21.000
Maximum	15.000	26.000	35.000
Mean	1.751	9.060	23.763
Median	1.000	9.000	23.000
Std. Dev.	2.299	3.769	2.200
Std. Dev. (n-1)	2.303	3.775	2.204
Corr. Eigenval.	1.491	0.941	0.568
Cov. Eigenval.	15.652	5.076	3.680

Correlation Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	1.000	0.169	0.087
Band2	0.169	1.000	0.424
Band3	0.087	0.424	1.000
Determinant	0.797		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.349	-0.926	0.145
Band2	0.678	0.142	-0.721
Band3	0.647	0.350	0.678

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.349	0.678	0.647
Band2	-0.926	0.142	0.350
Band3	0.145	-0.721	0.678

Covariance Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	5.302	1.470	0.444
Band2	1.470	14.249	3.523
Band3	0.444	3.523	4.856
Determinant	292.376		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----

Band1	0.147	0.989	-0.031
Band2	0.939	-0.129	0.320
Band3	0.312	-0.076	-0.947

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.147	0.939	0.312
Band2	0.989	-0.129	-0.076
Band3	-0.031	0.320	-0.947

REGION: HUTAN 04

	Band1	Band2	Band3
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	84599	84599	84599
Area In Hectares	7613.469	7613.469	7613.469
Area In Acres	18813.293	18813.293	18813.293
Minimum	13.000	44.000	17.000
Maximum	131.000	182.000	30.000
Mean	35.770	65.460	25.240
Median	36.000	64.000	25.000
Std. Dev.	2.486	4.768	0.961
Std. Dev. (n-1)	2.486	4.769	0.961
Corr. Eigenval.	1.285	1.062	0.653
Cov. Eigenval.	23.400	5.554	0.891

Correlation Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	1.000	0.282	0.085
Band2	0.282	1.000	-0.127
Band3	0.085	-0.127	1.000
Determinant	0.891		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	-0.680	0.366	-0.635
Band2	-0.724	-0.195	0.662
Band3	0.118	0.910	0.398

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	-0.680	-0.724	0.118
Band2	0.366	-0.195	0.910
Band3	-0.635	0.662	0.398

Covariance Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	6.182	3.340	0.204
Band2	3.340	22.739	-0.581
Band3	0.204	-0.581	0.924
Determinant	115.779		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	-0.190	0.980	-0.061
Band2	-0.981	-0.188	0.036
Band3	0.024	0.067	0.997

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	-0.190	-0.981	0.024
Band2	0.980	-0.188	0.067

Band3	-0.061	0.036	0.997
REGION: All			
	Band1	Band2	Band3
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	5633100	5633100	5633100
Area In Hectares	506949.626	506949.626	506949.626
Area In Acres	1252699.900	1252699.900	1252699.900
Minimum	0.000	0.000	0.000
Maximum	255.000	210.000	195.000
Mean	34.300	54.478	22.293
Median	36.000	62.000	24.000
Std. Dev.	19.238	25.229	10.807
Std. Dev. (n-1)	19.238	25.229	10.807
Corr. Eigenval.	2.759	0.149	0.093
Cov. Eigenval.	1039.823	69.046	14.549
Correlation Matrix			
	Band1	Band2	Band3
	-----	-----	-----
Band1	1.000	0.852	0.887
Band2	0.852	1.000	0.899
Band3	0.887	0.899	1.000
Determinant	0.038		
Corr. Eigenvectors			
	PC1	PC2	PC3
	-----	-----	-----
Band1	0.573	0.756	0.316
Band2	0.576	-0.646	0.501
Band3	0.583	-0.105	-0.806
Inv. of Corr. Ev.			
	PC1	PC2	PC3
	-----	-----	-----
Band1	0.573	0.576	0.583
Band2	0.756	-0.646	-0.105
Band3	0.316	0.501	-0.806
Covariance Matrix			
	Band1	Band2	Band3
	-----	-----	-----
Band1	370.100	413.699	184.311
Band2	413.699	636.523	245.153
Band3	184.311	245.153	116.794
Determinant	1044523.785		
Cov. Eigenvectors			
	PC1	PC2	PC3
	-----	-----	-----
Band1	0.560	0.790	0.250
Band2	0.766	-0.609	0.207
Band3	0.315	0.076	-0.946
Inv. of Cov. Ev.			
	PC1	PC2	PC3
	-----	-----	-----
Band1	0.560	0.766	0.315
Band2	0.790	-0.609	0.076
Band3	0.250	0.207	-0.946

STATISTICS FOR DATASET: CROP\_REK\_2000\_OKE.ers  
 REGION: LAHAN PEMUNGKIMAN 04

	Band2 -----	Band4 -----	Band5 -----
Non-Null Cells	427	427	427
Area In Hectares	9.607	9.607	9.607
Area In Acres	23.741	23.741	23.741
Minimum	69.000	58.000	103.000
Maximum	110.000	85.000	164.000
Mean	83.553	69.412	133.475
Median	82.000	69.000	134.000
Std. Dev.	7.311	5.877	11.733
Std. Dev. (n-1)	7.319	5.884	11.747
Corr. Eigenval.	1.754	0.838	0.408
Cov. Eigenval.	159.181	46.087	20.913

Correlation Matrix -----	Band2 -----	Band4 -----	Band5 -----
Band2	1.000	0.431	0.510
Band4	0.431	1.000	0.164
Band5	0.510	0.164	1.000
Determinant	0.600		

Corr. Eigenvectors -----	PC1 -----	PC2 -----	PC3 -----
Band2	0.663	0.046	-0.747
Band4	0.500	-0.770	0.396
Band5	0.557	0.636	0.533

Inv. of Corr. Ev. -----	PC1 -----	PC2 -----	PC3 -----
Band2	0.663	0.500	0.557
Band4	0.046	-0.770	0.636
Band5	-0.747	0.396	0.533

Covariance Matrix -----	Band2 -----	Band4 -----	Band5 -----
Band2	53.572	18.565	43.831
Band4	18.565	34.618	11.367
Band5	43.831	11.367	137.992
Determinant	153425.983		

Cov. Eigenvectors -----	PC1 -----	PC2 -----	PC3 -----
Band2	0.401	-0.645	-0.651
Band4	0.142	-0.658	0.739
Band5	0.905	0.389	0.172

Inv. of Cov. Ev. -----	PC1 -----	PC2 -----	PC3 -----
Band2	0.401	0.142	0.905
Band4	-0.645	-0.658	0.389
Band5	-0.651	0.739	0.172

REGION: PADANG RUMPUT

	Band2 -----	Band4 -----	Band5 -----
Non-Null Cells	247	247	247
Area In Hectares	5.557	5.557	5.557
Area In Acres	13.733	13.733	13.733

Minimum	56.000	39.000	66.000
Maximum	74.000	68.000	91.000
Mean	67.603	49.664	83.247
Median	68.000	50.000	84.000
Std. Dev.	3.335	6.314	4.768
Std. Dev. (n-1)	3.342	6.327	4.778
Corr. Eigenval.	2.258	0.618	0.123
Cov. Eigenval.	56.551	15.463	2.011

Correlation Matrix	Band2	Band4	Band5
-----	-----	-----	-----
Band2	1.000	0.410	0.841
Band4	0.410	1.000	0.611
Band5	0.841	0.611	1.000
Determinant	0.172		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band2	0.588	0.530	0.612
Band4	0.500	-0.832	0.240
Band5	0.636	0.165	-0.754

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band2	0.588	0.500	0.636
Band4	0.530	-0.832	0.165
Band5	0.612	0.240	-0.754

Covariance Matrix	Band2	Band4	Band5
-----	-----	-----	-----
Band2	11.167	8.659	13.432
Band4	8.659	40.029	18.470
Band5	13.432	18.470	22.829
Determinant	1758.241		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band2	0.310	-0.538	-0.783
Band4	0.776	0.619	-0.118
Band5	0.549	-0.571	0.610

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band2	0.310	0.776	0.549
Band4	-0.538	0.619	-0.571
Band5	-0.783	-0.118	0.610

REGION: SAWAH TADAH HUJAN

	Band2	Band4	Band5
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	39	39	39
Area In Hectares	0.877	0.877	0.877
Area In Acres	2.168	2.168	2.168

Minimum	55.000	82.000	95.000
Maximum	58.000	90.000	106.000
Mean	56.385	85.128	99.077
Median	56.000	85.000	98.000
Std. Dev.	0.772	1.651	2.903
Std. Dev. (n-1)	0.782	1.673	2.941
Corr. Eigenval.	1.481	1.077	0.441

Cov. Eigenval.	8.850	2.790	0.422
Correlation Matrix	Band2	Band4	Band5
-----	-----	-----	-----
Band2	1.000	0.464	0.101
Band4	0.464	1.000	-0.221
Band5	0.101	-0.221	1.000
Determinant	0.704		
Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band2	-0.659	0.409	-0.631
Band4	-0.726	-0.129	0.676
Band5	0.195	0.903	0.382
Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band2	-0.659	-0.726	0.195
Band4	0.409	-0.129	0.903
Band5	-0.631	0.676	0.382
Covariance Matrix	Band2	Band4	Band5
-----	-----	-----	-----
Band2	0.611	0.607	0.233
Band4	0.607	2.799	-1.089
Band5	0.233	-1.089	8.652
Determinant	10.428		
Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band2	0.015	-0.281	-0.960
Band4	-0.176	-0.945	0.274
Band5	0.984	-0.164	0.063
Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band2	0.015	-0.176	0.984
Band4	-0.281	-0.945	-0.164
Band5	-0.960	0.274	0.063
REGION: LAHAN BASAH 04			
	Band2	Band4	Band5
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	196	196	196
Area In Hectares	4.410	4.410	4.410
Area In Acres	10.897	10.897	10.897
Minimum	46.000	55.000	52.000
Maximum	54.000	68.000	85.000
Mean	48.296	58.209	58.801
Median	47.000	57.000	54.000
Std. Dev.	2.404	3.991	10.794
Std. Dev. (n-1)	2.410	4.002	10.822
Corr. Eigenval.	2.922	0.063	0.015
Cov. Eigenval.	137.981	0.603	0.352
Correlation Matrix	Band2	Band4	Band5
-----	-----	-----	-----
Band2	1.000	0.938	0.964
Band4	0.938	1.000	0.980
Band5	0.964	0.980	1.000



Determinant	0.003		
Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band2	0.573	0.774	0.267
Band4	0.577	-0.613	0.540
Band5	0.582	-0.155	-0.798
Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band2	0.573	0.577	0.582
Band4	0.774	-0.613	-0.155
Band5	0.267	0.540	-0.798
Covariance Matrix	Band2	Band4	Band5
-----	-----	-----	-----
Band2	5.809	9.051	25.151
Band4	9.051	16.012	42.452
Band5	25.151	42.452	117.114
Determinant	29.298		
Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band2	0.198	0.443	0.874
Band4	0.335	-0.869	0.364
Band5	0.921	0.221	-0.321
Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band2	0.198	0.335	0.921
Band4	0.443	-0.869	0.221
Band5	0.874	0.364	-0.321
REGION: LAHAN TANAH LADANG			
	Band2	Band4	Band5
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	671	671	671
Area In Hectares	15.097	15.097	15.097
Area In Acres	37.307	37.307	37.307
Minimum	47.000	84.000	49.000
Maximum	60.000	126.000	88.000
Mean	53.818	102.791	66.593
Median	54.000	97.000	62.000
Std. Dev.	3.248	13.105	11.651
Std. Dev. (n-1)	3.250	13.115	11.660
Corr. Eigenval.	2.790	0.126	0.084
Cov. Eigenval.	303.001	13.767	1.749
Correlation Matrix	Band2	Band4	Band5
-----	-----	-----	-----
Band2	1.000	0.901	0.874
Band4	0.901	1.000	0.909
Band5	0.874	0.909	1.000
Determinant	0.030		
Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band2	0.574	-0.749	-0.330
Band4	0.582	0.090	0.808
Band5	0.576	0.656	-0.488

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band2	0.574	0.582	0.576
Band4	-0.749	0.090	0.656
Band5	-0.330	0.808	-0.488

Covariance Matrix	Band2	Band4	Band5
Band2	10.564	38.413	33.126
Band4	38.413	172.001	139.064
Band5	33.126	139.064	135.952
Determinant	7294.217		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band2	0.171	-0.038	-0.985
Band4	0.740	-0.654	0.154
Band5	0.650	0.755	0.084

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band2	0.171	0.740	0.650
Band4	-0.038	-0.654	0.755
Band5	-0.985	0.154	0.084

REGION: AIR 04

	Band2	Band4	Band5
Non-Null Cells	4539	4539	4539
Area In Hectares	102.127	102.127	102.127
Area In Acres	252.363	252.363	252.363
Minimum	35.000	14.000	9.000
Maximum	78.000	44.000	40.000
Mean	53.200	23.390	13.658
Median	54.000	24.000	13.000
Std. Dev.	10.366	4.251	2.234
Std. Dev. (n-1)	10.367	4.251	2.235
Corr. Eigenval.	2.071	0.867	0.062
Cov. Eigenval.	122.668	6.527	1.351

Correlation Matrix	Band2	Band4	Band5
Band2	1.000	0.897	0.171
Band4	0.897	1.000	0.434
Band5	0.171	0.434	1.000
Determinant	0.112		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band2	0.629	-0.420	-0.654
Band4	0.680	-0.110	0.725
Band5	0.376	0.901	-0.217

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band2	0.629	0.680	0.376
Band4	-0.420	-0.110	0.901
Band5	-0.654	0.725	-0.217

Covariance Matrix	Band2	Band4	Band5
-------------------	-------	-------	-------

-----	-----	-----	-----
Band2	107.482	39.513	3.963
Band4	39.513	18.071	4.125
Band5	3.963	4.125	4.993
Determinant	1081.900		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band2	0.934	-0.240	-0.264
Band4	0.355	0.533	0.768
Band5	0.044	0.811	-0.583

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band2	0.934	0.355	0.044
Band4	-0.240	0.533	0.811
Band5	-0.264	0.768	-0.583

REGION: LAHAN GUNDUL 04

	Band2	Band4	Band5
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	16276	16276	16276
Area In Hectares	366.210	366.210	366.210
Area In Acres	904.925	904.925	904.925
Minimum	44.000	30.000	61.000
Maximum	59.000	61.000	114.000
Mean	50.798	42.587	87.210
Median	51.000	41.000	88.000
Std. Dev.	2.784	7.088	9.311
Std. Dev. (n-1)	2.784	7.089	9.312
Corr. Eigenval.	1.854	1.008	0.138
Cov. Eigenval.	88.958	53.934	1.811

Correlation Matrix	Band2	Band4	Band5
-----	-----	-----	-----
Band2	1.000	0.688	0.513
Band4	0.688	1.000	-0.008
Band5	0.513	-0.008	1.000
Determinant	0.257		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band2	-0.709	-0.003	0.705
Band4	-0.567	0.597	-0.567
Band5	-0.420	-0.802	-0.425

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band2	-0.709	-0.567	-0.420
Band4	-0.003	0.597	-0.802
Band5	0.705	-0.567	-0.425

Covariance Matrix	Band2	Band4	Band5
-----	-----	-----	-----
Band2	7.749	13.584	13.291
Band4	13.584	50.249	-0.538
Band5	13.291	-0.538	86.704
Determinant	8689.834		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----

Band2	0.169	0.257	-0.951
Band4	0.046	0.962	0.268
Band5	0.985	-0.089	0.151

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band2	0.169	0.046	0.985
Band4	0.257	0.962	-0.089
Band5	-0.951	0.268	0.151

REGION: HUTAN 04

	Band2	Band4	Band5
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	517835	517835	517835
Area In Hectares	11651.287	11651.287	11651.287
Area In Acres	28790.961	28790.961	28790.961
Minimum	42.000	56.000	35.000
Maximum	66.000	82.000	78.000
Mean	45.307	66.521	45.272
Median	45.000	66.000	45.000
Std. Dev.	1.136	2.466	1.703
Std. Dev. (n-1)	1.136	2.466	1.703
Corr. Eigenval.	1.455	0.869	0.676
Cov. Eigenval.	6.578	2.523	1.173

Correlation Matrix	Band2	Band4	Band5
-----	-----	-----	-----
Band2	1.000	0.267	0.131
Band4	0.267	1.000	0.276
Band5	0.131	0.276	1.000
Determinant	0.855		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band2	0.535	-0.723	-0.438
Band4	0.645	0.015	0.764
Band5	0.545	0.691	-0.474

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band2	0.535	0.645	0.545
Band4	-0.723	0.015	0.691
Band5	-0.438	0.764	-0.474

Covariance Matrix	Band2	Band4	Band5
-----	-----	-----	-----
Band2	1.291	0.748	0.253
Band4	0.748	6.082	1.160
Band5	0.253	1.160	2.901
Determinant	19.472		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band2	0.148	0.006	-0.989
Band4	0.940	-0.311	0.138
Band5	0.307	0.950	0.052

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band2	0.148	0.940	0.307
Band4	0.006	-0.311	0.950

Band5	-0.989	0.138	0.052
-------	--------	-------	-------

REGION: All

	Band2	Band4	Band5
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	22532797	22532797	22532797
Area In Hectares	506987.932	506987.932	506987.932
Area In Acres	1252794.559	1252794.559	1252794.559
Minimum	0.000	0.000	0.000
Maximum	233.000	138.000	252.000
Mean	19.738	27.326	21.926
Median	0.000	0.000	0.000
Std. Dev.	24.189	33.580	28.121
Std. Dev. (n-1)	24.189	33.580	28.121
Corr. Eigenval.	2.941	0.048	0.011
Cov. Eigenval.	2452.675	43.168	7.723

Correlation Matrix	Band2	Band4	Band5
-----	-----	-----	-----
Band2	1.000	0.984	0.974
Band4	0.984	1.000	0.954
Band5	0.974	0.954	1.000
Determinant	0.002		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band2	0.581	-0.139	-0.802
Band4	0.577	-0.625	0.526
Band5	0.575	0.768	0.283

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band2	0.581	0.577	0.575
Band4	-0.139	-0.625	0.768
Band5	-0.802	0.526	0.283

Covariance Matrix	Band2	Band4	Band5
-----	-----	-----	-----
Band2	585.131	799.670	662.424
Band4	799.670	1127.616	900.470
Band5	662.424	900.470	790.819
Determinant	817691.057		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band2	0.486	-0.026	-0.874
Band4	0.673	-0.627	0.393
Band5	0.558	0.778	0.288

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band2	0.486	0.673	0.558
Band4	-0.026	-0.627	0.778
Band5	-0.874	0.393	0.288

STATISTICS FOR DATASET: CROP\_REK\_2003\_OKE.ers  
 REGION: PADANG RUMPUT

	Band1	Band2	Band3
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	284	284	284
Area In Hectares	6.390	6.390	6.390
Area In Acres	15.790	15.790	15.790
Minimum	42.000	31.000	42.000
Maximum	74.000	57.000	68.000
Mean	57.863	40.602	53.979
Median	57.000	40.000	53.000
Std. Dev.	6.707	4.687	5.146
Std. Dev. (n-1)	6.718	4.695	5.155
Corr. Eigenval.	2.610	0.254	0.136
Cov. Eigenval.	82.956	6.055	4.739

Correlation Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	1.000	0.807	0.855
Band2	0.807	1.000	0.753
Band3	0.855	0.753	1.000
Determinant	0.090		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.590	0.187	-0.786
Band2	0.565	-0.791	0.236
Band3	0.577	0.583	0.572

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.590	0.565	0.577
Band2	0.187	-0.791	0.583
Band3	-0.786	0.236	0.572

Covariance Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	45.137	25.454	29.598
Band2	25.454	22.043	18.218
Band3	29.598	18.218	26.572
Determinant	2380.704		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.718	-0.196	-0.668
Band2	0.457	0.856	0.240
Band3	0.525	-0.478	0.705

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.718	0.457	0.525
Band2	-0.196	0.856	-0.478
Band3	-0.668	0.240	0.705

REGION: SAWAH TADAH HUJAN

	Band1	Band2	Band3
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	144	144	144
Area In Hectares	3.240	3.240	3.240
Area In Acres	8.006	8.006	8.006

Minimum	60.000	65.000	42.000
Maximum	79.000	88.000	56.000
Mean	70.611	76.674	49.521
Median	71.000	77.000	50.000
Std. Dev.	3.592	5.449	3.087
Std. Dev. (n-1)	3.605	5.468	3.097
Corr. Eigenval.	2.227	0.593	0.180
Cov. Eigenval.	40.525	9.719	2.245

Correlation Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	1.000	0.425	0.615
Band2	0.425	1.000	0.783
Band3	0.615	0.783	1.000
Determinant	0.237		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.516	0.814	0.265
Band2	0.581	-0.560	0.591
Band3	0.629	-0.151	-0.762

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.516	0.581	0.629
Band2	0.814	-0.560	-0.151
Band3	0.265	0.591	-0.762

Covariance Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	12.995	8.383	6.861
Band2	8.383	29.900	13.269
Band3	6.861	13.269	9.594
Determinant	884.252		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.360	0.881	0.308
Band2	0.826	-0.454	0.334
Band3	0.434	0.134	-0.891

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.360	0.826	0.434
Band2	0.881	-0.454	0.134
Band3	0.308	0.334	-0.891

REGION: LAHAN PEMUNGKIMAN 04			
	Band1	Band2	Band3
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	245	245	245
Area In Hectares	5.513	5.513	5.513
Area In Acres	13.622	13.622	13.622
Minimum	45.000	20.000	26.000
Maximum	101.000	61.000	97.000
Mean	73.029	42.837	55.143
Median	74.000	46.000	54.000
Std. Dev.	12.642	11.018	18.148
Std. Dev. (n-1)	12.668	11.040	18.185
Corr. Eigenval.	2.607	0.369	0.023

Cov. Eigenval.	552.278	56.105	4.683
----------------	---------	--------	-------

Correlation Matrix	Band1	Band2	Band3
Band1	1.000	0.765	0.967
Band2	0.765	1.000	0.670
Band3	0.967	0.670	1.000
Determinant	0.022		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band1	0.608	-0.256	-0.752
Band2	0.534	0.832	0.148
Band3	0.588	-0.491	0.643

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band1	0.608	0.534	0.588
Band2	-0.256	0.832	-0.491
Band3	-0.752	0.148	0.643

Covariance Matrix	Band1	Band2	Band3
Band1	160.487	106.931	222.693
Band2	106.931	121.891	134.462
Band3	222.693	134.462	330.689
Determinant	145120.206		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
Band1	0.533	-0.025	-0.846
Band2	0.370	0.906	0.206
Band3	0.761	-0.423	0.492

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
Band1	0.533	0.370	0.761
Band2	-0.025	0.906	-0.423
Band3	-0.846	0.206	0.492

REGION: LAHAN TANAH LADANG

	Band1	Band2	Band3
Non-Null Cells	5552	5552	5552
Area In Hectares	124.920	124.920	124.920
Area In Acres	308.684	308.684	308.684
Minimum	40.000	60.000	35.000
Maximum	57.000	85.000	49.000
Mean	48.234	72.234	42.218
Median	48.000	72.000	42.000
Std. Dev.	2.558	3.396	1.893
Std. Dev. (n-1)	2.558	3.396	1.893
Corr. Eigenval.	2.279	0.591	0.130
Cov. Eigenval.	16.031	5.045	0.584

Correlation Matrix	Band1	Band2	Band3
Band1	1.000	0.423	0.817
Band2	0.423	1.000	0.658
Band3	0.817	0.658	1.000



Determinant	0.175		
Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.576	0.585	0.572
Band2	0.516	-0.802	0.300
Band3	0.634	0.123	-0.764
Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.576	0.516	0.634
Band2	0.585	-0.802	0.123
Band3	0.572	0.300	-0.764
Covariance Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	6.544	3.672	3.958
Band2	3.672	11.533	4.231
Band3	3.958	4.231	3.583
Determinant	47.265		
Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.474	-0.748	-0.466
Band2	0.777	0.604	-0.179
Band3	0.415	-0.277	0.867
Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.474	0.777	0.415
Band2	-0.748	0.604	-0.277
Band3	-0.466	-0.179	0.867
REGION: LAHAN BASAH 04			
	Band1	Band2	Band3
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	3551	3551	3551
Area In Hectares	79.897	79.897	79.897
Area In Acres	197.431	197.431	197.431
Minimum	35.000	47.000	36.000
Maximum	75.000	77.000	58.000
Mean	61.944	62.352	47.968
Median	61.000	63.000	48.000
Std. Dev.	4.013	4.961	3.288
Std. Dev. (n-1)	4.013	4.962	3.288
Corr. Eigenval.	1.964	0.746	0.290
Cov. Eigenval.	37.034	9.086	5.418
Correlation Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	1.000	0.667	0.272
Band2	0.667	1.000	0.479
Band3	0.272	0.479	1.000
Determinant	0.425		
Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.586	-0.545	-0.600
Band2	0.648	-0.130	0.751
Band3	0.487	0.828	-0.277

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.586	0.648	0.487
Band2	-0.545	-0.130	0.828
Band3	-0.600	0.751	-0.277

Covariance Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	16.106	13.289	3.588
Band2	13.289	24.621	7.812
Band3	3.588	7.812	10.811
Determinant	1823.055		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.547	-0.578	-0.606
Band2	0.779	0.086	0.621
Band3	0.307	0.812	-0.497

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.547	0.779	0.307
Band2	-0.578	0.086	0.812
Band3	-0.606	0.621	-0.497

REGION: AIR 04

	Band1	Band2	Band3
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	3427	3427	3427
Area In Hectares	77.108	77.108	77.108
Area In Acres	190.537	190.537	190.537
Minimum	7.000	8.000	18.000
Maximum	30.000	28.000	42.000
Mean	11.208	15.568	31.160
Median	11.000	16.000	33.000
Std. Dev.	2.283	3.042	5.290
Std. Dev. (n-1)	2.284	3.043	5.290
Corr. Eigenval.	2.356	0.558	0.086
Cov. Eigenval.	36.520	5.128	0.814

Correlation Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	1.000	0.746	0.445
Band2	0.746	1.000	0.825
Band3	0.445	0.825	1.000
Determinant	0.113		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.533	-0.756	-0.380
Band2	0.634	0.059	0.771
Band3	0.561	0.652	-0.511

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.533	0.634	0.561
Band2	-0.756	0.059	0.652
Band3	-0.380	0.771	-0.511

Covariance Matrix	Band1	Band2	Band3

-----	-----	-----	-----
Band1	5.215	5.183	5.381
Band2	5.183	9.259	13.281
Band3	5.381	13.281	27.988
Determinant	152.458		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.224	-0.778	-0.587
Band2	0.461	-0.446	0.767
Band3	0.859	0.442	-0.259

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.224	0.461	0.859
Band2	-0.778	-0.446	0.442
Band3	-0.587	0.767	-0.259

REGION: LAHAN GUNDUL 04

	Band1	Band2	Band3
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	44948	44948	44948
Area In Hectares	1011.330	1011.330	1011.330
Area In Acres	2499.051	2499.051	2499.051
Minimum	18.000	13.000	22.000
Maximum	68.000	68.000	59.000
Mean	38.052	22.372	30.993
Median	38.000	21.000	31.000
Std. Dev.	4.954	4.780	3.560
Std. Dev. (n-1)	4.954	4.780	3.560
Corr. Eigenval.	2.482	0.385	0.133
Cov. Eigenval.	49.560	8.309	2.190

Correlation Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	1.000	0.698	0.655
Band2	0.698	1.000	0.865
Band3	0.655	0.865	1.000
Determinant	0.127		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.542	-0.835	0.089
Band2	0.599	0.310	-0.738
Band3	0.589	0.454	0.669

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.542	0.599	0.589
Band2	-0.835	0.310	0.454
Band3	0.089	-0.738	0.669

Covariance Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	24.540	16.522	11.543
Band2	16.522	22.848	14.710
Band3	11.543	14.710	12.671
Determinant	901.894		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----

Band1	0.627	-0.779	0.020
Band2	0.636	0.497	-0.590
Band3	0.450	0.383	0.807

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.627	0.636	0.450
Band2	-0.779	0.497	0.383
Band3	0.020	-0.590	0.807

REGION: HUTAN 04

	Band1	Band2	Band3
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	124546	124546	124546
Area In Hectares	2802.285	2802.285	2802.285
Area In Acres	6924.598	6924.598	6924.598
Minimum	31.000	43.000	29.000
Maximum	60.000	66.000	49.000
Mean	39.856	53.862	39.201
Median	40.000	54.000	39.000
Std. Dev.	2.242	2.846	2.411
Std. Dev. (n-1)	2.242	2.846	2.411
Corr. Eigenval.	2.616	0.200	0.184
Cov. Eigenval.	16.586	1.286	1.066

Correlation Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	1.000	0.808	0.801
Band2	0.808	1.000	0.815
Band3	0.801	0.815	1.000
Determinant	0.096		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.576	-0.788	-0.217
Band2	0.579	0.205	0.789
Band3	0.577	0.580	-0.575

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.576	0.579	0.577
Band2	-0.788	0.205	0.580
Band3	-0.217	0.789	-0.575

Covariance Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	5.026	5.157	4.332
Band2	5.157	8.099	5.591
Band3	4.332	5.591	5.813
Determinant	22.740		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.503	-0.352	-0.789
Band2	0.667	0.738	0.096
Band3	0.549	-0.575	0.607

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.503	0.667	0.549
Band2	-0.352	0.738	-0.575

Band3	-0.789	0.096	0.607
-------	--------	-------	-------

REGION: All

	Band1	Band2	Band3
	-----	-----	-----
Non-Null Cells	22532400	22532400	22532400
Area In Hectares	506979.000	506979.000	506979.000
Area In Acres	1252772.486	1252772.486	1252772.486
Minimum	0.000	0.000	0.000
Maximum	255.000	229.000	255.000
Mean	18.005	21.420	17.458
Median	0.000	0.000	0.000
Std. Dev.	24.425	27.870	23.797
Std. Dev. (n-1)	24.425	27.870	23.797
Corr. Eigenval.	2.929	0.054	0.016
Cov. Eigenval.	1892.288	37.784	9.572

Correlation Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	1.000	0.958	0.983
Band2	0.958	1.000	0.952
Band3	0.983	0.952	1.000
Determinant	0.003		

Corr. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.580	0.336	0.742
Band2	0.574	-0.815	-0.079
Band3	0.579	0.472	-0.665

Inv. of Corr. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.580	0.574	0.579
Band2	0.336	-0.815	0.472
Band3	0.742	-0.079	-0.665

Covariance Matrix	Band1	Band2	Band3
-----	-----	-----	-----
Band1	596.598	652.445	571.521
Band2	652.445	776.727	631.538
Band3	571.521	631.538	566.318
Determinant	684349.440		

Cov. Eigenvectors	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.556	-0.398	-0.730
Band2	0.631	0.773	0.060
Band3	0.540	-0.494	0.681

Inv. of Cov. Ev.	PC1	PC2	PC3
-----	-----	-----	-----
Band1	0.556	0.631	0.540
Band2	-0.398	0.773	-0.494
Band3	-0.730	0.060	0.681