

Karakteristik Pantulan Spektral Tumbuhan Vegetasi Hutan Pada Citra Digital Satelit Landsat-7ETM

(Studi kasus di kawasan Hutan Pendidikan Bengo-Bengo Universitas Hasanuddin
Kecamatan Cenrana Kabupaten Maros Sulawesi Selatan)

ABD.RAHIM
H 211 01 035



UNIVERSITAS HASANUDDIN	
9-4-2007	
Fak. MIPA	
1 (satu) eksemplar	
No. Inventaris	H
No. Inventaris	980/9-4-07
No. Kasus	36918

PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2006

Karakteristik Pantulan Spektral Tumbuhan Vegetasi Hutan Pada Citra Digital Satelit Landsat-7ETM


(Studi kasus di kawasan Hutan Pendidikan Bengo-Bengo Universitas Hasanuddin
Kecamatan Cenrana Kabupaten Maros Sulawesi Selatan)

OLEH:

**ABD. RAHIM
H 211 01 035**

Disetujui Oleh:

Pembimbing Utama



Dr. Syamsir Dewang, M.Sc
NIP : 131/959 059

Pembimbing Pertama



Drs. H. Syamsu Arif, MSi
NIP. 131 876 906

Pada: Senin 12 Juni 2006

INTISARI

Penginderaan jauh untuk studi vegetasi telah dipakai dalam waktu yang cukup lama. Namun, kenyataan menunjukkan bahwa informasi kuantitatif dari vegetasi sangat sulit diperoleh. Hal ini disebabkan oleh ketiadaan instrumen atau peralatan yang memadai untuk melakukan proses kuantifikasi. Data multispektral dirancang untuk mengindera energi dengan spektrum elektromagnetik yang rinci menjadi sejumlah saluran spektrum yang sempit dan saling berdekatan. Pemahaman dari karakteristik pantulan spektral ini, memungkinkan untuk melakukan estimasi dalam inventarisasi secara tidak langsung kawasan hutan tentang jenis-jenis vegetasi yang berada dalam cakupan yang terindera oleh penginderaan jauh. Sehingga zonasi dan klasifikasi vegetasi hutan dapat dilakukan dengan mudah yakni waktu, tenaga dan biaya operasional tidak terlampau besar. Informasi ini akan memungkinkan pemahaman karakteristik dari komposisi jenis vegetasi terhadap sistem penginderaan jauh Landsat-7ETM. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini dengan metode pengkajian pada saluran tunggal dan hasil transformasi indeks vegetasi citra data digital Landsat 7ETM. Hasil analisis terhadap nilai kisaran dan rerata pantulan spektral dan transformasi indeks vegetasi menunjukkan bahwa saluran TM 4, sumbu transformasi *Greenness* (GI), dan sumbu transformasi *Wetness* (WI) merupakan saluran yang mempunyai kemampuan terbesar dalam membedakan jenis vegetasi hutan tanaman.

Kata kunci : Pantulan Spektral, Saluran TM tunggal, Transformasi indeks vegetasi

ABSTRAC

Remote sensing for the study of vegetation have been used for a long time. But, fact indicate that quantitative information of vegetation is very difficult to obtained. It happens because there are no adequate equipments or instrument to have quantification process. Multispectral data are designed for sensing the energy with detailed electromagnetic spectrum to become a number of tight spectrum channel and each other to bunching up. The understanding of bound characteristic of this spectral, can be used to estimate in stocktaking indirectly collected information of forest area, about the type of vegetation which is placed in remote sensing covered. So that classification and zone of forest vegetation can be easy done in low cost of time, skill and operating. This information will enable the understanding of characteristic of vegetation type composition from system Landsat-7ETM remote sensing. The result of this research are obtained from a single channel study method and transformation vegetation index result of Landsat-7ETM digital image data. Result of analysis to gyration value and bound spectral average and of transformation vegetation index indicate that channel of TM 4, Greenness(GI) transformation tinder, and Wetness (WI) transformation tinder are powerful channels in differentiating the type of vegetation crop forest.

Keyword : Bound of Spectral, Channel of TM single, Transformation vegetation index



KATA PENGANTAR



Assalamu Alikum Warahmatullahi Wabarakatu.

Puji syukur tercurahkan kehadiran Allah SWT atas berkat Rahmat, Hidayah dan Inayah-Nya untuk mengetahui dan memahami sistem yang Ia ciptakan di semesta ruang dan waktu. Dan tak lupa pula penulis curahkan Salam dan Taslim atas Junjungan Yang Mulia Nabi Besar Muhammad SAW yang telah membawa Kebenaran, Kebahagiaan dan Ketenangan dan mengantar kita ke jalan pencapaian manusia paripurna.

Syurkur Alhamdulillah atas Kehendak-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi penelitian ini sebagai tugas akhir untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin dengan judul "Karakteristik Pantulan Spektral Tumbuhan Vegetasi Hutan Pada Citra Digital Satelit Landsat-7ETM (Studi kasus di kawasan Hutan Pendidikan Bengo-Bengo Universitas Hasanuddin Kecamatan Cenrana Kabupaten Maros Sulawesi Selatan)".



Dengan segenap jiwa dan kerendahan hati penulis tuturkan hormat kepada Almarhuma Ayahanda “ *H. Abdul. Rahman Dg Sibali* “ dan Ibunda “*Rohani Dg Nurung*“ yang selalu mendoakan, memberikan dukungan, pengorbanan dan kasih sayang sepanjang masa yang sangat berarti bagi penulis, kepada beliau skripsi ini penulis persembahkan. Kepada Adik-adikku yang tesayang *Ahmad*, dan *Fitriwati* terima kasih atas bantuan, dukungannya, saran dan perhatiannya. Kepada Kakanda *H.Dg.Situru*, *Dg.Manggata*, *H.Dg.Caya*, dan *H.Dg.Manessa* terima kasih atas dukungan, bantuan dan nasehatnya. Terima Kasih Keluargaku.

Teruntuk yang terkasih *Raodah*, terima kasih dan sayang penulis ucapkan atas perhatiannya yang telah membantu penulis memahami arti dari harapan, pengorbanan dan kasih sayang, dan terima kasih pula atas pengorbanan serta dukungannya, yang tak dapat penulis lupakan hingga akhir hayat dan kehidupan selanjutnya. *Thanks Honey...*

Penghargaan dan rasa terima kasih kepada Bapak *Dr. Syamsir Dewang, M.Sc* selaku pembimbing utama dan Bapak *Drs. H. Syamsu Arif, MSI* selaku pembimbing pertama yang telah meluangkan banyak waktu, energi untuk membimbing penulis sehingga berbagai kendala dalam penelitian ini dapat teratasi dan terselesaikan

Penulis tak lupa mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Bapak Pembantu Dekan 1 Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin dan juga beserta seluruh pegawai dan para staf di lingkungan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Makassar.

2. Ibu **DR. Sri Suryani DEA**, selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Makassar.
3. Bapak **Dr. Syamsir Dewang, M.Sc** , selaku Sekretaris Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Makassar.
4. Bapak **Ir. Widji Edioloeigito, MT** , selaku Penasehat Akademik yang senang tiasa memperhatikan anak didiknya.
5. Bapak **Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, MEng, Dr. Amiruddin, MSi, Drs. Paharuddin, MSi**, selaku penguji. Terimah kasih penulis ucapkankan atas segala kritik dan sarannya untuk perbaikan dalam penyelesaian sripsi ini.
6. Seluruh Staf Jurusan Fisika dan Akademik (**P' Aji, P' Pet, P' Latif dan bu Mer**). Terimah kasih jika telah direpotkan oleh penulis dengan segala hal yang berhubungan dengan seminar dan sebagainya.
7. **Bapak H. Abdul Gani Rahim**, selaku pembimbing dan guru yang selalu mendoakan muridnya agar dapat selamat dalam perjalanan kehidupan ini dan kehidupan selanjutnya. Terima kasih Atas Do'anya.
8. Teman-teman seangkatanku 01, **Haeruddin, Ardiansya, Elfia Razak, Arniati, Indrawari Lallo** (akhirnya kita dapat juga yah menyelesaikannya bersamaan di bulan 6-2006). **Syarif, Marwan, Alim, Oca, Yosep** (cepat moko juga selesaikanki tugas akhirmu coy), **Amelia** (wah.. wah.. paniknya mo saja coy). **Habibi** (bagaimana bisnisnya coy, tapi yang penting selesaikanmi dulu sarjananya baru nikah toh) **Taufiq Hiolah** (jasmu sempitki ces, bagaimana dengan dunia gaibnya coy, kau juga cepatlah selesai lalu bisnis coy),

Zulkarnain, Ramlan , Mufli, Achank, Itchank, Edi, Hasry, Arif, Desnat,
(cepat moko juga supaya hilang pusingmu dan bikin pusing yang baru coy)
dan untuk semua ceweknya semoga cepat dilamar (heh2 hemn ☺ Amin).

9. Adik juniorku. (Kalo masuk Lab. perhatikan dengan baik coy. Karena kalo diluar susah mo belajar begitu lagi).
10. Kawanku di Almarkaz, *Acham, Basri, Erwin, Yusri, Iwan* (kapan neh lepas bujangnya), *Bang Ardhi, Bang Tamar* (semoga berhasil mengkader neh).
11. Teman di Cakalang *Itchank* (beritahu saya kalo berkurangmi battalamu), *Iwan, Gafur, Bastian* (kapan neh tour sulel dan bagaimana kalo celebes).
12. Teman ku di Enerati, *K' Iksan, Arif, Arina, Takdir, Bang Abrar* (bagaimana neh dengan latihanya).
13. Tak Lupa untuk seluru kru anak pondokan *Baronang 43 , Moh Akib* (jangan selalu tidur tapi kuliannya coy), *Jund* (bagaimana TA mu coy kapan pi selesai juga), *Tio* (sepertinya suaramu sudah mulai bagus seperti suaranya Dani Dewa), *Asep* (sepertinya menyusul wisuda berikutnya neh). *Uchu* (na lumbaimiki Wisuda). Dan untuk kru semuanya, yang penting konser nya enda bikin orang bangun tengah malam coy.



Semoga Allah SWT memberikan pahala dari sisinya berlipat ganda dan meridhoi cita-cita kita yang tulus dan baik kepada kita semua. Amin.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, Oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun dari pembaca senantiasa penulis harapkan.

Semoga karya ilmiah yang sederhana ini bernilai ibadah di sisi Allah SWT dan bermamfaat bagi penulis dan para pembaca. Amin.

Wassalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatu.



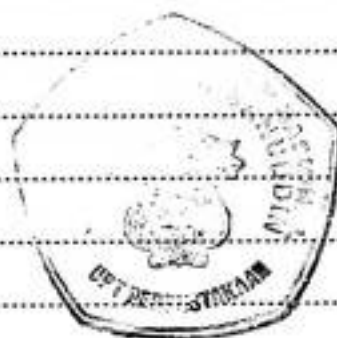
Makassar, 12 Juni 2006

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
INTISARI.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB.I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Ruang Lingkup.....	4
I.3 Tujuan.....	4
BAB.II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
II.1 Profil Umum Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin di Bengo-bengo.....	5
II.1.1 Keadaan fisik.....	5
II.1.2 Keadaan Biotis.....	6
II.2 Konsep Pengindraan Jauh.....	8
II.2.1 Sumber Tenaga.....	9
II.2.2 Interaksi antara Tenaga di dalam Atmosfer.....	15
II.2.3 Interaksi antara Tenaga dan Obyek.....	17
II.2.4 Pantulan Spektral.....	19
II.2.5 Pola Tanggapan Spektral.....	20

II.2.6	Perolehan dan Interpretasi Citra.....	22
II.2.7	Data Rujukan.....	23
II.3	Konsep Pengelolaan Data Citra.....	23
II.3.1	Citra Digital.....	24
II.3.2	Penyimpanan Citra Digital.....	26
II.3.3	Pengenalan Pola Spektral.....	28
II.3.4	Indeks Vegetasi.....	30
II.3.5	Karakteristik Satelit Landsat.....	33
II.3.6	Koreksi Data Landsat.....	37
BAB. III	METODOLOGI PENELITIAN.....	38
III.1	Alat dan Bahan Penelitian.....	38
III.1.1	Alat Penelitian.....	38
III.1.2	Bahan Penelitian.....	38
III.2	Metodologi.....	39
III.2.1	Persiapan.....	39
III.2.2	Pelaksanaan.....	40
III.2.3	Penyelesaian.....	48
III.3	Bagan Alur Penelitian.....	50
BAB. IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	51
IV.1	Hasil Penelitian.....	51
IV.1.1	Koreksi Radiometrik.....	51
IV.1.2	Penajaman Kontras.....	53
IV.1.3	Koreksi Geometrik.....	54
IV.1.4	Citra Komposit Warna Semu dan Pemotongan Citra Daerah Penelitian.....	55
IV.1.5	Klasifikasi.....	57
IV.1.6	Uji Ketelitian Hasil Interpretasi.....	57
IV.1.7	Pantulan Spektral Tumbuhan Hutan Tanaman.....	59
IV.1.8	Transformasi Indeks Vegetasi.....	59



IV.2 Pembahasan.....	62
IV.2.1 Kurva Pantulan Spektral	
Tumbuhan Hutan Tanaman.....	62
IV.2.2 Pembedaan Vegetasi Hutan Tanaman	
Pada Saluran Tunggal.....	64
IV.2.2.1 Saluran TM1.....	64
IV.2.2.2 Saluran TM2.....	66
IV.2.2.3 Saluran TM3.....	67
IV.2.2.4 Saluran TM4.....	69
IV.2.2.5 Saluran TM5.....	70
IV.2.2.6 Saluran TM7.....	71
IV.2.3 Transformasi Indeks Vegetasi.....	73
IV.2.3.1 Transformasi RVI	73
IV.2.3.2 Transformasi NDVI.....	74
IV.2.3.3 Transformasi TVI.....	76
IV.2.3.4 Transformasi BI.....	77
IV.2.3.5 Transformasi GI.....	78
IV.2.3.6 Transformasi WI.....	80
IV.2.4 Saluran Spektral Terbaik Untuk Pembedaan	
Jenis Vegetasi Hutan Tanaman Bengo-Bengo.....	81
IV.2.5 Klasifikasi Vegetasi Hutan Tanaman Areal Hutan	
Pendidikan Universitas Hasanuddin di Bengo-Bengo.....	84
BAB.V KESIMPULAN DAN SARAN.....	88
V.1 Kesimpulan.....	88
V.2 Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA.....	91
LAMPIRAN I.....	93
LAMPIRAN II.....	99
LAMPIRAN III.....	103

LAMPIRAN IV.....	109
LAMPIRAN V.....	113
LAMPIRAN VI.....	117
LAMPIRAN VII.....	121
LAMPIRAN VIII.....	128
LAMPIRAN IX.....	132



DAFTAR TABEL



Tabel 2.1	Karakteristik dan Kegunaan Kanal Landsat 5.....	36
Tabel 4.1	Nilai bias koreksi radiometrik.....	52
Tabel 4.2	Matriks uji ketelitian Interpretasi.....	58
Tabel 4.3	Kisaran pantulan spektral tumbuhan hutan tanaman.....	60
Tabel 4.4	Kisaran nilai indeks vegetasi tumbuhan hutan tanaman.....	61
Tabel 4.5	Kemampuan pembedaan vegetasi Hutan tanaman Bengo-bengo pada saluran TM1.....	65
Tabel 4.6	Kemampuan pembedaan vegetasi Hutan tanaman Bengo-bengo pada saluran TM2.....	67
Tabel 4.7	Kemampuan pembedaan vegetasi Hutan tanaman Bengo-bengo pada saluran TM3.....	68
Tabel 4.8	Kemampuan pembedaan vegetasi Hutan tanaman Bengo-bengo pada saluran TM4.....	70
Tabel 4.9	Kemampuan pembedaan vegetasi Hutan tanaman Bengo-bengo pada saluran TM5.....	71
Tabel 4.10	Kemampuan pembedaan vegetasi Hutan tanaman Bengo-bengo pada saluran TM7.....	72
Tabel 4.11	Kemampuan pembedaan vegetasi Hutan tanaman Bengo-bengo pada transformasi indeks vegetasi RVI.....	74
Tabel 4.12	Kemampuan pembedaan vegetasi Hutan tanaman Bengo-bengo pada transformasi indeks vegetasi NDVI.....	75
Tabel 4.13	Kemampuan pembedaan vegetasi Hutan tanaman Bengo-bengo pada transformasi indeks vegetasi TVI.....	77

Tabel 4.14 Kemampuan pembedaan vegetasi Hutan tanaman Bengo-bengo pada transformasi indeks vegetasi BI.....	78
Tabel 4.15 Kemampuan pembedaan vegetasi Hutan tanaman Bengo-bengo pada transformasi indeks vegetasi GI.....	79
Tabel 4.16 Kemampuan pembedaan vegetasi Hutan tanaman Bengo-bengo pada transformasi indeks vegetasi WI.....	81
Tabel 4.17 Tingkat kemampuan saluran-saluran untuk pembedaan vegetasi Hutan tanaman Bengo-bengo.....	82
Tabel 4.18 Luasan klas hasil klasifikasi vegetasi Hutan Tanaman area Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin.....	84

DAFTAR GAMBAR



Gambar 2.1	Peta Penyebaran Hutan Tanaman pada area Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin di Bengo-bengo Kabupaten Maros Sulawesi Selatan Selatan. ^[2]	7
Gambar 2.2.	Sistem Penginderaan Jauh. ^[4]	9
Gambar 2.3	Distribusi Spektral tenaga yang dipancarkan dari benda hitam (<i>black body</i>) pada berbagai suhu. ^[4]	13
Gambar 2.4	Spektrum elektromagnetik yang digunakan dalam penginderaan jauh. ^[6]	14
Gambar 2.5	Kurva pantulan spektral yang mencirikan untuk obyek vegetasi tanah, dan air. ^[3]	20
Gambar 2.6	Ruang Spektral dan Ruang Spasial. ^[6]	26
Gambar 2.7	Proses pengenalan pola spektral yang khas. ^[3]	30
Gambar 2.8	Satelit Landsat-7ETM. ^[6]	37
Gambar 3.1	Penyesuaian Histogram untuk koreksi Radiometrik.....	41
Gambar 3.2	Perubahan Histogram pada Perentangan Kontras.....	44
Gambar 3.3	Bagan Alur Penelitian.....	50
Gambar 4.1	Histogram distrubusi frekwensi nilai piksel pada saluran TM1	52
Gambar 4.2	Interpretasi visual citra saluran TM1.....	53
Gambar 4.3	Interpretasi visual citra saluran TM1 setelah penajaman kontras.....	54
Gambar 4.4	Sebaran titik kontrol koreksi geometri.....	55
Gambar 4.5	Bagian citra yang dipotong.....	56
Gambar 4.6	Kurva pantulan spkctral tumbuhan hutan tanaman Bengo-bengo.....	62
Gambar 4.7	Grafik Kisaran Nilai pantulan spektra saluran TM1.....	65
	untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus.	

Gambar 4.8	Grafik Kisaran Nilai pantulan spektra saluran TM266 untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus.
Gambar 4.9	Grafik Kisaran Nilai pantulan spektra saluran TM3.....68 untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus.
Gambar 4.10	Grafik Kisaran Nilai pantulan spektra saluran TM4.....69 untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus.
Gambar 4.11	Grafik Kisaran Nilai pantulan spektra saluran TM5.....70 untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus.
Gambar 4.12	Grafik Kisaran Nilai pantulan spektra saluran TM7.....72 untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus.
Gambar 4.13	Grafik Kisaran Nilai indeks vegetasi transformasi RVI untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus.74
Gambar 4.14	Grafik Kisaran Nilai indeks vegetasi transformasi NDVI untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus.....75
Gambar 4.15	Grafik Kisaran Nilai indeks vegetasi transformasi TVI untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus.....76
Gambar 4.16	Grafik Kisaran Nilai indeks vegetasi transformasi BI untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus.....78
Gambar 4.17	Grafik Kisaran Nilai indeks vegetasi transformasi GI untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus.....79
Gambar 4.18	Grafik Kisaran Nilai indeks vegetasi transformasi WI untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus.....80
Gambar 4.19	Citra komposit RGB GI – TM4 – WI Area liputan.....85
Gambar 4.20	Interpretasi Visual 3 dimensi Citra komposit RGB GI – TM4 – WI Area liputan Hutan Pendidikan.....86
Gambar 4.21	Citra Hasil Klasifikas Multispektral Maximum Likelihood untuk vegetasi hutan tanaman Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin di Bengo-bengo.....87

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I.1	Peta Administrasi Kabupaten Maros.....	94
Lampiran I.2	Citra Kabupaten Maros.....	95
Lampiran I.3	Citra Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin di Bengo-bego Kabupaten Maros.....	96
Lampiran I.4	Peta Liputan Vegetasi.....	97
Lampiran I.5	Citra Liputan Vegetasi.....	98
Lampiran II.1	Histogram citra.....	100
Lampiran II.2	Histogram citra setelah dikoreksi radiometrik.....	101
Lampiran II.3	Histogram citra setelah penajaman kontras.....	102
Lampiran III.1	Tabel Laporan Statistik citra saluran TM1, TM2, TM3, TM4, TM5, dan TM7.....	104
Lampiran III.2	Tabel Laporan Statistik citra saluran TM1, TM2, TM3, TM4, TM5, dan TM7 Setelah terkoreksi radiometrik.....	105
Lampiran III.3	Tabel Laporan Statistik citra saluran TM1, TM2, TM3, TM4, TM5, dan TM7 Setelah penajaman kontras.....	106
Lampiran III.4	Laporan koreksi geometrik citra.....	107
Lampiran IV.1	Interpretasi Visual Citra.....	110
Lampiran IV.2.	Interpretasi visual citra setelah koreksi radiometrik.....	111
Lampiran IV.3	Interpretasi visual citra setelah penajaman kontras.....	112
Lampiran V.1	Citra Komposit RGB 321.....	114
Lampiran V.2	Citra Komposit RGB 452.....	115
Lampiran V.3	Citra Komposit RGB 542.....	116

Lampiran VI.1	Citra Hasil Klasifikas Multispektral Maximum Likelihood.....	118
Lampiran VI.1	Citra Hasil Klasifikas Multispektral Maximum Likelihood area liputan	119
Lampiran VI.3	Sebaran Titik uji ketelitian interpretasi.....	120
Lampiran VII.1	Citra indeks vegetasi RVI.....	122
Lampiran VII.2	Citra indeks vegetasi NDVI.....	123
Lampiran VII.3	Citra indeks vegetasi TVI.....	124
Lampiran VII.4	Citra Transformasi Tasseled-Cad Brightness (BI).....	125
Lampiran VII.5	Citra Transformasi Tasseled-Cad Greeness (GI).....	126
Lampiran VII.6	Citra Transformasi Tasseled-Cad Wetness (WI).....	127
Lampiran VIII.1	Laporan statistik penyadapan spektral saluran tunggal untuk vegetasi Akasia.....	129
Lampiran VIII.2	Laporan statistik penyadapan spektral saluran tunggal untuk vegetasi Mahoni.....	129
Lampiran VIII.3	Laporan statistik penyadapan spektral saluran tunggal untuk vegetasi Pinus.....	130
Lampiran VIII.4	Laporan statistik penyadapan spektral transformasi indeks vegetasi untuk vegetasi Akasia.....	130
Lampiran VIII.5	Laporan statistik penyadapan spektral transformasi indeks vegetasi untuk vegetasi Mahoni.....	131
Lampiran VIII.6	Laporan statistik penyadapan spektral spektral transformasi indeks vegetasi untuk vegetasi Pinus.....	131
Lampiran IX.1	Persentase pantulan spektral sampel vegetasi Akasi setiap saluran.....	133

Lampiran IX.2	Persentase pantulan spektral sampel vegetasi Mahoni setiap saluran.....	135
Lampiran IX.3	Persentase pantulan spektral sampel vegetasi Pinus setiap saluran.....	136
Lampiran IX.4	Persentase nilai indeks vegetasi sampel vegetasi Akasia.....	138
Lampiran IX.5	Persentase nilai indeks vegetasi sampel vegetasi Mahoni.....	140
Lampiran IX.6	Persentase nilai indeks vegetasi sampel vegetasi Pinus.....	141



BAB I

PENDAHULUAN



I.1 Latar Belakang.

Sumber daya alam merupakan andalan modal pembangunan di Indonesia karena relatif mudah untuk mendapatkannya. Untuk memanfaatkan sumberdaya alam yang melimpah hanya dibutuhkan tenaga, sarana prasarana dan keahlian yang memadai.

Hutan dengan flora fauna di dalamnya merupakan contoh sumberdaya alam yang dapat diperbaharui. Sumberdaya alam ini dapat melakukan regenerasi sendiri maupun dengan bantuan manusia. Karena ketersediaan yang melimpah, sumberdaya alam mendapatkan tekanan yang hebat dari manusia yang melakukan eksploitasi berlebihan. Walaupun dapat diperbaharui, sumberdaya alam memiliki keterbatasan dalam memperbaharui sendiri sehingga jika terus mendapatkan tekanan berlebihan dapat menyebabkan kerusakan bahkan kepunahan sumberdaya alam hutan.

Sumberdaya hutan yang terbatas kemampuannya dalam menyediakan manfaat bagi manusia harus dikelola dengan bijaksana. Pemanfaatan sumberdaya hutan perlu dikelola dengan terencana dan berkelanjutan.

Perencanaan pengelolaan hutan yang dapat diterapkan dan menjamin kelestarian harus berdasarkan pada informasi dan data yang akurat dan dapat dipercaya serta harus selalu diperbaharui.

Data tersebut diperoleh dengan melakukan inventarisasi baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung artinya surveyor langsung terjun ke lapangan untuk mendata sumberdaya hutan, sedangkan secara tidak langsung surveyor menggunakan alat bantu untuk menginventarisir sumberdaya hutan atau yang disebut dengan metode penginderaan jauh atau tanpa kontak langsung dengan objek.

Data satelit penginderaan jauh sangat berpotensi untuk dipergunakan dalam kajian kondisi hutan dan perkebunan, karena data penginderaan jauh informasinya terbaru dan akurat serta cakupannya luas.

Penginderaan jauh atau *remote sensing* baik manual maupun digital telah lama dikembangkan dan banyak diterapkan dalam bidang geografi terutama untuk pembangunan fisik dan sumberdaya alam bagi suatu wilayah yang berkesinambungan dan berwawasan lingkungan. Kegunaan teknik penginderaan jauh ini sangat terasa mamfaatnya bagi daerah-daerah yang lokasi sulit untuk dijelajahi. Dengan penghematan waktu, tenaga dan biaya bagi obyek-obyek yang ada dipermukaan bumi, akan dapat dikenali secara baik.

Penginderaan jauh untuk studi vegetasi telah dipakai dalam waktu yang cukup lama. Namun, kenyataan menunjukkan bahwa informasi kuantitatif dari vegetasi sangat sulit diperoleh. Hal ini disebabkan oleh ketiadaan instrumen atau peralatan yang memadai untuk melakukan proses kuantifikasi. ^[1]

Data citra multispektral merupakan sebagian dari jawaban atas permasalahan di atas. Di mana data multispektral ini dirancang untuk mengindera energi dengan



spektrum elektromagnetik yang rinci menjadi sejumlah saluran spektrum yang sempit dan saling berdekatan secara bersama-sama yang berkisar dari panjang gelombang ultraviolet hingga saluran tampak, inframerah pantulan, dan inframerah termal yang mempunyai karakteristik yang berbeda.

Data multispektral, obyek lebih mudah dikenali di sebabkan karena pada spektrum elektromagnetik yang sempit tertentu maka karakteristik obyek sering lebih menonjol bedanya terhadap karakteristik spektral obyek pada saluran sempit lainnya maupun spektrum lebar.

Sampling data multispektral dilakukan dengan jarak spektral yang rapat dengan jumlah band yang cukup memadai untuk membentuk sebuah profil spektral secara detail. Dengan demikian, analisis data dapat dilakukan pada setiap pixel, dengan pertimbangan bahwa pixel tersebut merepresentasikan detail spektrum dari obyek. Sehingga informasi ini merupakan pemahaman dari karakteristik pantulan spektral dari masing-masing obyek yang terindra. Di samping itu, resolusi spektral yang tinggi memungkinkan identifikasi langsung dari materi secara individu berdasarkan karakteristik spektralnya.

Pemahaman dari karakteristik pantulan spektral ini, memungkinkan untuk melakukan estimasi dalam inventarisasi secara tidak langsung kawasan hutan tentang jenis-jenis varietes vegetatif yang berada dalam cakupan yang terindra oleh penginderaan jauh. Sehingga zonasi dan klasifikasi vegetasi hutan dapat dilakukan dengan mudah yakni waktu, tenaga dan biaya operasional tidak terlampau besar.

I.2 Ruang Lingkup.

Citra digital yang akan digunakan yaitu data citra digital Landsat-7ETM tahun 2002 pada area liputan yang akan dikelola dengan perangkat lunak penginderaan jauh dan sistem informasi geografis. Sebelum mendapatkan informasi spasial (citra) maka terlebih dahulu dilakukan koreksi radiometrik, koreksi geometrik, penajaman citra, komposit citra, interpretasi untuk melakukan klasifikasi warna, bentuk dan tekstur vegetasi hutan dan sebarannya, kemudian melakukan penyesuaian nilai pantulan spektral dari setiap piksel pada citra area liputan dengan merujuk pada referensi data sampel di lapangan untuk mengenal karakteristik pantulannya.

I.3 Tujuan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pola karakteristik pantulan spektral dari vegetasi hutan tanaman areal kawasan Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin di Kecamatan Cenrana Kabupaten Maros Sulawesi Selatan. Informasi ini akan memungkinkan pemahaman karakteristik dari komposisi jenis vegetasi terhadap sistem penginderaan jauh Landsat-7ETM.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA



II.1 Profil Umum Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin di Bengo-bengo.

II.1.1 Keadaan Fisik.

Kawasan Hutan Bengo-bengo terletak di jalan poros Makassar-Bone dengan jarak \pm 65 Km dari pusat ibu kota provinsi Sulawesi Selatan, Makassar atau sekitar 34 Km dari pusat ibu kota Maros. Kawasan Hutan pendidikan Bengo-bengo (Hutan Pendidikan Bengo-bengo selanjutnya disingkat Hutan) terletak pada posisi $119^{\circ} 44' 34'' - 119^{\circ} 46' 17''$ Bujur Timur dan $04^{\circ} 58' 7'' - 05^{\circ} 00' 30''$ Lintang Selatan dengan ketinggian 300 – 1000 meter dpl. ^[2]

Luas kawasan Hutan adalah 1300 Ha dengan pembagian wilayah yaitu blok dan petak. Pembagian hutan ke dalam blok dilakukan berdasarkan topografinya dan keadaan wilayah hutan itu sendiri. Sedangkan petak merupakan bagian blok yang dibagi. Dan petak dibagi lagi kedalam anak petak berdasarkan jenis tanaman, umur kerapatan tegakan, tanah kosong, hutan alam, batu cadas dan lain-lain. ^[2]

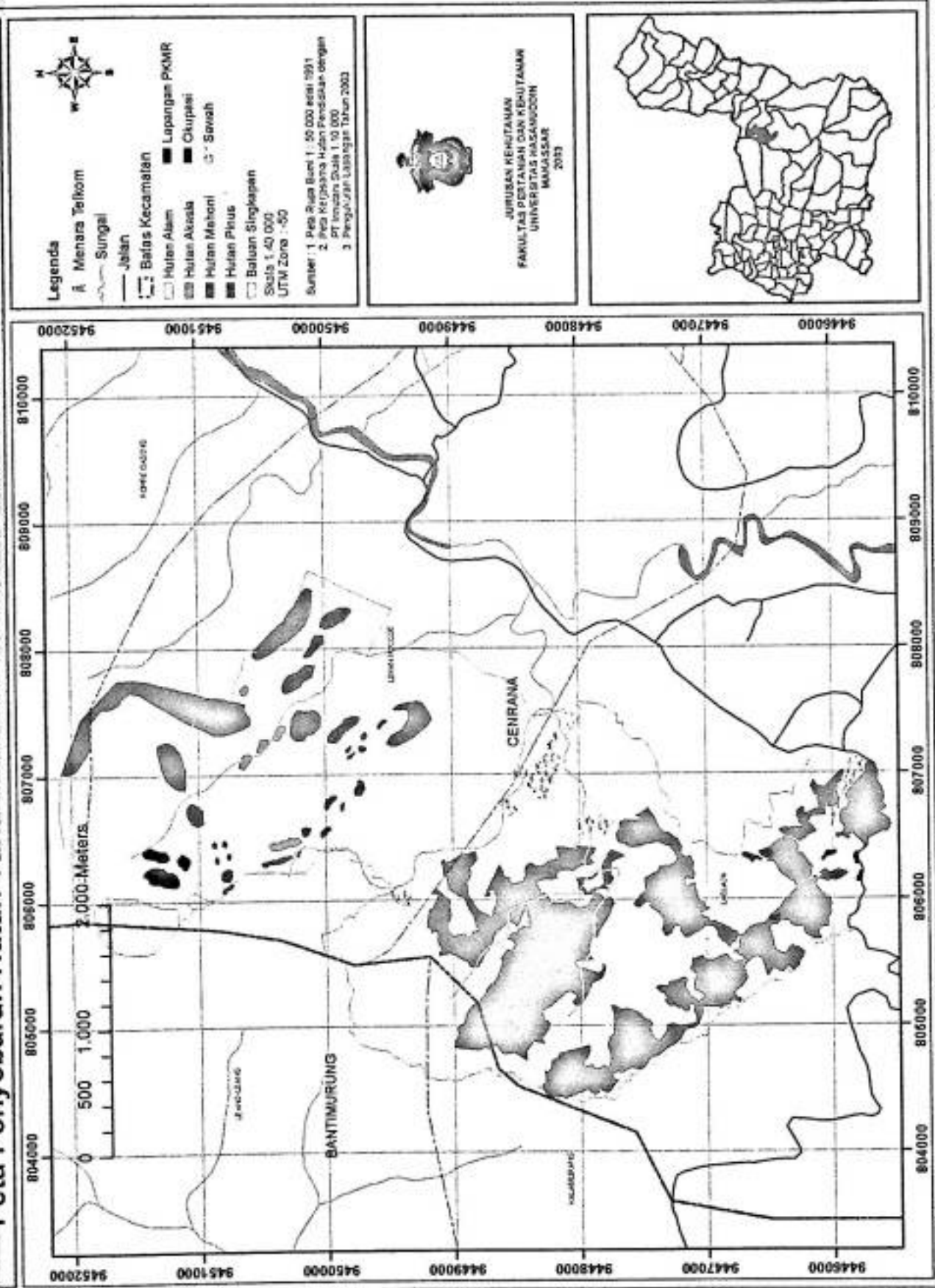
Pada umumnya kawasan Hutan merupakan daerah bergelombang sampai bergunung. Berdasarkan peta topografi, keadaan Hutan mempunyai tingkat kemiringan lereng berkisar $<3\%$ untuk daerah datar, untuk daerah landai sampai berombak berkisar $3\% - 8\%$, daerah berbukit berkisar $8\% - 25\%$ dan daerah

bergunung berhingga >25%. Menurut LPT Bogor (1967), keadaan Geologi kawasan Hutan sebagian besar terdiri dari bahan induk tuff, batuan vulkan alkali dan bahan induk batu gamping. Sungai yang mengalir dalam kawasan Hutan merupakan anak-anak sungai dari sungai Walanae. Iklim kawasan Hutan berdasarkan data stasiun klimatologi kelas I Maros menurut klasifikasi iklim Schmidt dan Ferguson merupakan tipe iklim D dengan nilai Q rasio berkisar antara 60 – 100 %.^[2]

II.1.2 Keadaan Biotis.

Reboisasi wilayah Hutan dilakukan pada tahun 1970/1971 dengan menanam jenis *Pinus merkusii* dan *Acasia auriliformis*. Sebelum adanya proyek reboisasi di wilayah hutan ini telah ditanam *Pinus merkusii* seluas 18 Ha pada tahun 1968 dan 12 Ha pada tahun 1965/1966. Selain itu ditanam *Swietenia mahogany* seluas 5 Ha pada tahun 1951/1952. Hutan tanaman reboisasi tahun 1970/1971 sampai 1974/1975 terdiri dari *Pinus merkusii* seluas 407 Ha, *Acasia auriliformis* seluas 407 Ha dan *Swietenia mahogany* seluas 235,5 Ha.^[2]

Hutan alam sebagian besar terdapat pada bagian selatan dan barat Hutan Pendidikan dan selebihnya tersebar pada bagian tengah dan utara. Luas seluruh hutan alam 512 Ha yang berarti \pm 40% dari luas Hutan Pendidikan. Jenis yang banyak dijumpai dalam hutan alam adalah Kemiri yang banyak terdapat di daerah lembah. Selain itu masih banyak dijumpai jenis lain seperti: Mangga, Lento-lento, Jambujambuan, Ficus, dan beberapa jenis dari famili Moraceae, Dipterocarpaceae dan lain-lain.^[2]



Gambar 2.1 Peta Penyebaran Hutan Tanaman pada areal Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin di Bengo-bengo

Kabupaten Maros Sulawesi Selatan Selatan. [2]

II.2 Konsep Penginderaan Jauh.

Ada beberapa pengertian pengertian penginderaan jauh yang diantaranya dikemukakan oleh Lillesand dan Kiefer yaitu :

“Remote sensing (penginderaan jarak jauh) adalah ilmu pengetahuan dan seni untuk memperoleh informasi tentang permukaan bumi tanpa melakukan kontak/sentuhan dengannya. Ini dilakukan dengan “sense” dan perekaman energi yang dipantulkan dan dilepaskan oleh permukaan bumi dan kemudian energi tersebut diproses, dianalisa dan diaplikasikan sebagai informasi”. Caranya dengan mendeteksi gelombang elektromagnetik yang datang dari obyek tersebut, baik yang dipantulkan, diemisikan maupun dihambur balik. ^[3]

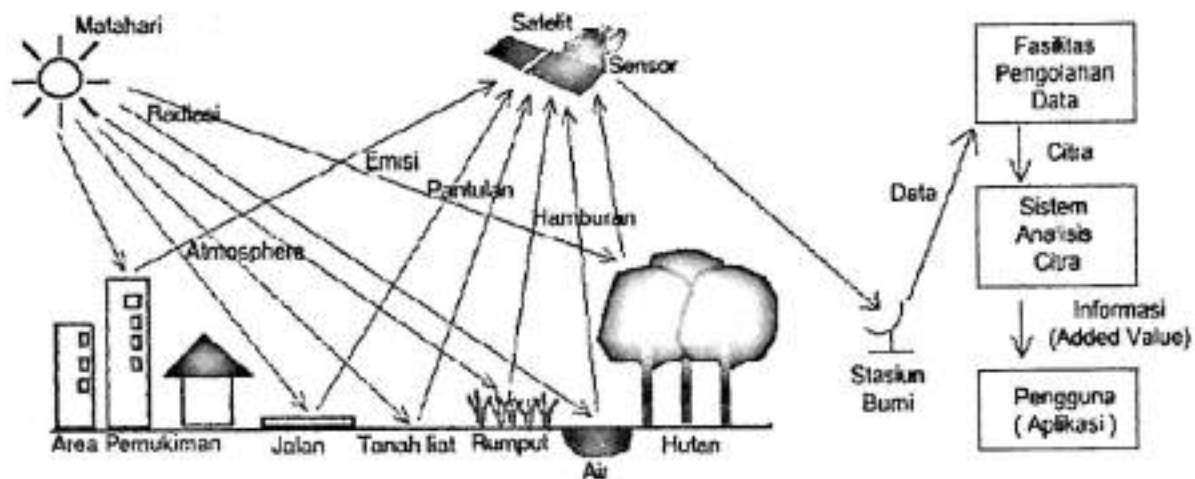
Sistem penginderaan jauh satelit secara umum terdiri dari obyek permukaan bumi yang diindera atau diamati menggunakan sensor pengamat yang diletakkan pada wahana satelit yang bergerak pada orbitnya dengan pengamatan yang berulang dan liputan yang luas. Dalam banyak hal penginderaan jauh melibatkan suatu proses interaksi antara gelombang elektromagnetik dengan obyek yang ada di permukaan bumi. ^[4]

Secara umum proses dan elemen yang terkait di dalam sistem penginderaan jauh dengan energi elektromagnetik untuk sumber daya alam, yaitu pengumpulan data dan analisis data. Menurut Sutanto (1994)^[4], ada empat komponen penting dalam sistem penginderaan jauh yakni:

1. Sumber tenaga elektromagnetik
2. Atmosfer

3. Interaksi antara tenaga dan obyek.

4. Sensor.



Gambar 2.2. Sistem Penginderaan Jauh. ^[4]

Proses analisa data meliputi pengujian data dengan menggunakan alat interpretasi dan alat pengamatan untuk menganalisa data pictorial, dan/atau komputer untuk menganalisa data sensor numerik.

II.2.1 Sumber Tenaga.

Dalam penginderaan jauh diperlukan tenaga penghubung yang membawa data tentang obyek ke sensor. Data tersebut dapat dikumpulkan dan direkam dengan tiga cara, yakni dengan berdasarkan tiga variasi yakni distribusi daya (force), distribusi gelombang bunyi, distribusi tenaga elektromagnetik. ^[4]

Dalam penginderaan jauh digunakan tenaga elektromagnetik. Gelombang elektromagnetik adalah paket elektrisitas dan magnetisme yang bergerak dengan

kecepatan cahaya pada frekuensi dan panjang gelombang tertentu, dengan sejumlah tenaga tertentu. Matahari merupakan sumber utama tenaga elektromagnetik ini. Sumber tenaga alamiah digunakan dalam penginderaan jauh sistem pasif, sedangkan sumber tenaga buatan digunakan dalam penginderaan jauh aktif. ^[4]

Matahari yang merupakan sumber tenaga memancarkan tenaga elektromagnetik ke segala arah, dan sebagian yang lainnya mencapai bumi secara radiasi. Radiasi tenaga elektromagnetik berlangsung dengan kecepatan tetap dan dengan pola gelombang yang harmonik. Pola gelombangnya dikatakan harmonik karena komponen-komponen gelombangnya teratur secara sama dan repetitive dalam ruang dan waktu. ^[4]

Sumber energi yang mengenai target dalam bentuk radiasi elektromagnetik (RE) yang mempunyai dua karakteristik yang sangat penting dalam pengertian penginderaan jauh adalah: panjang gelombang dan frekuensi. Semakin pendek gelombangnya semakin tinggi frekuensinya atau semakin panjang gelombangnya, maka semakin rendah frekuensinya. Kedua karakteristik RE ini adalah hal yang penting dalam mengartikan informasi yang diekstrak dari data penginderaan jauh. ^[5]

Berdasarkan fisika dasar, gelombang mematuhi persamaan umum berikut ini:

$$c = f\lambda \quad (2.1)$$

dimana c = ketetapan cahaya $\approx 3 \times 10^8$ meter/detik

f = frekwensi (Hz)

λ = panjang gelombang (meter)

Teori partikel menyatakan bahwa radiasi elektromagnetik terdiri atas beberapa bagian yang terpisah yang disebut foton atau quanta. Tenaga satu quanta dapat ditulis sebagai berikut:

$$E = hf \quad (2.2)$$

dimana E = tenaga satu quantum, dalam Joules (J)

h = tetapan Planck, sebesar $6,626 \times 10^{-34}$ joules/detik.

Hubungan antara teori gelombang dan teori quantum di dalam perilaku radiasi elektromagnetik, dengan mensubstitusi f dari persamaan (1) ke persamaan (2):

$$E = \frac{hc}{\lambda} \quad (2.3)$$

Tenaga quantum secara proporsional berbanding terbalik dengan panjang gelombangnya. Semakin panjang gelombangnya, semakin kecil energinya.^[5]

Selain matahari yang merupakan sumber radiasi elektromagnetik yang paling penting untuk penginderaan jauh, akan tetapi semua benda pada suhu diatas nol derajat absolute (0°K , atau -273°C) memancarkan radiasi eletromagnetik secara terus menerus. Oleh karena itu maka obyek di bumi juga merupakan sumber radiasi, walaupun besaran dan komposisi spektralnya berbeda terhadap matahari. Besarnya tenaga yang diradiasikan oleh suatu obyek antara lain merupakan fungsi suhu permukaan obyek. Hal ini ditunjukkan dengan hukum Stefan Bolzman yang menyatakan bahwa:

$$W = \sigma T^4 \quad (2.4)$$

dimana W = jumlah tenaga yang dipancarkan dari permukaan obyek, Wm^{-2} .

σ = tetapan Stefan Boltzman, $5,667 \times 10^{-8} Wm^{-2} 0K^{-4}$

T = Suhu obyek ($^{\circ} K$).

Sejalan dengan jumlah tenaga yang dipancarkan oleh suatu obyek yang bervariasi dengan suhunya, demikian juga distribusi spektral tenaga yang dipancarkannya. Gambar 2.3 menunjukkan kurva distribusi tenaga untuk benda hitam sempurna pada berbagai suhu yang bervariasi dari $200^{\circ} K$ hingga $600^{\circ} K$.^[4]

Kurva tersebut juga menunjukkan adanya pergeseran puncak distribusi radiasi benda hitam ke arah panjang gelombang yang makin pendek apabila suhunya naik. Panjang gelombang dominan atau panjang gelombang dimana kurva radiasi suatu benda hitam mencapai maksimum, berkaitan dengan suhunya dan dinyatakan dengan hukum Pergeseran Wien:

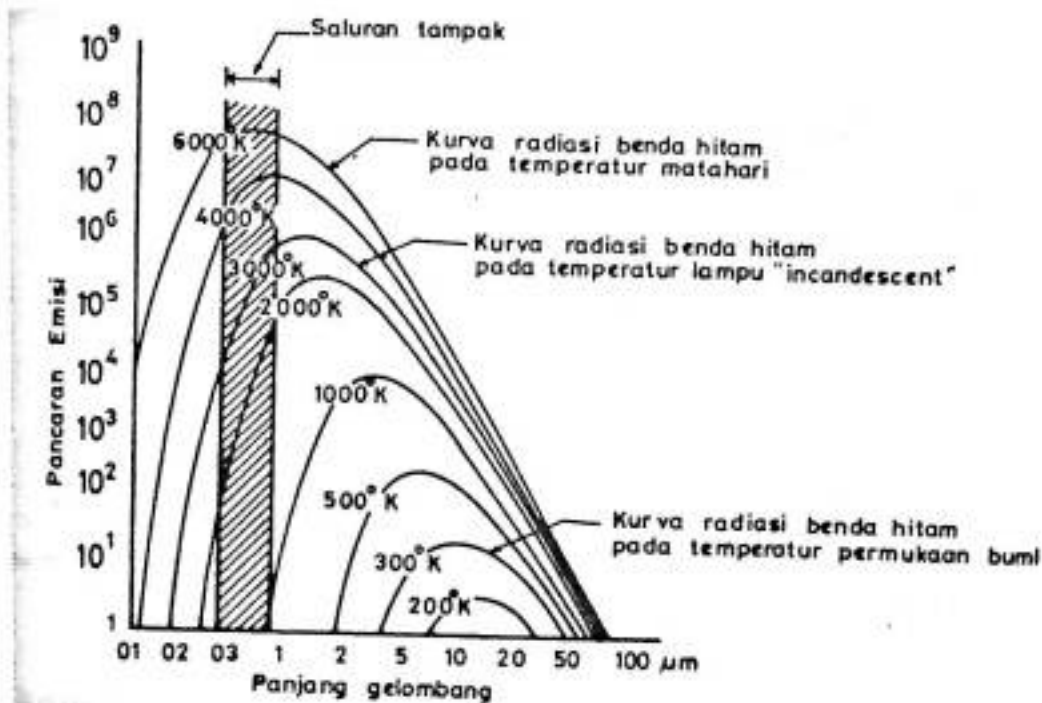
$$\lambda_m = \frac{A}{T} \quad (2.5)$$

dimana λ_m = panjang gelombang pada pancaran radiasi spektral maksimum.

A = tetapan $2829 \mu m^{\circ}K$

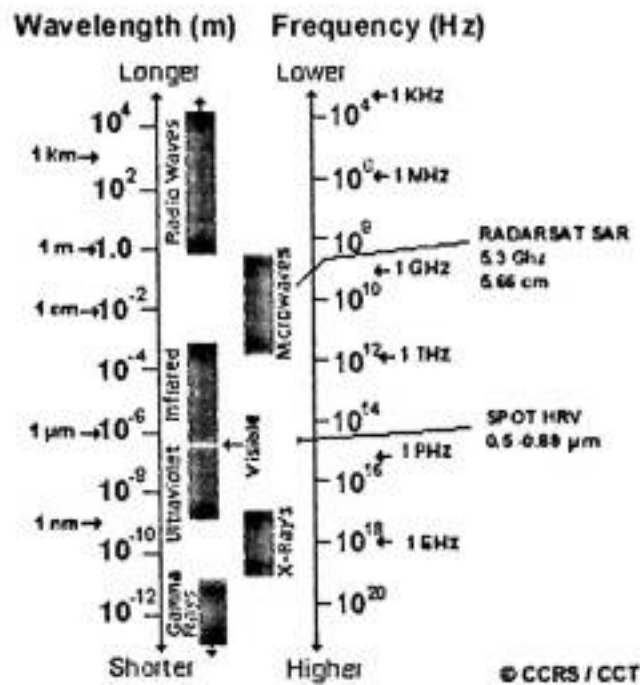
T = suhu, $^{\circ}K$





Gambar 2.3 Distribusi Spektral tenaga yang dipancarkan dari benda hitam (*black body*) pada berbagai suhu ^[4].

Tenaga elektromagnetik dapat dibedakan berdasarkan panjang gelombang maupun berdasarkan frekuensinya. Di dalam penginderaan jauh, penggolongan gelombang elektromagnetik paling sering dilakukan menurut letak panjang gelombangnya di dalam spektrum elektromagnetik yang terdiri dari berkas atau spektrum atau spektral yang sangat luas yakni meliputi spektral kosmik, sinar gamma, X, ultraviolet, tampak, inframerah, gelombang radio. Ada beberapa daerah panjang gelombang yang digunakan dalam penginderaan jauh yaitu seperti pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Spektrum elektromagnetik yang digunakan dalam penginderaan jauh [6].

Gelombang ultraviolet dipantulkan oleh beberapa material permukaan bumi seperti bebatuan dan mineral. Pada gelombang cahaya tampak, merah, hijau dan biru merupakan warna utama yang akan digunakan secara luas dan mendalam dalam aktifitas pengolahan data inderaja. Inframerah terbagi dua kategori yaitu : IR refleksi dan IR termal/emitted. Radiasi yang direfleksikan digunakan sama halnya dengan radiasi cahaya tampak untuk inderaja, sedangkan radiasi yang dilepaskan (*termal*) digunakan untuk mengukur panas permukaan bumi.

Daerah panjang gelombang lain yang digunakan dalam inderaja adalah gelombang mikro dari $1\mu\text{m} - 1\text{ m}$. kisaran gelombang terpendek memiliki hubungan yang sama dengan region inframerah termal, sedangkan kisaran yang lebih panjang digunakan dalam siaran radio.

II.2.2 Interaksi Antara Tenaga Di Dalam Atmosfer



Meskipun spektrum elektromagnet merupakan spektrum yang sangat luas, hanya sebagian kecil saja yang dapat digunakan dalam penginderaan jauh. Sinar kosmik, sinar Gamma, dan sinar X sulit mencapai bumi karena atmosfer sulit ditembus olehnya. Bagian-bagian spektrum elektromagnetik yang dapat melalui atmosfer dan mencapai permukaan bumi disebut jendela atmosfer. ^[4]

Jendela atmosfer yang paling dulu dikenal orang dan paling banyak digunakan dalam penginderaan jauh hingga sekarang ialah spektrum tampak yang dibatasi oleh gelombang 0,4 μm hingga 0,7 μm . Spektrum ini disebut spektrum tampak karena mata manusia sebagai sensor alamiah dapat menggunakannya untuk melihat sesuatu. ^[4]

Tenaga elektromagnetik dalam jendela atmosfer tidak dapat mencapai permukaan bumi secara utuh, karena sebagian dari padanya mengalami hambatan oleh atmosfer. Atmosfer sangat berpengaruh terhadap intensitas dan komposisi spektral radiasi yang tersedia bagi suatu sistem penginderaan. Pengaruh ini terutama disebabkan oleh mekanisme hamburan (*scattering*) dan serapan (*absorption*) atmosfer. ^[4]

Hamburan atmosfer merupakan penyebaran arah radiasi oleh partikel-partikel di atmosfer yang tidak dapat diperkirakan. Hamburan terjadi karena adanya partikel atau molekul-molekul gas yang relatif cukup besar berada di atmosfer. Besarnya hamburan sangat bergantung pada beberapa faktor seperti : panjang gelombang, kelimpahan partikel atau gas, jarak tempuh gelombang elektromagnetik. ^[7]

Ada tiga hamburan atmosfer yang biasa di temukan dalam penginderaan jauh yaitu:

1. **Hamburan Reyleigh** adalah hamburan yang biasanya terjadi apabila radiasi tenaga berinterkasi dengan molekul dan partikel kecil lainnya yang garis tengahnya jauh lebih kecil dari pada panjang gelombang radiasi yang berinteraksi tersebut. Ia disebabkan oleh butir-butir yang lebih kecil dari panjang gelombang rata-rata spektrum tampak, yaitu sebesar $0,1 \lambda$ atau sedikit lebih besar. Oleh karena itu hamburan Rayleigh terjadi pada pada tempat yang tinggi, yaitu antara 4.500 m hingga 9.000 m.^[4] Hamburan Rayleigh merupakan salah satu penyebab utama adanya kabut tipis pada citra. Secara visual, kabut tersebut mengurangi “kejelasan” atau “kontras” suatu citra.
2. **Hamburan Mie** terjadi bila garis tengah partikel atmosfer sama dengan panjang gelombang tenaga yang di indera, Penyebab utama timbulnya hamburan Mie ialah uap air dan debu di atmosfer. Jenis hamburan ini cenderung mempengaruhi panjang gelombang yang lebih panjang bila dibandingkan dengan hamburan Reyleigh. Hamburan Mie cukup berarti pada saat cuaca agak gelap.^[3] Karena butir-butirnya berukuran besar, hamburan ini terjadi pada atmosfer bagian bawah, yakni di bawah 15.000 kaki atau 4.500m. Antara 4.500 m hingga 9000 m terjadi hamburan Reyleigh, sedang diatas 9.000 m maka hamburan atmosfer yang terjadi sangat kecil. ^[4]
3. **Hamburan non selektif** yang terjadi ketika garis tengah pertikel yang menyebabkan hamburan jauh lebih besar dari pada panjang gelombang yang

diindera. Garis tengah biasanya berkisar antara $5 \mu\text{m} - 10 \mu\text{m}$ dan menghamburkan panjang gelombang tampak dan inframerah pantulan kurang lebih sama. Pada panjang gelombang tampak maka cahaya biru, hijau dan merah dihamburkan dengan jumlah yang sama, dan menyebabkan kabut dan awan tampak putih. ^[3]

Berkebalikan dengan hamburan, serapan atmosfer menyebabkan kehilangan efektif tenaga ke pembentuk atmosfer. Penyerap radiasi yang paling efisien dalam hal ini ialah uap air, karbondioksida, dan ozon. Karena gas-gas tersebut cenderung menyerap tenaga elektromagnetik pada panjang gelombang tertentu, pengaruhnya sangat besar terhadap bagian mana yang dilihat secara spektral dengan sistem penginderaan tertentu. Serapan merupakan kendala utama bagi spektrum inframerah. Jendela atmosfer pada spektrum inframerah merupakan bagian serapannya minimal. ^[3]

II.2.3 Interaksi Antara Tenaga dan Obyek.

Tiap obyek mempunyai karakteristik tertentu dalam memantulkan atau memancarkan tenaga ke sensor. Pengenalan Obyek pada dasarnya dilakukan dengan menyidik (*tracing*) karakteristik spektral obyek yang tergambar pada citra. Ada 3 bentuk interaksi yang dapat terjadi ketika objek dikenai gelombang elektromagnetik yakni : *Absorpsi* (serapan), *Transmisi* (diteruskan), *Refleksi* (pantulan). Obyek yang banyak memantulkan/memancarkan tenaga akan tampak cerah pada citra, sedang obyek yang pantulannya/pancarannya sedikit tampak gelap. ^[3]

Berdasarkan bentuk interaksinya, dapat dinyatakan hubungan timbal balik antara tiga jenis interaksi tenaga tersebut, sebagai berikut:

$$E_i(\lambda) = E_R(\lambda) + E_A(\lambda) + E_T(\lambda) \quad (2.6)$$

dimana $E_i(\lambda)$ = tenaga yang mengenai benda.

$E_R(\lambda)$ = tenaga yang di pantulkan.

$E_A(\lambda)$ = tenaga yang di serap.

$E_T(\lambda)$ = tenaga yang ditransmisikan.



Persamaan tersebut merupakan persamaan keseimbangan tenaga yang menunjukkan hubungan antara mekanisme pantulan, serapan dan transmisi. Ada dua hal penting dari hubungan tersebut. Pertama, bagian tenaga yang dipantulkan, diserap, dan ditransmisikan akan berbeda untuk obyek muka bumi yang berbeda, tergantung pada jenis materi dan kondisinya. Perbedaan ini memungkinkan kita untuk membedakan obyek yang berbeda pada suatu citra. Kedua, ketergantungan pada panjang gelombang berarti bahwa pada suatu obyek tertentu, bahkan untuk obyek yang sama bagian tenaga yang dipantulkan, diserap, dan ditransmisi akan berbeda pada panjang gelombang yang berbeda. Sebagai akibatnya, dua kenampakan yang tidak dapat dibedakan pada satu julat spektral akan sangat berbeda pada satu saluran tampak, variasi spektral ini menghasilkan efek visual yang disebut warna. ^[3]

Corak geometri dimana suatu obyek memantulkan tenaga merupakan suatu pertimbangan yang penting. Faktor ini terutama merupakan fungsi kekerasan obyek. Pemantul sempurna (*specular reflector*) merupakan permukaan yang rata yang

pantulannya menyerupai permukaan cermin. Pemantul baur (*diffuse reflector*) merupakan permukaan kasar yang memantulkan energi ke segala arah dan besarnya pantulan tidak seragam. Kebanyakan permukaan obyek di muka bumi bukan sebagai pemantul cermin sempurna maupun sebagai pemantul baur sempurna. Karakteristik geometri obyek berada diantara kedua pemantul tersebut. ^[3]

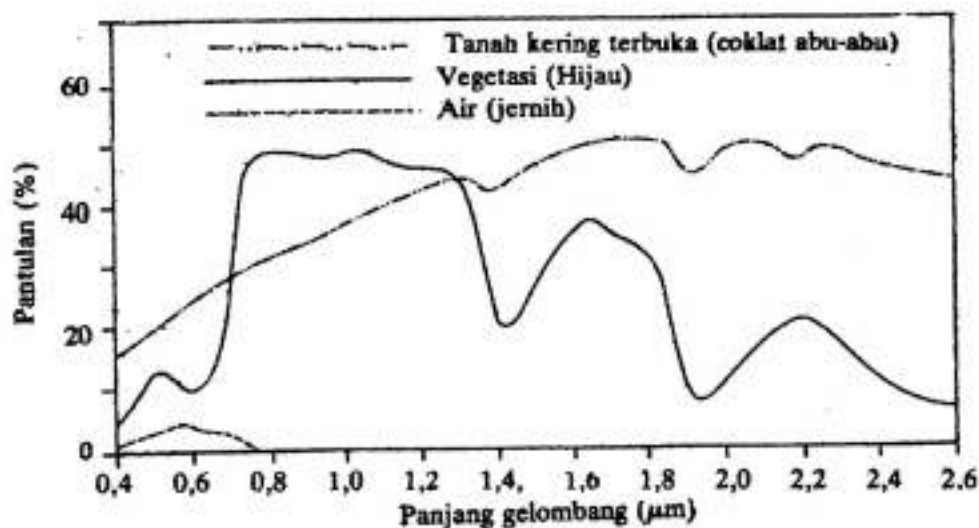
Grafik pantulan spektral suatu obyek sebagai fungsi panjang gelombang disebut kurva pantulan spektral. Konfigurasi kurva pantulan spektral suatu obyek dan berpengaruh besar pada pemilihan saluran panjang gelombang dimana data penginderaan jauh diperoleh bagi terapan tertentu. ^[3]

Kurva pantulan spektral tiap jenis tanaman saling bertampalan pada sebagian besar spektrum tampak, dan sangat dekat apabila keduanya tidak bertampalan. Oleh karena itu mata manusia mungkin melihat kedua jenis pohon tersebut dengan tingkat hijau yang pada dasarnya sama dan dapat mengaburkan identitas tanaman. ^[3]

II.2.4 Pantulan Spektral.

Pengalaman telah menunjukkan bahwa banyak kenampakan di muka bumi yang dikaji dapat diidentifikasi, dipetakan, dan dipelajari berdasarkan karakteristik spektralnya. Pengalaman juga telah menunjukkan bahwa beberapa kenampakan tidak dapat dipisahkan secara spektral. Jadi untuk memanfaatkan data penginderaan jauh secara efektif, orang harus mengetahui dan memahami karakteristik spektral obyek yang dikaji pada terapan tertentu. ^[3]

Gambar 2.5 merupakan suatu kurva pantulan spektral bagi tiga obyek utama di bumi, yakni vegetasi sehat berdaun hijau, tanah gundul (lempung coklat kelabu), dan air danau yang jernih. Garis pada kurva menyajikan kurva pantulan rata-rata yang dibuat dengan pengukuran sampel obyek yang jumlahnya banyak. Konfigurasi pada kurva merupakan suatu indikator tentang jenis dan kondisi obyek yang berkaitan. Pantulan obyek secara individual akan berbeda besar di bawah nilai rata-rata, tetapi kurva tersebut menunjukkan beberapa titik fundamental yang berkaitan dengan pantulan spektral. ^[3]



Gambar 2.5 Kurva pantulan spektral yang mencirikan untuk obyek vegetasi tanah, dan air. ^[3]

II.2.5 Pola Tanggapan Spektral

Dalam pengamatan karakteristik spektral obyek, harus diketahui bahwa jenis-jenis obyek biasanya secara spektral dapat dipisahkan. Akan tetapi tingkat pemisahan jenis-jenis obyek merupakan fungsi bagian spektral yang teramati. Tanggapan spektral

berbagai obyek yang terukur oleh sensor penginderaan jauh sering memungkinkan untuk menilai jenis dan kondisi obyek, spektral tersebut dinamakan tanda tangan spektral (*spektral signature*). Kurva pantulan spektral dan kurva pancaran spektral dinamakan dengan istilah yang sama. Begitu juga pengukuran radiasi fisik yang diperoleh dari kenampakan medan tertentu pada berbagai panjang gelombang juga dinamakan dengan istilah yang sama. ^[3]

Kenampakan muka bumi memiliki karakteristik pantulan spektral atau pancaran spektral yang berbeda, karakteristik tersebut lebih merupakan hasil pola spektral. Spektral yang terukur oleh sensor penginderaan jauh dapat bersifat kuantitatif tetapi tidak mutlak. Pola spektral dapat dibedakan tetapi tidak unik. ^[3]

Karakteristik benda yang mempengaruhi pola tanggapan spektralnya dipengaruhi dua hal yakni:

1. **Efek Temporal** yang merupakan faktor yang mengubah karakteristik spektral benda sehubungan dengan waktu.
2. **Efek Spasial** yang merupakan penyebab obyek yang sama jenisnya pada waktu tertentu memiliki karakteristik yang berbeda pada letak geografis yang berbeda.

Efek temporal dan efek spasial berpengaruh terhadap semua pekerjaan penginderaan jauh dimana hal ini juga dipengaruhi oleh atmosfer. Atmosfer merupakan pengaruh lain yang cenderung menyebabkan pola tanggap spektral lebih bersifat relatif, bukan absolut. ^[3]

II.2.6 Perolehan dan Interpretasi Citra.

Perolehan data diperoleh dengan mendeteksi tenaga elektromagnetik. Deteksi tenaga elektromagnetik dapat dilakukan secara fotografik atau secara elektronika. Proses fotografik menggunakan reaksi kimia pada suatu film yang peka terhadap cahaya untuk mendeteksi variasi tenaga di dalam suatu daerah kajian. Sedangkan proses sensor elektronika dengan membangkitkan sinyal elektrik yang sesuai dengan variasi tenaga yang terdapat pada wujud gambar asli. ^[3]

Sistem fotografik merupakan sistem yang relatif sederhana, murah, dan memberikan tingkat kerincian spasial serta geometrik yang tinggi. Hal ini berbeda dengan sistem sensor elektronika yang lebih rumit dan mahal. Walaupun demikian sensor elektronika memberikan keunggulan julat kepekaan yang lebih luas, meningkatnya potensi kalibrasi, dan kemampuan mengirimkan data citra secara elektronika. ^[3]

Interpretasi penginderaan jauh dapat meliputi analisis piktorial (citra) dan/atau analisis data numerik. Interpretasi visual data citra piktorial dilakukan dengan teknik visual dengan menggunakan kemampuan pikir yang paling baik untuk melakukan evaluasi kualitatif pada spasial di daerah kajian. Teknik analisis secara numerik merupakan metode yang lebih baik ketimbang metode visual. Hal ini disebabkan keterbatasan kemampuan mata manusia untuk memisahkan nilai rona pada citra dan adanya kesulitan bagi seorang penafsir untuk menganalisis citra pada waktu yang sama. Penggunaan analisis dengan bantuan komputer memungkinkan pola spektral di

dalam data penginderaan jauh dikaji secara lebih lengkap. Akan tetapi komputer mempunyai keterbatasan untuk melakukan evaluasi pola spasial^[3].

II.2.7 Data Rujukan.

Dalam pengelolaan data penginderaan jauh jarang diterapkan tanpa menggunakan data rujukan. Perolehan data rujukan meliputi pengumpulan hasil pengukuran atau pengamatan atas obyek, daerah dan fenomena yang diindera dari jarak jauh. Data tersebut dapat berupa satu diantara berbagai bentuk yang berbeda-beda dan dapat diperoleh untuk analisis tertentu dapat diperoleh dari peta hasil survai berupa uji medan tentang identitas, kondisi obyek daerah kajian.^[3]

Data rujukan dapat digunakan untuk membantu sebagian atau seluruh maksud berikut:

1. Untuk membantu di dalam analisis dan interpretasi data penginderaan jauh.
2. Untuk membantu kalibrasi sensor.
3. Untuk menguji informasi yang diperoleh dari data penginderaan jauh.

II.3 Konsep Pengelolaan Data Citra.

Ada tiga bidang studi utama yang menangani pengolahan data berbentuk gambar atau citra, yaitu: Grafika komputer, pengolahan citra, dan pengenalan pola (*pavlidis*). Karena pengenalan pola sering merupakan juga merupakan bagian dari pengenalan citra seperti misalnya pada proses klasifikasi, maka perbedaan tiga bidang studi tersebut berubah menjadi :Grafik komputer, Pengolahan citra dan Visi komputer;

dimana pengenalan pola menjadi bagian dari pengolahan citra dan juga bagian dari komputer visi. ^[8]

Pengolahan citra merupakan proses pengolahan dan analisis citra yang banyak melibatkan persepsi visual. Proses ini mempunyai ciri data masukan dan informasi keluaran yang berbentuk citra. ^[8]

II.3.1 Citra Digital

Citra sebagai keluaran suatu sistem perekam data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyal-sinyal video seperti gambar pada monitor televisi, atau bersifat digital yang langsung dapat disimpan pada suatu pita magnetik. Komputer digital bekerja dengan angka-angka presisi terhingga, dengan demikian hanya citra dari kelas diskrit-diskrit yang dapat diolah dengan komputer, citra dari kelas tersebut lebih dikenal sebagai citra digital. ^[8]

Citra digital adalah citra yang diperoleh, disimpan, dimanipulasi, dan ditampilkan dengan basis logika biner. Sedangkan citra digital penginderaan jauh adalah citra yang menggambarkan kenampakan permukaan(atau dekat permukaan) bumi, dan yang diperoleh melalui proses perekaman pantulan atau pancaran gelombang elektromagnetik secara tidak serentak dengan sensor pelarik yang terpasang pada suatu wahana, baik itu pesawat udara maupun wahana ruang angkasa. ^[7]

Citra digital merupakan suatu array dua dimensi atau suatu matriks yang elemen-elemennya menyatakan tingkat keabuan dari elemen gambar, jadi informasi

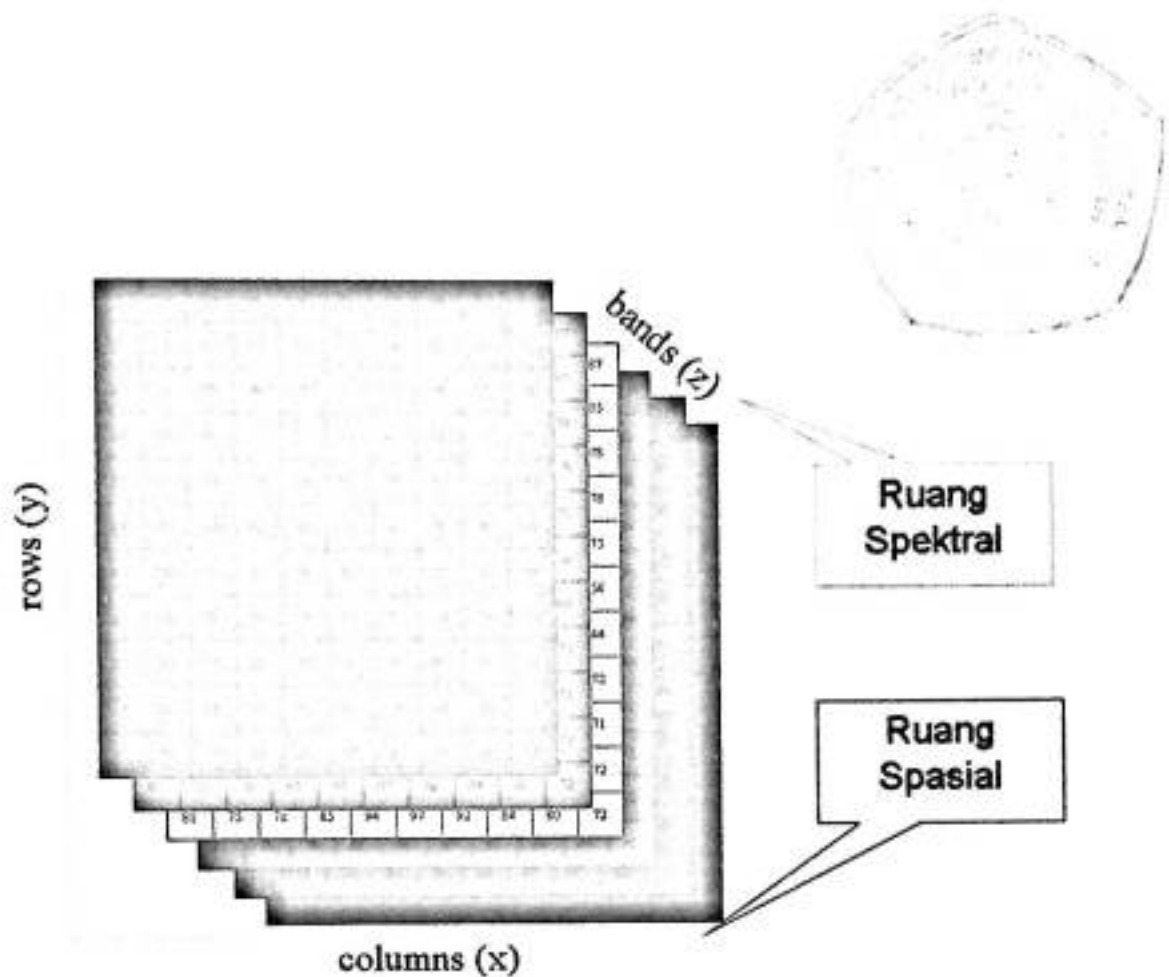
yang terkandung bersifat diskrit. Citra digital tidak selalu merupakan hasil langsung data rekaman suatu sistem. Kadang-kadang hasil rekaman data bersifat kontinu seperti gambar pada monitor televisi, foto sinar-X, dan lain sebagainya. Dengan demikian untuk mendapatkan suatu citra digital diperlukan suatu proses konversi, sehingga citra tersebut dapat diproses dengan komputer. ^[8]

Berdasarkan jenisnya keabuannya citra dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu :

1. **Citra Monokrom** atau citra hitam-putih merupakan citra satu kanal, dimana citra $f(x,y)$ merupakan fungsi tingkat keabuan dari hitam ke putih; x menyatakan variabel baris atau garis jelajah dan y menyatakan variabel kolom atau posisi piksel di garis jelajah.
2. **Citra Multi-spektral** atau citra berwarna merupakan citra multi kanal, dimana warna citra biasanya dinyatakan dengan tiga komponen warna: merah, hijau, biru (RGB); citra berwarna $\{f_{merah}(x,y), f_{hijau}(x,y), f_{biru}(x,y)\}$ merupakan fungsi harga vektor tingkat kabuan merah, hijau dan biru.

Berdasarkan cara beropersinya citra digital dibedakan pada dua macam ruang yakni:

1. **Ruang Spasial** (*spatial space*, ruang absolut) adalah ruang yang dapat dibuat model dalam sistem koordinat kartesius (x,y,z)
2. **Ruang Spektral** (*spectral space*) adalah ruang dua dimensi atau lebih yang dihasilkan melalui penggambaran distribusi nilai spektral pixel tiap saluran dalam sumbu spektral yang berbeda-beda.



Gambar 2.6 Ruang Spektral dan Ruang Spasial ^[6].

11.3.2 Penyimpanan Citra Digital

Informasi dengan basis 8 bit disimpan dalam byte. Byte adalah satuan informasi yang terdiri atas 8 bit. Untuk sistem 8 bit (=1 byte), tiap datum(piksel) akan disimpan dalam byte yang terpisah. Dengan kata lain tiap 1 piksel akan disimpan sebagai 1 byte. Sistem penyimpanan ini disebut dengan *sistem raster*, dimana tiap unsur data (yang disebut *piksel*) disimpan dengan alamat yang jelas, menurut posisinya dalam baris kolom dan kolom. ^[7]

Berdasarkan bentuk penyimpanan citra dapat dibedakan atas tiga bentuk dasar yaitu:

1. *Band Sequential (BSQ)*.

Pada format BSQ, citra yang dihasilkan dari setiap saluran disimpan sebagai file yang terpisah. Urutan penyimpanan data pun dilakukan dengan mulai dari baris pertama saluran 1, baris kedua, baris ketiga, ...baris ke n. Data ini disimpan sebagai berkas (*file*) saluran 1. Kemudian mulai lagi dari baris pertama, untuk saluran 2, sampai dengan baris terakhir. Jadi pada sistem 4 saluran dihasilkan 4 berkas citra.

2. *Band Interleaved by Line (BIL)*.

Pada format ini penyimpanan dilakukan mulai dari baris pertama saluran 1, kemudian dilanjutkan dengan baris pertama saluran 2, ... baris pertama saluran n. Setelah itu dilanjutkan baris kedua saluran 1, baris ke kedua saluran 2, baris kedua saluran n. Begitu seterusnya sampai baris terakhir saluran n selesai disimpan. Dengan format BIL, seluruh data citra pada n saluran akan disimpan sebagai satu berkas. Format BIL saluran tunggal ($n=1$) akan sama dengan format BSQ.

3. *Band Interleaved by Pixel (BIP)*.

Pada prinsipnya, format BIP mempunyai kemiripan dengan format BIL. Hanya saja selang-selingnya bukan lagi per baris melainkan per piksel. Penyimpanan dimulai dari piksel pertama baris pertama saluran 1, kemudian dari piksel pertama baris pertama saluran 2, ... piksel pertama baris pertama saluran n hingga piksel

terakhir baris terakhir saluran n. Seluruh data citra pada n saluran disimpan sebagai satu berkas.

4. *Run Length Encoding (RLE)*

Pada format RLE, jumlah byte citra dapat dimapatkan, tanpa mengurangi kandungan informasinya. Penyimpanan data dengan format ini adalah mengekspresikan kembali jumlah piksel yang berurutan dengan nilai yang sama, sebagai satu pasangan nilai. Apabila satu baris pelarikan terdapat beberapa piksel dengan nilai sama, maka nilai-nilai ini tidak perlu setiap kali disimpan sebagai byte terpisah. Oleh karena itu, citra yang mewakili kenampakan obyek dengan nilai relatif homogen. (tubuh air jernih dan dalam misalnya) akan dapat disimpan dengan lebih efisien dan dengan ukuran byte yang lebih kecil.

II.3.3 Pengenalan Pola Spektral.

Citra multispektral dapat disajikan dengan simbol warna dan tumpang tindih warna untuk membentuk citra paduan warna (*color composite image*). Perpaduan data yang dikumpulkan pada saluran biru, hijau, dan merah, dapat menciptakan suatu citra warna yang baru yang serupa dengan film berwarna. Begitu pula dapat dibentuk citra inframerah berwarna dengan memadu data dari saluran citra multispektral yang dipusatkan pada daerah spektrum hijau, merah dan inframerah. ^[3]

Tidak lebih dari tiga citral spektral yang dapat dipadu pada citra paduan warna. Apabila bekerja dengan lebih dari tiga saluran, sangat sukar untuk melakukan evaluasi tentang informasi spektral yang disajikan oleh data citra tersebut.

Keterbatasan ini teratasi kalau digunakan data multispektral digital dalam analisis citra melalui pengenalan pola spektral (*spectral pattern recognition*) dengan bantuan komputer. Dalam proses ini kita menggunakan komputer untuk mengamati data multichannel secara numerik. Dengan mengerjakan data citra secara kuantitatif, informasi spektral sejumlah saluran dapat dievaluasi dengan baik. [3]

Terdapat tiga langkah dasar untuk prosedur pengenalan pola spektral yang khas. [3] Hal ini dapat ditunjukkan pada Gambar 2.7 yang disebut proses terawasi (*supervised*) yang terdiri atas tahap yang berbeda jelas yakni:

1. Daerah latihan (*training areas*).

Analisis menyusun suatu "kunci interpretasi", dan mengembangkan secara numerik spektral untuk tiap kenampakan yang menjadi perhatiannya. Hal ini biasanya dilakukan dengan memeriksa situs contoh jenis tutupan yang telah diketahui dan yang mewakili.

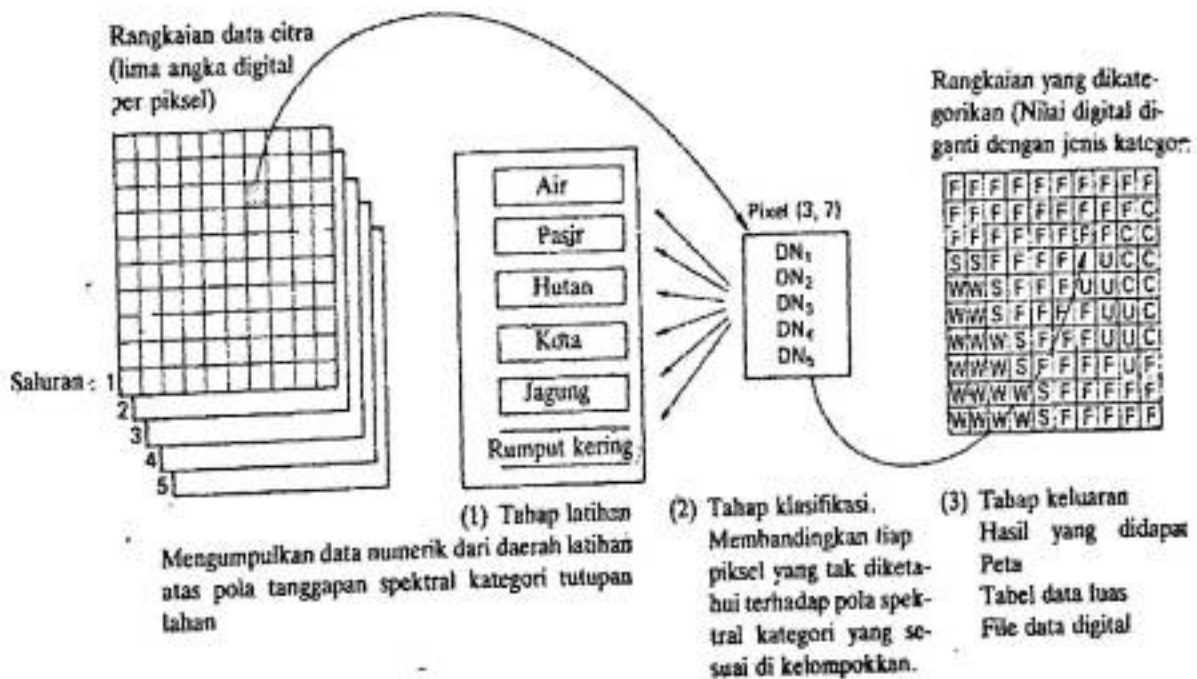
2. Klasifikasi.

Tiap pixel pada serangkaian data citra di bandingkan terhadap tiap kategori pada kunci interpretasi numerik. Perbandingan dikerjakan secara numerik dengan menggunakan satu diantara berbagai strategi yang berbeda-beda untuk menentukan nilai pixel yang tak dikenal tampak paling mirip dengan kategori yang sama. Tiap pixel kemudian di beri nama sesuai dengan nama kategori yang menyerupainya atau dinamai "tak dikenal" bila tak cukup mirip terhadap semua kategori yang ada. Nama kategori yang diperuntukkan bagi tiap pixel pada proses ini kemudian direkam di dalam sel yang bersangkutan di dalam data yang telah di interpretasi.

Dengan demikian maka matriks citra multidimensional digunakan untuk mengembangkan matrik yang bersangkutan jenis kategori yang di interpretasi.

3. Keluaran.

Pada tahap ini biasanya di dalam bentuk peta. Data yang telah di kelompokkan dapat juga digunakan untuk membuat tabel luas berbagai jenis tutupan pada citra, atau dapat direkam sebagai masukan data yang cocok untuk komputer ke suatu sistem informasi lahan yang berbasis grid.z



Gambar 2.7 Proses pengenalan pola spektral yang khas. [3]

IL3.4 Indeks Vegetasi.

Indeks vegetasi biasanya diterapkan terhadap citra multispektral, untuk menonjolkan aspek kerapatan vegetasi ataupun aspek lain yang berkaitan dengan kerapatan. Secara praktis, indeks vegetasi ini merupakan satu transformasi matematis

yang melibatkan beberapa saluran sekaligus, dan menghasilkan citra baru yang lebih representatif dalam menyajikan fenomena vegetatif. ^[7]

Pada mulanya, indeks vegetasi dikembangkan terutama berdasarkan fitur spece tiga saluran : hijau, merah dan inframerah dekat. Ketiga saluran ini cukup representatif dalam menyajikan fenomena vegetasi, sebelum saluran inframerah digunakan secara luas. ^[7]

1. *Ratio Vegetation Indeks (RVI)* merupakan salah satu transformasi indeks vegetasi yang paling sederhana. Transformasi ini di formulasikan sebagai:

$$RVI = \frac{\text{Saluran inframerah dekat}}{\text{Saluran merah}} \quad (2.7)$$

Nilai RVI yang terplot pada feature space inframerah vs merah, terlihat nilai RVI yang sama akan membentuk garis satu garis, yang juga menunjukkan besarnya gradien. Nilai RVI terbesar berhimpit dengan garis vegetasi dan nilai RVI terkecil berhimpit dengan garis tanah yakni garis tanah menunjukkan RVI bernilai 0, garis vegetasi RVI bernilai maksimum.

2. *Normalized Difference Vegetation Indeks (NDVI)* merupakan kombinasi antara teknik penisbahan dengan teknik pengurangan citra. Transformasi NDVI ini merupakan salah satu produk standar NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), satelit cuaca yang berorbit polar namun memberi perhatian khusus pada fenomena global vegetasi. Formulasi NDVI sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{\text{Saluran inframerah dekat} - \text{Saluran merah}}{\text{Saluran inframerah dekat} + \text{Saluran merah}} \quad (2.8)$$

Identik dengan RVI, NDVI mampu menonjolkan aspek kerapatan vegetasi. Secara implisit berbagai penelitian (lihat Projo Danoedoro, 1989; Emy Wardani 1992; Retnadi Heru Jatmike; 1992) menunjukkan adanya kolerasi yang cukup kuat antara RVI dan NDVI.¹⁷⁾ Artinya keduanya keduanya dapat memberikan efek yang sama.

3. *Transformasi Vegetation Indeks(TVI)* dikembangkan untuk menghindari hasil nilai negative pada NDVI, formulasinya adalah sebagai berikut:

$$TVI = \sqrt{NDVI} + 0,5 = \sqrt{\frac{\text{inframerah dekat} - \text{merah}}{\text{inframerah dekat} + \text{merah}}} + 0,5 \quad (2.9)$$

Nilai 0,5 masih harus disesuaikan dengan kondisi perangkat lunak dan julat nilai spektral citra aslinya. Untuk perangkat lunak tertentu(dan layer monitor tertentu) yang mempunyai menampilkan 256 warna, nilai 0,5 digantikan oleh 127.

4. *Transformation Kauth dan Thomas* mengembangkan feature space dengan menggunakan seluruh saluran. Transformasi ini disebut juga sebagai *Tasseled-cap Transformation*. Prinsip transformasi ini ialah penyusunan kembali sumbu-sumbu saluran dalam ruang spektral, sehingga sumbu-sumbu tersebut terotasi ke arah tertentu, yang satu sama lain ortogonal. Masing-masing sumbu tidak lagi disebut sebagai saluran tunggal TM1, TM2, TM3, TM4, TM5, dan TM7 melainkan sebagai sumbu kecerahan (*brightness*), kehijauan (*greenness*) dan kebasahan (*wetness*) setelah dilakukan modifikasi oleh Crist dan Cicone (1984). Sumbu kecerahan berkaitan dengan variasi pantulan tanah, sumbu kehijauan berkaitan dengan variasi pantulan vegetasi hijau dan sumbu kebasahan berkaitan dengan

kelembaban tanah dan kanopi. Hasil modifikasi Tasseled-cap transformation untuk data TM Landsat saluran 1 - 5 dan 7 sebagai berikut (nilai-nilai yang tercantum menunjukkan koefisien pengali pada tiap saluran):

$$\text{Brightneet (BI)} = 0,33183\text{TM1} + 0,33121\text{TM2} + 0,55177\text{TM3} + 0,42514\text{TM4} \\ + 0,48047\text{TM5} + 0,25252\text{TM7} \quad (2.10)$$

$$\text{Greeness (GI)} = - 0,24147\text{TM1} - 0,16263\text{TM2} - 0,40639\text{TM3} + 0,85469\text{TM4} + \\ 0,05493\text{TM5} + 0,11749\text{TM7} \quad (2.11)$$

$$\text{Wetnees (WI)} = 0,13929\text{TM1} + 0,22490\text{TM2} + 0,40359\text{TM3} + 0,25178\text{TM4} - \\ 0,70133\text{TM5} - 0,45732\text{TM7} \quad (2.12)$$

II.3.5 Karakteristik Satelit Landsat.

Satelit Landsat (*Land Satellite*), milik Amerika Serikat, pertama kali di luncurkan pada tahun 1972, dengan nama ERTS-1 (*Earth Resources Technology Satellite-1*). Kemudian dilanjutkan dengan peluncuran seri kedua dan berganti nama menjadi Landsat. Sampai tahun 1991, Landsat telah menjadi seri Landsat-5 dan telah mengalami banyak perubahan pada desain sensornya, sehingga kelima satelit itu dapat dikelompokkan menjadi dua generasi: generasi 1 (Landsat 1, 2 dan 3) yang diluncurkan secara berturut-turut pada tanggal 23 Juli 1972, 22 Januari 1975 dan pada tanggal 5 Maret 1978. Generasi II (Landsat 4 dan 5) diluncurkan pada tanggal 16 Juli 1982 dan 1 Maret 1984. Landsat-7ETM di luncurkan pada bulan April 1999 dan digunakan sampai sekarang.

Landsat generasi pertama mempunyai orbit sinkron matahari, hampir polar. Mengorbit pada ketinggian 919 km dengan sudut inklinasi 99.09° . Wilayah liputannya dari 82° N ke 82° S, dengan periode 103 menit, melintas pada ekuator pada pukul 9.30 lokal.

Landsat 1-2 memuat dua macam sensor : RBV (*Return Beam Vidicon*), terdiri dari 3 saluran RBV1, RBV2, RBV3, (dengan resolusi spasial 79 meter) dan MSS (*MultiSpectral Scanner*, resolusi Spasial 79 meter terdiri atas 4 saluran MSS4, MSS5, MSS6, MSS7; dimulai dari nomor urut 4 mengacu pada 3 saluran pertama pada RBV). Landsat -3 masih memuat kedua macam sensor tersebut, namun dengan penyusutan jumlah saluran pada RBV menjadi 1 saluran tunggal beresolusi spasial 40 meter.

Landsat generasi ke dua mempunyai orbit yang sama dengan generasi 1 pada ketinggian 705 km dengan sudut inklinasi $98,2^\circ$. Mempunyai liputan dari 81° N ke 81° S, dengan periode 99 menit, melintas pada ekuator pada pukul 9.25 waktu lokal dan akan meliputi wilayah yang sama dalam waktu 16 hari dengan lebar sapuan 185 km secara terus menerus.

Landsat 4-5 memuat 2 macam sensor juga, dengan mempertahankan MSS tetapi mengganti RBV dengan TM (*Thematic Mapper*). Urutan penomoran MSS menjadi MSS1, MSS2, MSS3, MSS4. Sensor TM yang mempunyai 7 saluran diurut dari 1 sampai dengan 7. TM 6 menggunakan spektrum inframerah termal, beresolusi 120 m, menyelip di antara 2 saluran inframerah tengah yaitu TM5 dan TM7 yang beresolusi 30 meter. ^[7]

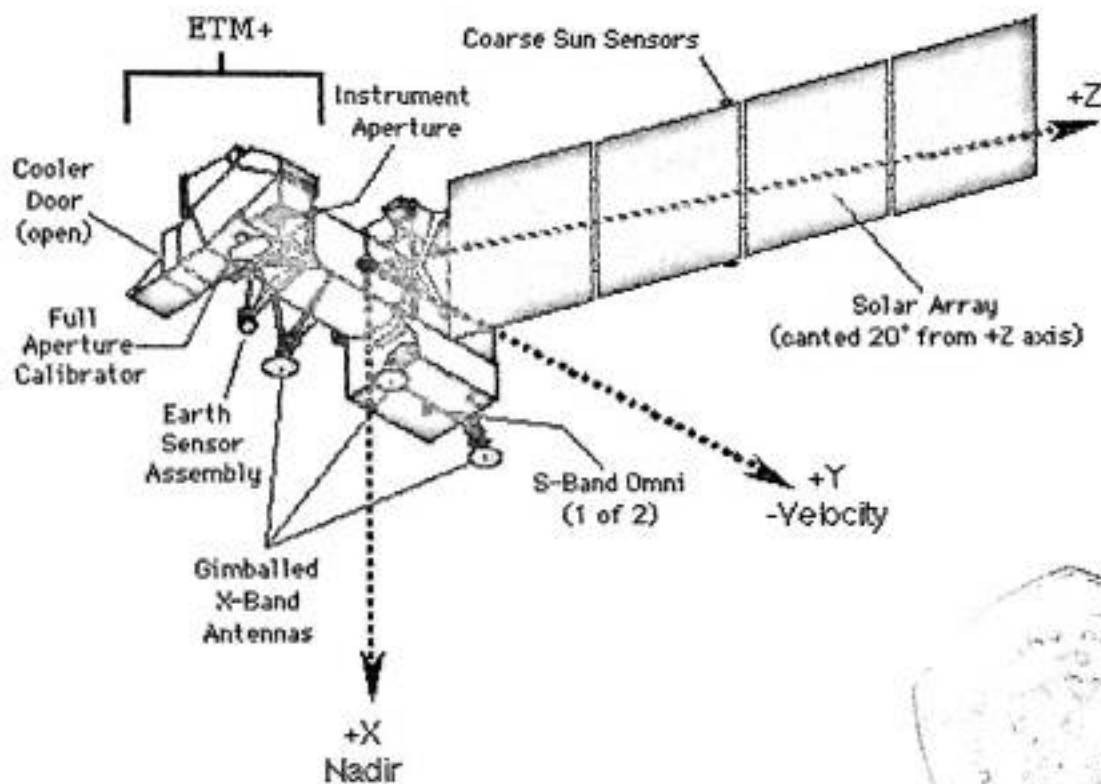
Landsat-7ETM memuat 2 macam sensor juga, dengan mempertahankan MSS dan TM (Thematic Mapper) dengan ditambah satu saluran dengan resolusi yang tinggi yakni saluran TM 8 dengan resolusi 15 m dengan panjang gelombang 0.52 - 0.90 μm . Resolusi spasial MSS 79 m, urutan penomoran MSS menjadi MSS1, MSS2, MSS3, MSS4. Resolusi spasial TM 30 m untuk saluran 1-5 dan 7, 120 m pada saluran 6. Sensor TM yang mempunyai 7 saluran diurut dari 1 sampai dengan 7. TM 6 menggunakan spektrum inframerah termal, menyelip di antara 2 saluran inframerah tengah yaitu TM5 dan TM7 yang beresolusi 30 meter.

Landsat-7ETM mengorbit sinkron matahari pada ketinggian 705 km dengan sudut inklinasi $98,2^\circ$. Mempunyai liputan dari 81°N ke 81°S , dengan periode 99 menit, melintas pada ekuator pada pukul 9.25 waktu lokal dan akan meliputi wilayah yang sama dalam waktu 16 hari dengan lebar sapuan 185 km secara terus menerus.

Tabel 2.1 Karakteristik dan Kegunaan Kanal Landsat 5

Kanal	Spektrum	Panjang Gelombang (μm)	Resolusi (meter)	Kegunaan
1	Biru	0,45 - 0,52	30	Untuk pengamatan penitiasi perairan dangkal , dan mendukung analisis sifat khas penggunaan lahan, tanah dan vegetasi
2	Hijau	0,52 - 0,60	30	Respon pada kanal ini dimaksudkan untuk pembedaan vegetasi dan penilaian kesuburan.
3	Merah	0,63 - 0,69	30	Untuk mengindera wilayah penyerapan klorofil, membedakan vegetasi dan bukan vegetasi, juga membedakan kelas vegetasi.
4	Inframerah dekat	0,76 - 0,90	30	Mempunyai respon tinggi terhadap biomassa vegetasi sehingga membantu identifikasi tanaman dan memperkomtras tanaman-air dan lahan-air.
5	Inframerah Jauh	1,55 - 1,75	30	Untuk penentuan jenis tanaman, kandungan air pada tanaman, kondisi kelembaban tanah dan keawanan di atmosfer.
6	Inframerah termal	10,4 - 12,5	60	Untuk klasifikasi vegetasi, analisis gangguan vegetasi, pemisahan kelembaban tanah dan gejala lain yang berhubungan dengan panas.
7	Inframerah Sedang	2,08 - 2,35	30	Untuk pemisahan formasi batuan.

Sumber : Lillesand dan Kiefer(1997)



Gambar 2.8 Satelit Landsat-7ETM [6]

II.3.6 Koreksi Data Landsat.

Saat di transmisikan ke bumi data MMS Landsat mengalami distorsi dengan berbagai cara. Secara radiometrik, nilai digital tidak selalu tepat dalam kaitannya dengan energi obyek secara geometrik maka letak kenampakan pada citra tidak tepat benar bila dikaitkan dengan letak peta. Teknik koreksi bertugas untuk memperkecil masalah ini, maka dilakukan koreksi radiometrik dan geometri.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN.

III.1 Alat dan Bahan Penelitian.

III.1.1 Alat Penelitian.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Perangkat keras komputer berupa Central Processing Unit (CPU) dengan prosesor Intel Celeron 2 GHz, RAM 248 MB, OnBoard VGA 8 MB.
2. Perangkat Lunak pengelola Citra ERMAPPER for Windows, versi 7.0 keluaran 2005 dan Perangkat lunak Sistem Informasi Geografis ArcGIS Versi 9.
3. Instrument Global Position System(GPS).

III.1.2 Bahan Penelitian.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Data Citra Digital Landsat-7ETM dengan saluran TM1, TM2, TM3, TM4, TM5, TM7, yang meliputi kawasan Hutan Pendidikan Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Hasanuddin Kecamatan Cenrana Kabupaten Maros Sulawesi Selatan yakni citra Liputan tanggal 28 September 2002, Wrs Path = 114, Row = 63; Full Band GeoTif.

2. Peta sungai dalam bentuk digital di area liputan citra sebagai acuan dalam koreksi geometrik dan pencarian lokasi sampel yang bersumber dari peta rupa bumi yang dikeluarkan oleh BAKORSULTANAL.
3. Peta rupa bumi yang dikeluarkan oleh BAKORSULTANAL sebagai pertimbangan dalam estimasi penutup dan pengguna lahan pada proses tahap klasifikasi.
4. Data lapangan berupa peta sebaran pohon di Hutan Pendidikan Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Hasanuddin yang dikeluarkan oleh Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Hasanuddin Makassar sebagai data sampel.

III.2 Metodologi.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode survei menggunakan data penginderaan jauh dengan analisis citra digital. Analisis citra digital mencakup manipulasi dan interpretasi citra digital dengan bantuan komputer dan dengan merujuk pada referensi data sampel lapangan. Adapun langkah-langkah penelitian dilakukan dalam beberapa tahap yaitu persiapan, pelaksanaan dan penyelesaian.

III.2.1 Persiapan.

Langkah-langka yang dilakukan pada tahap ini meliputi:

1. Menyiapkan data citra digital Landsat-7ETM.
2. Menyiapkan peta digital area liputan penelitian dan Peta Sebaran Pohon Hutan Tanam di areal Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin.

3. Menyelesaikan perijinan Penelitian.
4. Menyiapkan alat-alat yang digunakan dalam penelitian.

III.2.2 Pelaksanaan.

Tahap pelaksanaan merupakan bagian utama dalam penelitian ini. Kegiatan yang dilakukan mencakup kerja laboratorium.

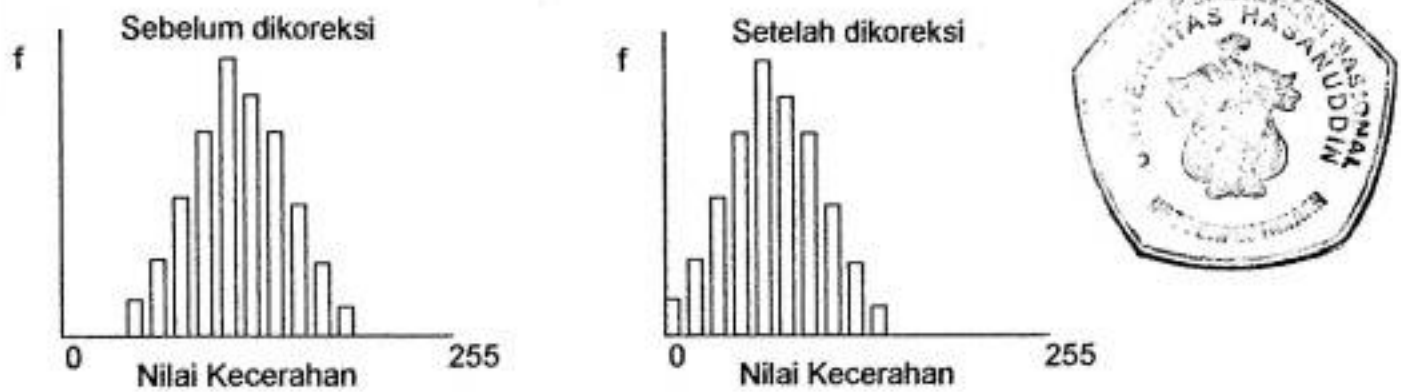
1. Restorasi citra.

Restorasi citra dilakukan untuk meningkatkan kualitas citra. Restorasi citra mencakup koreksi radiometrik dan koreksi geometrik. Koreksi radiometrik dilakukan untuk menghilangkan pengaruh atmosfer pada saat perekaman, sedangkan koreksi geometrik dilakukan untuk meletakkan posisi obyek sesuai dengan prinsip-prinsip pemetaan utamanya dalam hal skala dan proyeksi.

Koreksi radiometrik pada penelitian ini dilakukan dengan metode penyesuaian histogram. Metode ini dilandasi asumsi bahwa dalam proses perekaman digital oleh sensor, obyek yang memberikan tanggapan spektral paling lemah, atau tidak memberikan tanggapan sama sekali, seharusnya bernilai nol. Apabila nilai ini ternyata lebih besar dari nol maka nilai tersebut di hitung sebagai nilai bias. Koreksi dilakukan dengan mengurangi keseluruhan nilai piksel pada saluran bersangkutan dengan nilai biasnya. Besarnya nilai bias pada masing-masing saluran citra dapat diketahui dengan cara menampilkan histogram nilai piksel masing-masing saluran.

Koreksi Geometrik pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode transformasi koordinat orde satu. Penyesuaian proyeksi dilakukan sesuai

dengan sistem proyeksi UTM, dengan menggunakan titik kontrol medan yang koordinatnya ditentukan dari peta rupabumi skala 1:50.000 yang meliputi daerah penelitian.



Gambar 3.1 Penyesuaian Histogram untuk koreksi Radiometrik.

Koreksi geometri merupakan perujukan titik-titik pada citra ke titik-titik yang sama di medan ataupun di peta, yang diketahui persis koordinatnya. Pasangan titik-titik tersebut kemudian digunakan untuk membangun fungsi matematik yang menyatakan hubungan antara posisi sembarang titik pada citra dengan titik obyek yang sama di lapangan ataupun di peta. Transformasi koordinat orde satu mensyaratkan jumlah titik kontrol medan yang digunakan sekurang-kurangnya 3 titik. Semakin banyak titik kontrol yang digunakan akan memberikan hasil yang lebih baik apabila titik-titik kontrol yang digunakan tersebut tersebar merata pada citra^[10].

Secara matematis, koreksi geometri dapat dituliskan sebagai berikut:

$$(Old X) = f1(New X, New Y) \quad (3.1)$$

$$(Old Y) = f2(New X, New Y) \quad (3.2)$$

dimana :

(Old X, Old Y) : koordinat pada citra sebelum dikoreksi.

(New X, New Y) : koordinat pada citra setelah dikoreksi.

f1 dan f2 : persamaan polinom yang merupakan fungsi transformasi.

Persamaan polinom untuk transformasi orde satu adalah:

$$(\text{Old } X) = b0_x + b1_x (\text{New } X) + b2_x (\text{New } Y) \quad (3.3)$$

$$(\text{Old } Y) = b0_y + b1_y (\text{New } X) + b2_y (\text{New } Y) \quad (3.4)$$

Apabila persamaan transformasi koordinat diterapkan pada titik kontrol maka akan diperoleh (residual x) dan (residual y). Residual adalah penyimpangan posisi titik yang bersangkutan terhadap posisi yang diperoleh melalui transformasi koordinat. Residual suatu titik adalah :

$$\text{Residual} = \sqrt{(\text{residual } x)^2 + (\text{residual } y)^2} \quad (3.5)$$

Penyimpangan posisi keseluruhan titik pada citra hasil transformasi koordinat terhadap posisi sebenarnya (pada peta) dinyatakan sebagai nilai RMS (*residual root meansquare*). Menurut ketelitian baku peta nasional Amerika Serikat (*US national map standards*), nilai RMS untuk citra harus lebih kecil dari pada setengah resolusi spasial citra yang bersangkutan.^[9] Citra Landsat TM mempunyai resolusi spasial 30 meter sehingga di perlukan nilai $\text{RMS} < 15$ meter.

Proses selanjutnya adalah interpolasi spektral bagi masing-masing piksel. Interpolasi nilai piksel yang digunakan dalam penelitian ini adalah proses resampling tetangga terdekat (*nearest neighbour resampling*). Proses ini dipilih karena tidak merubah nilai piksel yang bersangkutan, melainkan hanya mengambil kembali nilai dari piksel terdekat yang telah tergeser ke posisi yang baru.

2. Penajaman kontras.

Penajaman kontras diterapkan untuk memperoleh kesan kontras citra yang lebih tinggi. Proses penajaman kontras dilakukan dengan mentransformasi seluruh nilai piksel sehingga menghasilkan citra dengan nilai maksimum baru yang lebih tinggi dari pada nilai minimum awal. Penajaman kontras yang dilakukan pada penelitian ini adalah perentangan kontras secara linier. Perentangan kontras dilakukan pada citra asli yang akan dikombinasikan.

Perentangan kontras mampu menghasilkan kenampakan gradual nilai-nilai piksel yang berdekatan sehingga akan jelas terlihat variasi jenis penutup lahan. Perentangan yang efektif dilakukan dengan memperhatikan bentuk histogram citra. Citra asli yang biasanya mempunyai julat lebih sempit dari pada 0 – 255, perlu direntangkan sehingga kualitas citranya menjadi lebih baik. Hasil perentangan adalah citra baru yang rentang histogramnya lebih lebar. Persamaan transformasi perentangan kontras linear adalah:

$$ND_{\text{output}} = \frac{ND_{\text{input}} - ND_{\text{min}}}{ND_{\text{max}} - ND_{\text{min}}} \times 255 \quad (3.6)$$

dimana :

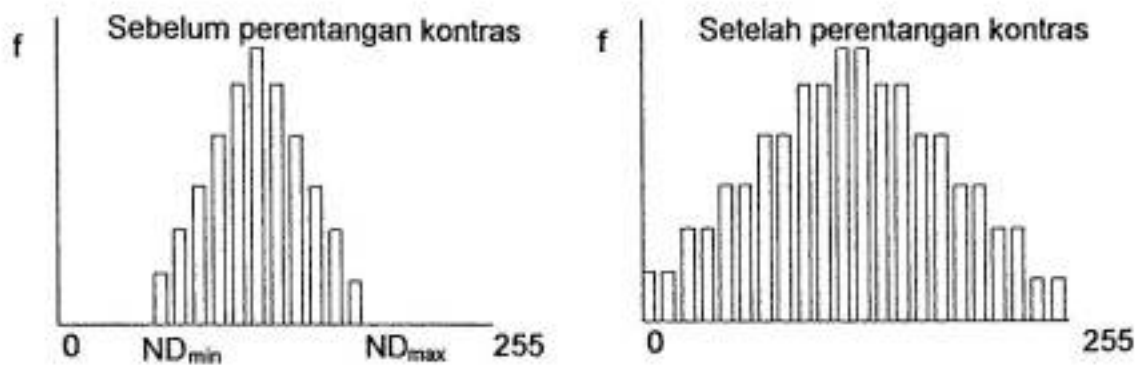
ND_{output} : nilai kecerahan baru hasil transformasi.

ND_{input} : nilai kecerahan pada citra asli yang menjadi masukan.

ND_{min} : nilai kecerahan minimum citra asli.

ND_{max} : nilai kecerahan maksimum citra asli.

Nilai tetapan 255 diatas dimaksudkan untuk memperoleh citra baru dengan julat 0 – 255. Perubahan histogram sebagai hasil perentangan kontras dirunjukkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Perubahan Histogram pada Perentangan Kontras.

3. Pembuatan citra komposit warna

Citra komposit warna merupakan panduan dari citra beberapa saluran yang berbeda. Penyusunan citra komposit warna di maksudkan memperoleh gambaran visual yang lebih baik sehingga pengenalan obyek dan pemilihan sampel dapat dilakukan.

Pembuatan citra komposit warna dilakukan dengan memberi warna dasar merah, hijau dan biru pada tiga saluran spektral yang dipilih. Perpaduan antara ketiga saluran tersebut akan menghasilkan citra baru dengan tampilan warna yang merupakan perpaduan dari ketiga warna dasar. Citra komposit warna yang dibuat dalam penelitian ini adalah citra komposit warna semu dengan kombinasi 452, yakni memberi warna merah pada saluran TM4, warna hijau pada saluran TM5 dan warna biru pada saluran TM2.

Citra masing-masing saluran tersimpan dalam format 8 bit, sehingga diperlukan layar monitor dan graphic card 24 bit untuk menampilkan seluruh warna paduan pada citra komposit. Hal ini berarti bahwa layar monitor harus mampu menampilkan 16.777.216 warna secara serentak. Perangkat komputer pada umumnya dilengkapi graphic card dan monitor 8 bit sehingga hanya dapat menampilkan 256 warna secara serentak. Untuk mengatasi masalah tersebut maka dilakukan kompresi(pemampatan) bit pada tiap saluran. Masing-masing saluran dimampatkan menjadi citra baru dengan julat 0 – 5. Citra komposit diperoleh dari citra yang telah dimampatkan dengan perumusan sebagai berikut:

$$\text{Citra komposit} = (36 \times \text{Saluran 1}) + (6 \times \text{Saluran 2}) + \text{Saluran 3} \quad (3.7)$$

dimana :

saluran 1 : citra yang diberi warna dasar merah.

saluran 2 : citra yang diberi warna dasar hijau.

saluran 1 : citra yang diberi warna dasar biru.

4. Pemotongan citra daerah penelitian.

Pemotongan citra dilakukan dengan tujuan agar analisis data terpusat pada obyek dan daerah yang diteliti. Pemotongan citra dilakukan pada citra masing-masing saluran spektral dan citra komposit warna semu.

5. Klasifikasi spektral pada citra.

Klasifikasi citra yang dilakukan pada penelitian ini adalah klasifikasi multispektral terselia dengan metode maximum likelihood. Alogaritma kemiripan maksimum merupakan alogaritma yang secara statistik paling mapan. Asumsi dari alogaritma ini bahwa obyek homogen selalu menampilkan histogram yang terdistribusi normal (bayesian). Pada alogaritma ini, piksel diklaskan sebagai obyek tertentu tidak karena jarak euklidiannya, melainkan oleh bentuk, ukuran dan orientasi sampel pada feature space. Tahapan klasifikasi dimulai dengan membuat training area yang akan menjadi rujukan dalam membuat klas-klas pada citra. Klas-klas yang dihasilkan merupakan klas-klas penutup lahan.

Metode klasifikasi maksimum likelihood memerlukan informasi statistik berupa nilai rerata pada tiap training area, simpangan baku, variasi dan kovariansi. Informasi statistik tersebut secara otomatis diperoleh pada waktu melakukan pengambilan training area. Berdasarkan informasi statistik tersebut, probabilitas tiap piksel untuk masuk dalam kelas tertentu dapat di hitung.

6. Pemilihan daerah sampel.

Pemilihan daerah sampel dilakukan berdasarkan informasi yang didapatkan dari data lapangan yakni berdasarkan dari peta sebaran pohon. Daerah sampel yang dipilih adalah daerah yang mewakili masing-masing vegetasi dari hasil klasifikasi citra. Setiap sampel dimaksudkan mewakili satu vegetasi.

7. Perbaikan klasifikasi.

Perbaikan klasifikasi dilakukan untuk membetulkan kesalahan dan menambahkan apabila terdapat kekurangan pada hasil interpretasi awal. Perbaikan klasifikasi merujuk pada referensi data lapangan.

8. Uji ketelitian.

Uji ketelitian dilakukan terhadap hasil interpretasi dengan menggunakan matriks uji ketelitian dari short(1982). Melalui uji ketelitian ini dapat di hitung besarnya ketelitian seluruh hasil interpretasi, dengan menggunakan perumusan sebagai berikut:

Ketelitian seluruh hasil interpretasi (Ki) adalah:

$$Ki = \frac{\text{Jumlah piksel hasil interpretasi yang benar}}{\text{Jumlah piksel sampel yang diamati}} \times 100\% \quad (3.8)$$

Ketelitian hasil interpretasi dalam mengidentifikasi penutup lahan haruslah mempunyai nilai minimum 85 %.¹⁹⁾

9. Penyesuaian nilai pantulan spektral.

Penyesuaian nilai pantulan spektral pada tiap-tiap saluran Landsat ETM dilakukan pada masing-masing lokasi sampel yang telah dipilih. Nilai pantulan spektral yang diperoleh berkaitan dengan kelompok vegetasi dalam sampel bersangkutan. Untuk memperoleh gambaran yang telah jelas tentang nilai-nilai

pantulan spektral masing-masing vegetasi hutan maka dihitunglah rerata, simpangan baku dan kisaran nilai tersebut. Adapun nilai kisaran diperoleh dari perumusan :

$$\text{Kisaran} = \text{rerata} \pm \text{simpangan baku} \quad (3.9)$$

10. Transformasi dan penyadapan nilai indeks vegetasi.

Transformasi indeks vegetasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah RVI, NDVI, TVI, BI, GI, dan WI. Penyadapan nilai-nilai indeks vegetasi dilakukan pada masing-masing citra hasil transformasi yakni nilai indeks vegetasi pada tiap-tiap lokasi sampel. Selanjutnya dihitung nilai rerata, simpangan baku dan kisaran nilai untuk masing-masing kelas vegetasi.

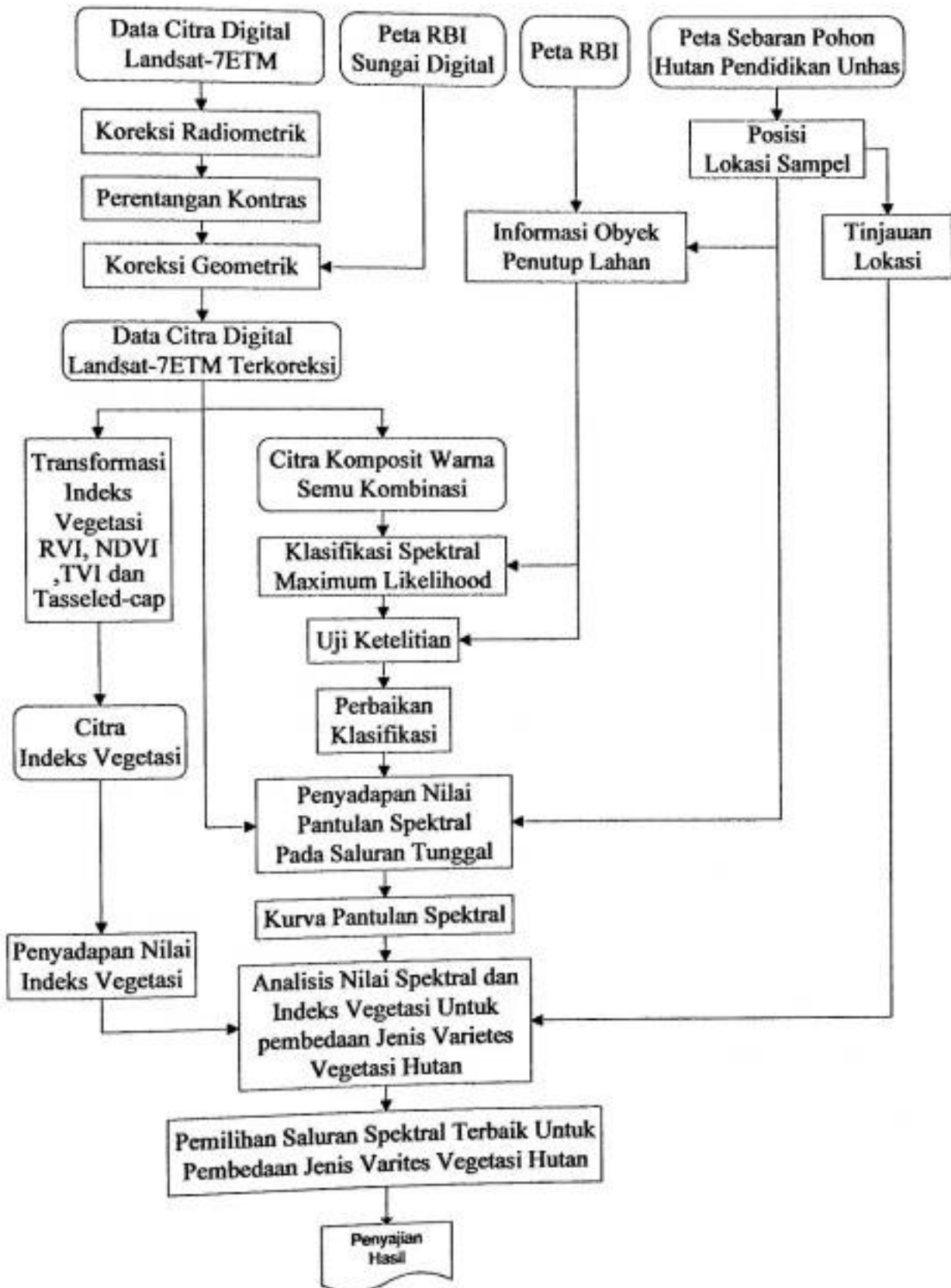
III.2.3 Penyelesaian.

Kegiatan pokok yang dikerjakan pada tahap penyelesaian ini adalah analisis hasil dan penyusunan laporan. Analisis dilakukan terhadap nilai-nilai pantulan spektral saluran tunggal dan nilai-nilai indeks vegetasi. Nilai-nilai tersebut ditampilkan dalam bentuk kurva.

Karakteristik pantulan spektral disajikan dalam bentuk kurva pantulan yang menggambarkan presentase energi yang dipantulkan oleh masing-masing tumbuhan vegetasi pada masing-masing saluran tunggal. Kurva nilai indeks vegetasi menggambarkan besarnya nilai RVI, NDVI, TVI dan transformasi Tasseled-cap yakni BI, GI, WI bagi masing-masing vegetasi hutan.

Konfigurasi kurva pantulan spektral dapat digunakan sebagai patokan dalam pemilihan saluran spektral untuk mengkaji tumbuhan vegetasi hutan. Suatu saluran spektral dianggap baik apabila nilai pantulan spektral pada saluran tersebut menunjukkan perbedaan yang jelas untuk obyek-obyek yang berbeda. Suatu saluran spektral dapat membedakan vegetasi hutan apabila nilai rerata yang bersangkutan tidak saling bertumpang-tindih.

III.3 Bagan Alur Penelitian.



Gambar 3.3 Bagan Alur Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Hasil Penelitian.

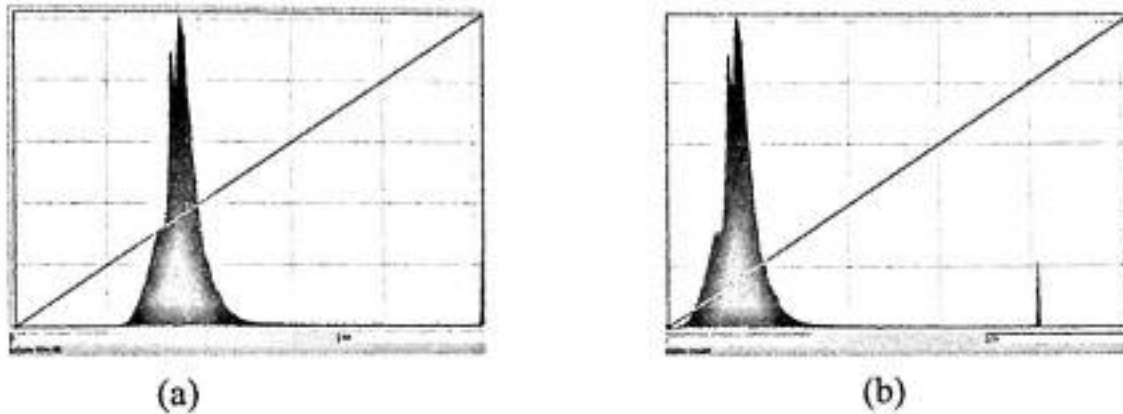
Hasil penelitian diperoleh melalui proses pengolahan data citra satelit digital dan referensi data lapangan. Pengolahan citra dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak pengolahan citra ERMAPPER for windows versi 7.0 dan Sistem Informasi Geografis ArcGIS 9.0 pada PC IBM compatible.

IV.1.1 Koreksi Radiometrik.

Koreksi radiometrik dilakukan dengan metode penyesuaian histogram. Koreksi dilakukan terhadap masing-masing saluran data citra digital Landsat 7ETM (data citra digital Landsat 7ETM selanjutnya disingkat citra) yang nilai biasanya lebih besar dari nol. Besarnya nilai bias pada masing saluran citra dapat diketahui dengan menampilkan histogram distribusi frekwensi nilai piksel dan laporan statistik citra pada masing saluran. Hal ini dapat dilihat pada saluran TM1 citra disajikan pada Gambar 4.1. Sedangkan untuk saluran TM2, TM3, TM4, TM5, TM7 sebelum terkoreksi radiometrik dapat dilihat pada Lampiran II.1 dan setelah terkoreksi radiometrik pada Lampiran II.2.

Tabel 4.1 Nilai bias koreksi Radiometrik

Saluran	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM7
Nilai Bias	51	31	24	11	6	6



Gambar 4.1 Histogram distribusi frekwensi nilai piksel pada saluran TM1
 (a) Sebelum terkoreksi radiometrik
 (b) Setelah terkoreksi radiometrik.

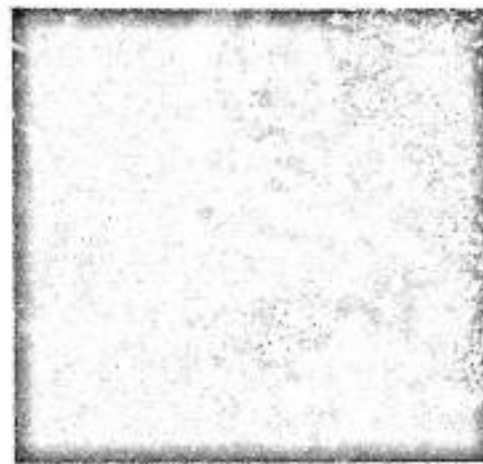
Dari tabel 4.1 dapat dilihat bahwa pada citra terdapat nilai bias pada tiap saluran, sehingga koreksi radiometrik dilakukan pada masing-masing saluran yang mempunyai nilai bias.. Statistik citra saluran TM1, TM2, TM3, TM4, TM5, dan TM7 sebelum terkoreksi radiometrik dapat dilihat pada Lampiran III.1 dan setelah terkoreksi radiometrik pada Lampiran III.2.

Interpretasi visual citra untuk saluran TM1 setelah terkoreksi radiometrik dapat dilihat pada Gambar 4.2 sedangkan untuk saluran TM2, TM3, TM4, TM5, dan

TM7 sebelum terkoreksi radiometrik dapat dilihat pada Lampiran IV.1 dan setelah terkoreksi radiometrik pada Lampiran IV.2



(a)



(b)

Gambar 4.2 Interpretasi visual citra saluran TM1

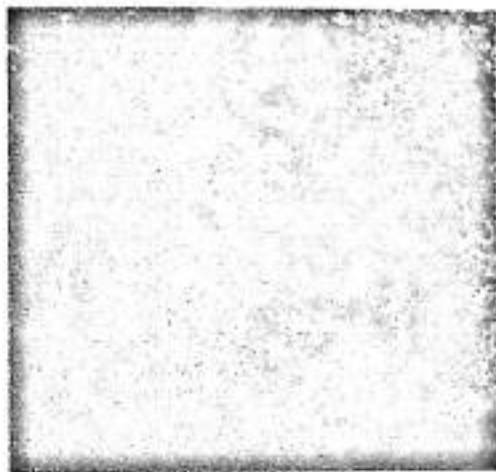
(a) Sebelum terkoreksi radiometrik

(b) Setelah terkoreksi radiometrik.

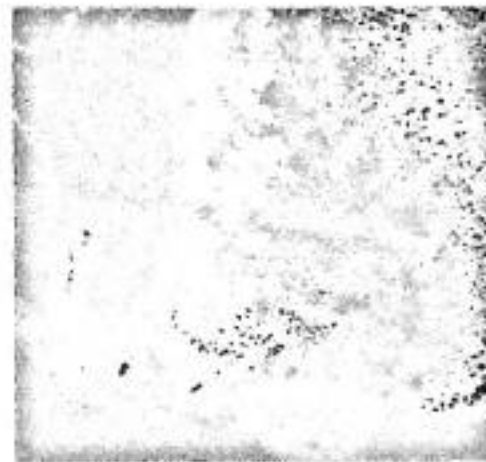
IV.1.2 Penajaman Kontras.

Penajaman kontras diterapkan untuk memperoleh kesan kontras citra yang lebih tinggi. Proses penajaman kontras dilakukan dengan mentransformasi seluruh nilai piksel sehingga menghasilkan citra dengan nilai maksimum baru yang lebih tinggi dari pada nilai maksimum awal. Penajaman kontras yang dilakukan pada penelitian ini adalah perentangan kontras secara linier. Perentangan kontras dilakukan pada citra asli yang telah di restorasi.

Interpretasi visual citra untuk saluran saluran TM1 setelah penajaman kontras dapat dilihat pada Gambar 4.3 sedangkan untuk saluran TM2, TM3, TM4, TM5, dan TM7 setelah dilakukan penajaman kontras dapat dilihat pada Lampiran IV.3.



(a)



(b)

Gambar 4.3 Interpretasi visual citra saluran TM1 setelah penajaman kontras

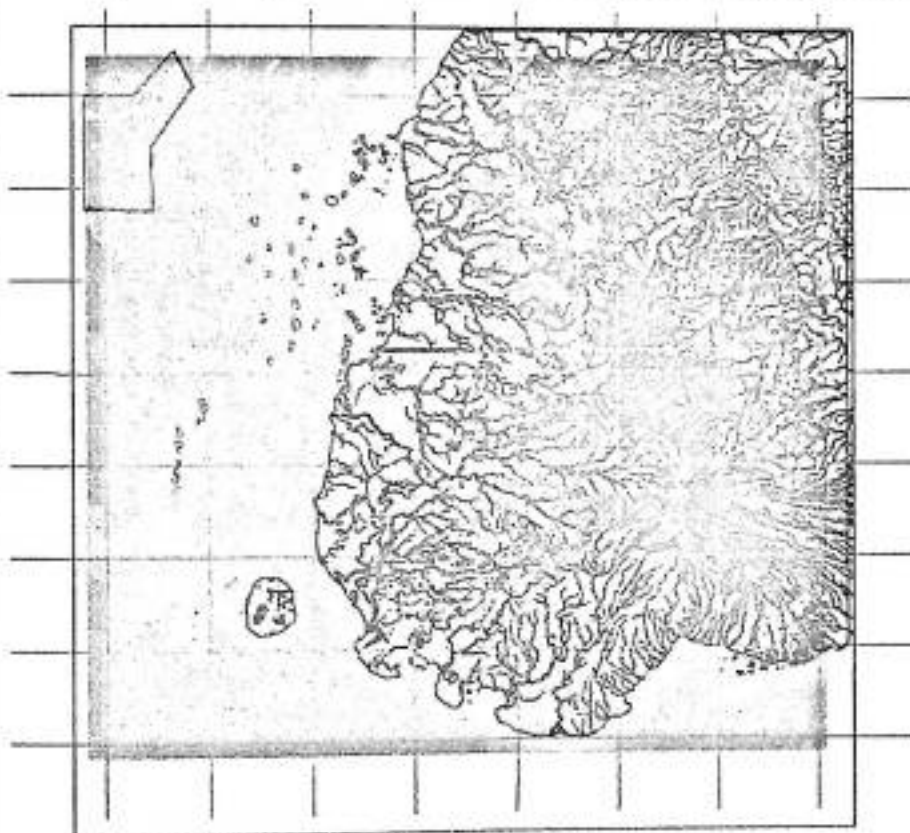
(a) Sebelum penajaman kontras.

(b) Setelah penajaman kontras.

IV.1.3 Koreksi Geometrik.

Koreksi geometrik dilakukan dengan tujuan meletakkan posisi obyek di citra sesuai dengan posisi sebenarnya di lapangan. Interpolasi nilai piksel sehubungan dengan adanya koordinat baru akibat koreksi geometri dilakukan dengan resampling tetangga terdekat (*nearest neighbour resampling*). Metode ini dilakukan agar nilai piksel tidak berubah meskipun nilai piksel yang bersangkutan mengalami pergeseran posisi.

Koreksi yang dilakukan melibatkan 20 titik kontrol yang koordinatnya dari peta digital rupa bumi yakni peta digital sungai yang meliputi daerah penelitian. Koreksi yang dilakukan menghasilkan citra terkoreksi dengan nilai RMS sebesar 8.272 meter. Nilai tersebut memenuhi ketelitian baku, yakni nilai RMS lebih kecil dari pada setengah resolusi citra. Hasil koreksi dapat dilihat pada Lampiran III.4.



Gambar 4.4 Sebaran titik kontrol koreksi geometri.

IV.1.4 Citra Komposit warna semu dan pemotongan citra daerah penelitian.

Pembuatan citra komposit warna semu dilakukan dengan memberi warna dasar merah, hijau dan biru pada tiga saluran spektral yang dipilah. Citra komposit warna semu yang dibuat dan digunakan dalam penelitian ini adalah komposit 452, yakni memberi warna merah saluran TM4, warna hijau saluran TM5 dan warna biru saluran TM3. Sebelum ketiga saluran tersebut di padukan terlebih dahulu dilakukan

penajaman kontras pada masing saluran. Hal ini dilakukan agar citra yang dihasilkan benar-benar menonjolkan kekontrasan warna dan rona bagi obyek-obyek yang saling berbeda. Selain komposit 452 dibuat juga komposit 542 dan 321. Hal ini dilakukan sebagai pembandingan dalam melakukan estimasi dalam melakukan zonasi klasifikasi.

Pada citra komposit warna semu dapat dikenali obyek yang terliputi oleh citra sehingga dapat ditentukan letak obyek-obyek penelitian. Untuk membatasi daerah penelitian dilakukan pemotongan citra. Pemotongan citra dilakukan agar perhatian terpusat pada obyek daerah yang yang diteliti.



Gambar 4.5 Bagian citra yang dipotong.

Daerah liputan citra yang di teliti terletak di Kecamatan Cenrana Kabupaten Maros Sulawesi Selatan. Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin membentang dari arah selatan Kelurahan Labuaja ke arah Utara Kelurahan Liman Poccoe Kecamatan Cenrana.

Citra komposit warna semu yang meliputi area penelitian dapat dilihat pada Lampiran V . Pada citra komposit 452 tersebut nampak jelas perbedaan antara obyek

yang saling berbeda. Vegetasi berwarna coklat kemerahan hingga merah, tanah terbuka berwarna hijau, air keruh berwarna kebiruan dan air jernih berwarna hitam. Hal ini berbeda untuk komposit RGB 542 dan RGB 321. Pada citra komposit RGB 542, warna vegetasi ditampilkan sesuai dengan warna aslinya yakni hijau. Untuk melihat kenampakan natural maka dapat dilihat pada komposit RGB 321.

IV.1.5 Klasifikasi.

Klasifikasi citra yang dilakukan dalam penelitian ini adalah klasifikasi multispektral terseliah dengan metode *maximum likelihood*. Citra hasil klasifikasi dapat dilihat pada Lampiran VI.


Klas-klas penutup lahan yang dihasilkan yakni : klas air laut, air keruh, tanah terbuka, batuan karch, ladang, belukar, bakau, dan vegetasi hutan. Untuk vegetasi hutan mewakili hutan alam dan hutan tanaman.

IV.1.6 Uji Ketelitian hasil Interpretasi.

Uji Ketelitian hasil interpretasi merupakan suatu kegiatan untuk mengetahui tingkat kebenaran suatu agihan obyek diletakkan pada posisi yang sebenarnya. Uji ketelitian hasil interpretasi dimaksudkan untuk menguji kebenaran hasil klasifikasi. Pengujian ini digunakan untuk membuktikan bahwa letak agihan vegetasi hutan tanaman dapat dikenali melalui analisis data citra digital Landsat 7ETM. Uji ketelitian hasil interpretasi dalam penelitian menggunakan matriks uji ketelitian short

(1982). Hasil pegujian sampel terhadap 70 piksel dapat dilihat pada matriks uji ketelitian dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Matriks Uji Ketelitian Interpretasi.



		Kategori Hasil Interpretasi									Jumlah	
		Air Laut	Air Keruh	Tanah Terbuka	Batuan Karch	Ladang	Belukar	Bakau	Pinus	Mahoni		Akasia
Kategori Hasil Data Lapangan	Air Laut	7										7
	Air Keruh		7									7
	Tanah Terbuka			7	1	2	1					11
	Batuan Karch				6							6
	Ladang					5						5
	Belukar						6					6
	Bakau							7				7
	Pinus								7	1		8
	Mahoni									6	2	8
	Akasia										5	5
Jumlah		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	70

Jadi ketelitian hasil interpretasi yang diperoleh adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Ketelitian hasil interpretasi} &= \frac{\text{Jumlah piksel hasil interpretasi yang benar}}{\text{Jumlah piksel sampel yang diamati}} \times 100\% \\
 &= \frac{7+7+7+6+5+6+7+7+6+5}{70} \times 100\% \\
 &= 0,9 \times 100\% \\
 &= 90\%
 \end{aligned}$$

Ketelitian yang diperoleh adalah sebesar 90%. Ketelitian sebesar nilai tersebut dalam kategori baik¹⁹¹. Dengan demikian vegetasi hutan tanaman dapat dikenali dalam data digital Landsat 7ETM. Adapun gambar sebaran titik uji dapat dilihat pada Lampiran VI.3.

IV.1.7 Pantulan Spektral Tumbuhan Hutan Tanaman.

Penyadapan nilai pantulan spektral tumbuhan hutan tanaman dilakukan pada masing-masing citra saluran tunggal. Yakni pada koordinat yang sama dengan koordinat sampel data lapangan. Hasil penyadapan pantulan spektral tersebut disajikan sebagai rerata dan kisaran pantulan spektral bagi setiap sampel. Adapun kisaran pantulan spektral bagi masing-masing jenis vegetasi hutan tanaman dapat dilihat pada Tabel 4.3

IV.1.8 Transformasi Indeks Vegetasi.

Transformasi indeks vegetasi dimaksudkan untuk menojolkan obyek vegetasi pada citra. Adapun citra hasil transformasi indeks vegetasi dapat dilihat pada Lampiran VII. Pada citra hasil transformasi RVI terlihat dengan jelas perbedaan obyek vegetasi dan non vegetasi. Sedangkan untuk citra hasil transformasi NDVI dan TVI, objek tanah, air dan vegetasi dapat dikenali dengan baik. Untuk citra hasil transformasi WI, air dan obyek yang mengandung air tampak dapat dikenali dengan baik.

Penyadapan nilai indeks vegetasi tumbuhan hutan tanaman dilakukan pada masing-masing citra hasil transformasi, pada koordinat yang sama dengan koordinat data sampel lapangan. Hasil penyadapan indeks vegetasi dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.3 Kisaran pantulan spektral tumbuhan hutan tanaman.

		Tumbuhan Hutan Tanaman		
		Akasia(%)	Mahoni(%)	Pinus(%)
TM1	rerata	12,7451	15,0877	13,8824
	Simp. Baku	1,0941	1,1273	1,1602
	kisaran	11,6510 - 13,8392	13,9604 - 16,2150	12,7222 - 15,0426
TM2	rerata	16,1086	17,8741	15,5033
	Simp. Baku	1,3267	1,4865	1,4120
	kisaran	14,7819 - 17,4353	16,3876 - 19,3606	14,0913 - 16,9153
TM3	rerata	9,3967	11,7234	9,5882
	Simp. Baku	3,3725	1,7038	1,4538
	kisaran	6,0242 - 12,7692	10,0196 - 13,4272	8,1344 - 11,0420
TM4	rerata	83,6878	76,4087	61,5948
	Simp. Baku	6,7166	6,7320	5,4064
	kisaran	76,9712 - 90,4044	69,6767 - 83,1407	56,1884 - 67,0012
TM5	rerata	32,8356	34,3860	24,9412
	Simp. Baku	3,9933	4,1297	2,6930
	kisaran	28,8423 - 36,8289	30,2563 - 38,5157	22,2482 - 27,6342
TM7	rerata	19,0724	21,1765	15,7843
	Simp. Baku	2,2880	3,0684	1,7247
	kisaran	16,7844 - 21,3604	18,1081 - 24,2449	14,0596 - 17,5090

Tabel 4.4 Kisaran nilai indeks vegetasi tumbuhan hutan tanaman.

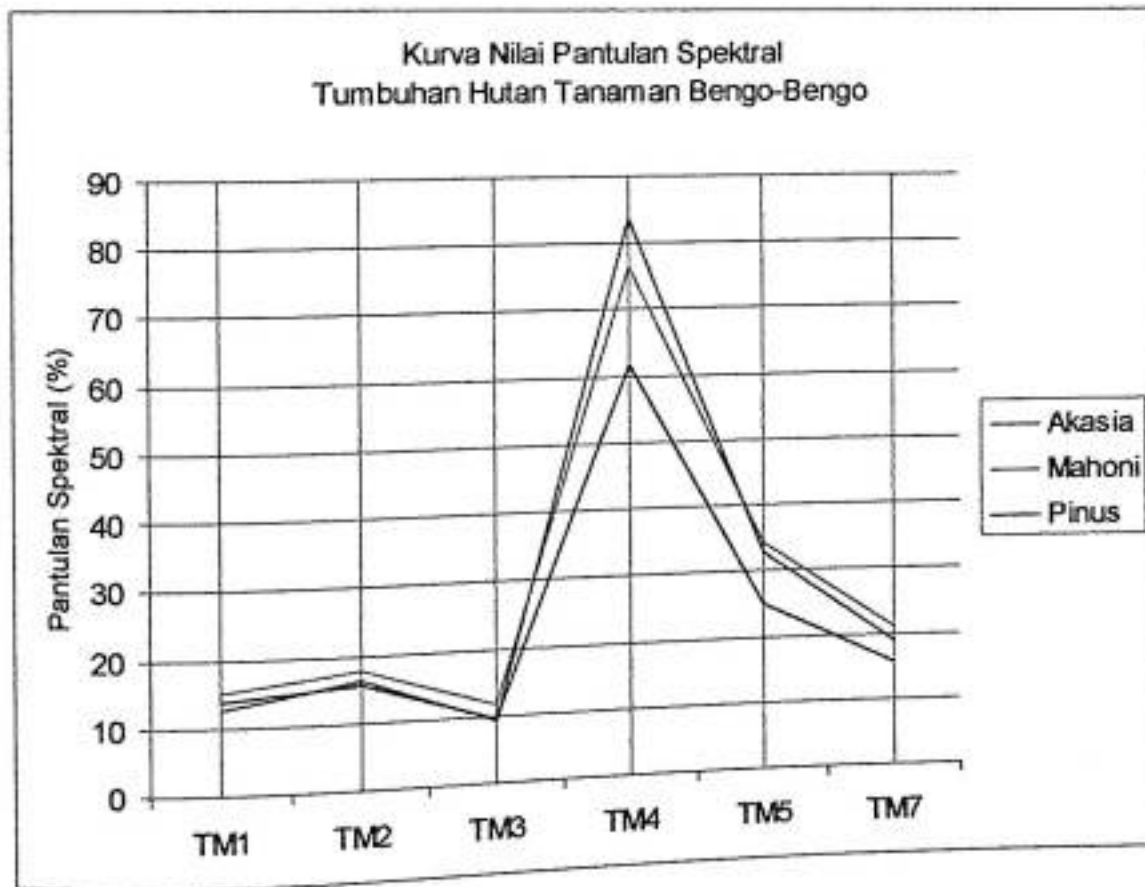
		Tumbuhan Hutan Tanaman		
		Akasia	Mahoni	Pinus
RVI	rerata	9,4657	6,6151	6,5965
	Simp. Baku	1,9413	0,9118	1,3206
	kisaran	7,5244 - 11,4071	5,7032 - 7,5269	5,2759 - 7,9171
NDVI	rerata	0,7991	0,7336	0,7293
	Simp. Baku	0,0641	0,0335	0,0438
	kisaran	0,7350 - 0,8632	0,7001 - 0,7671	0,6855 - 0,7731
TVI	rerata	1,1394	1,1106	1,1086
	Simp. Baku	0,0301	0,0151	0,0197
	kisaran	1,1093 - 1,1695	1,0955 - 1,1257	1,0888 - 1,1283
BI	rerata	70,9210	71,7486	57,1877
	Simp. Baku	5,9893	6,0194	3,7964
	kisaran	64,9317 - 76,9103	65,7292 - 77,7679	53,3913 - 60,9840
GI	rerata	66,0547	58,3674	46,0983
	Simp. Baku	6,0226	5,7297	5,0119
	kisaran	60,0321 - 72,0774	52,6377 - 64,0971	41,0864 - 51,1102
WI	rerata	-1,4894	-3,7092	0,1637
	Simp. Baku	2,4201	2,7721	2,0144
	kisaran	-3,9094 - 0,9307	-6,4813 - -0,9372	-1,8507 - 2,1781

IV.2. Pembahasan.

IV.2.1 Kurva pantulan spektral tumbuhan hutan tanaman.

Rerata dan kisaran pantulan spektral tumbuhan hutan tanaman merupakan nilai-nilai yang mewakili karakteristik pantulan spektral masing-masing tumbuhan hutan tanaman. Untuk memperoleh gambaran yang lebih jelas tentang karakteristik pantulan spektral tumbuhan hutan tanaman, maka nilai-nilai rerata tersebut ditampilkan sebagai kurva karakteristik pantulan spektral tumbuhan hutan tanaman.

Kurva tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.6



Gambar 4.6 Kurva pantulan spektral tumbuhan hutan tanaman Bengo-bengo.

Rerata pantulan spektral tumbuhan hutan tanaman untuk vegetasi Akasia mempunyai rerata pada saluran TM1 bernilai 12,74%, pada saluran TM2 bernilai

16,11%, pada saluran TM3 bernilai 9,39%, pada saluran TM4 bernilai 83,68%, pada saluran TM5 bernilai 32,83% dan pada saluran TM7 bernilai 19,07%. Untuk vegetasi Mahoni mempunyai rerata pada saluran TM1 bernilai 15,08%, pada saluran TM2 bernilai 17,87%, pada saluran TM3 bernilai 11,72%, pada saluran TM4 bernilai 76,41%, pada saluran TM5 bernilai 34,38% dan pada saluran TM7 bernilai 21,17%. Sedangkan Untuk vegetasi Pinus mempunyai rerata pada saluran TM1 bernilai 13,88%, pada saluran TM2 bernilai 15,50%, pada saluran TM3 bernilai 9,58%, pada saluran TM4 bernilai 61,59%, pada saluran TM5 bernilai 24,94% dan pada saluran TM7 bernilai 15,78%.

Rerata pantulan spektral untuk keseluruhan tumbuhan hutan tanaman kajian pada saluran TM1 bernilai 12,74% hingga 15,087% pada saluran TM2 15.50% hingga 17,87% dan pada saluran TM3 9,4% hingga 11,72%. Gambar 4.6 menunjukkan bahwa rerata pantulan spektral pada saluran TM1 dan TM3 lebih rendah dari pada pantulan spektral pada saluran TM2. Hal ini menunjukkan serapan sebagian besar spektrum biru dan spektrum merah.

Pantulan spektral vegetasi pada spektrum inframerah dekat (saluran TM4) mempunyai nilai yang lebih tinggi dari pada pantulan spektral pada saluran lainya. Tumbuhan hijau yang sehat memberikan pantulan yang besar pada spektrum inframerah dekat karena energi yang datang pada spektrum inframerah dekat ini tidak diserap oleh klorofil. Kisaran pantukan spektral untuk saluram TM4 sebesar 61,70% hingga 83,69%.

Pantulan spektral pada saluran inframerah sedang dan inframerah jauh (saluran TM5 dan TM7) lebih rendah dari saluran inframerah dekat (saluran TM4). Pantulan spektral vegetasi pada spektrum ini sangat dipengaruhi oleh keberadaan kandungan air. Pada vegetasi yang mengandung air, energi pada spektrum ini banyak yang terserap.

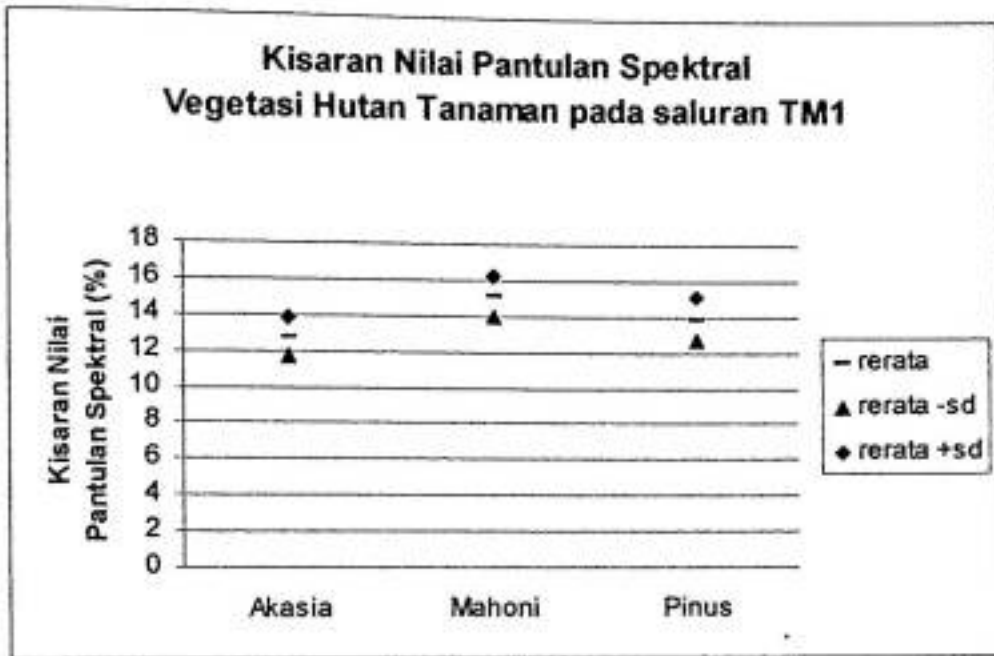
Kisaran pantulan spektral untuk saluran TM5 sebesar 24,941% hingga 34,38% dan kisaran pantulan spektral untuk saluran TM7 sebesar 15,78% hingga 21,18%. Hal ini menunjukkan kandungan air akan menyerap energi lebih besar pada saluran TM7 dibandingkan dengan TM5.

IV.2.2 Pembedaan vegetasi hutan tanaman pada saluran tunggal.

Pembedaan vegetasi hutan tanaman. Pada saluran tunggal data digital Landsat TM dilakukan dengan mempertimbangkan rerata dan kisaran nilai pantulan spektral masing-masing vegetasi. Untuk memudahkan dalam menganalisis kemampuan pembedaan vegetasi hutan tanaman maka rerata dan kisaran nilai pantulan spektral disajikan dalam bentuk grafik.

IV.2.2.1 Saluran TM1.

Grafik rerata nilai pantulan spektral pada saluran TM1 untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik Kisaran Nilai pantulan spektra saluran TM1 untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus.

Rerata nilai pantulan spektral pada TM1 untuk ke tiga vegetasi saling berdekatan. Hal ini menunjukkan pada saluran TM1 vegetasi masih sulit untuk dibedakan. Gambaran yang lebih jelas tentang kemampuan pembedaan vegetasi hutan tanaman dapat dilihat pada Tabel 4.5.

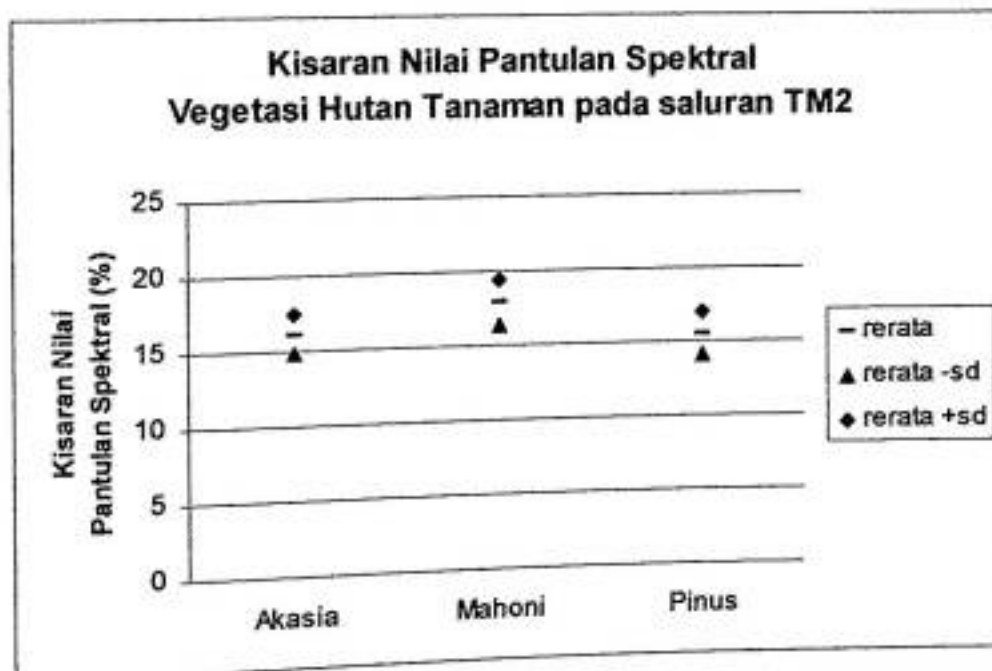
Tabel 4.5 Kemampuan pembedaan vegetasi Hutan tanaman Bengo-bengo pada saluran TM1.

Vegetasi	Akasia	Mahoni	Pinus
Mahoni	S		
Pinus	S	S	
Keterangan:	J: Berjauhan S: Berdekatan B: Berhimpit		

IV.2.2.2 Saluran TM2.

Grafik rerata nilai pantulan spektral pada saluran TM2 untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus dapat dilihat pada Gambar 4.8.

Rerata nilai pantulan spektral pada TM2 untuk vegetasi pinus agak berhimpit dengan rerata nilai pantulan spektral untuk vegetasi Akasi. Hal ini menunjukkan pada saluran TM2 vegetasi Akasia dan Pinus terlampau sulit untuk dibedakan. Berbeda dengan vegetasi Mahoni dan Pinus, pada saluran TM2 masih dapat dibedakan karena jarak nilai rata-ratanya tidak saling berhimpit walaupun masih berdekatan. Begitu pula dengan vegetasi Mahoni dan vegetasi Akasia. Gambaran yang lebih jelas tentang kemampuan pembedaan vegetasi hutan tanaman dapat dilihat pada Tabel 4.6.



Gambar 4.8 Grafik Kisaran Nilai pantulan spektra saluran TM2 untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus.

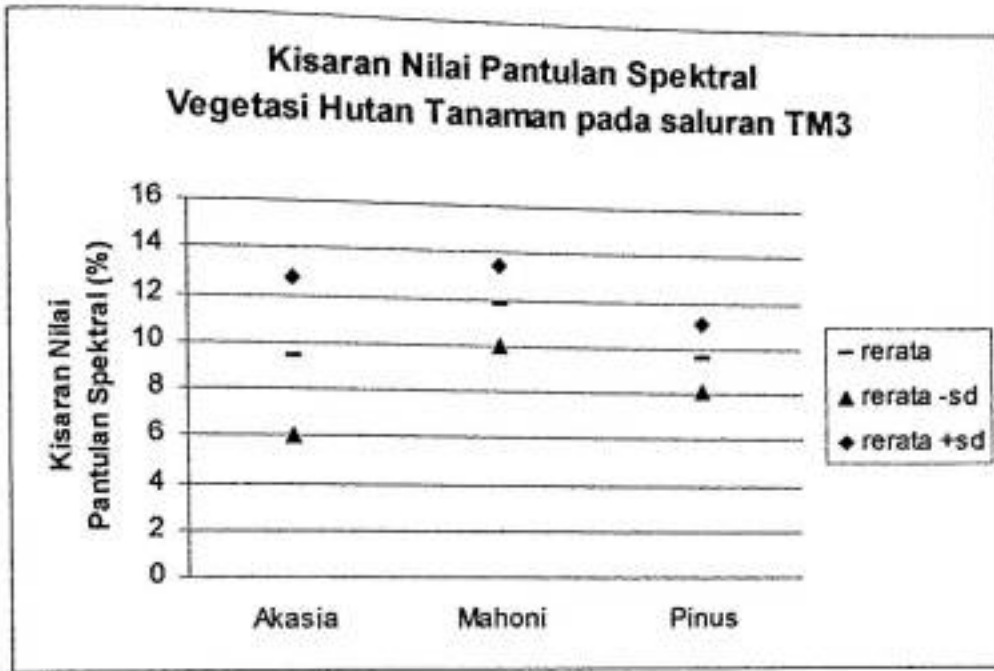
Tabel 4.6 Kemampuan pembedaan vegetasi Hutan tanaman Bengo-bengo pada saluran TM2.

Vegetasi	Akasia	Mahoni	Pinus
Mahoni	S		
Pinus	B	S	
Keterangan:	J: Berjauhan S: Berdekatan B: Berhimpit		

IV.2.2.3 Saluran TM3.

Rerata nilai pantulan spektral pada TM3 untuk vegetasi Akasia cukup berjauhan dengan rerata nilai pantulan spektral vegetasi Mahoni. Untuk vegetasi Mahoni dan vegetasi Pinus jarak reratanya masih cukup berdekatan. Begitu pula untuk vegetasi Mahoni dan vegetasi Pinus. Hal ini menunjukkan pada saluran TM3 vegetasi masih sulit untuk dibedakan. Gambaran yang lebih jelas tentang kemampuan pembedaan vegetasi hutan tanaman dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Adapun grafik rerata nilai pantulan spektral pada saluran TM3 untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Grafik Kisaran Nilai pantulan spektra saluran TM3 untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus.

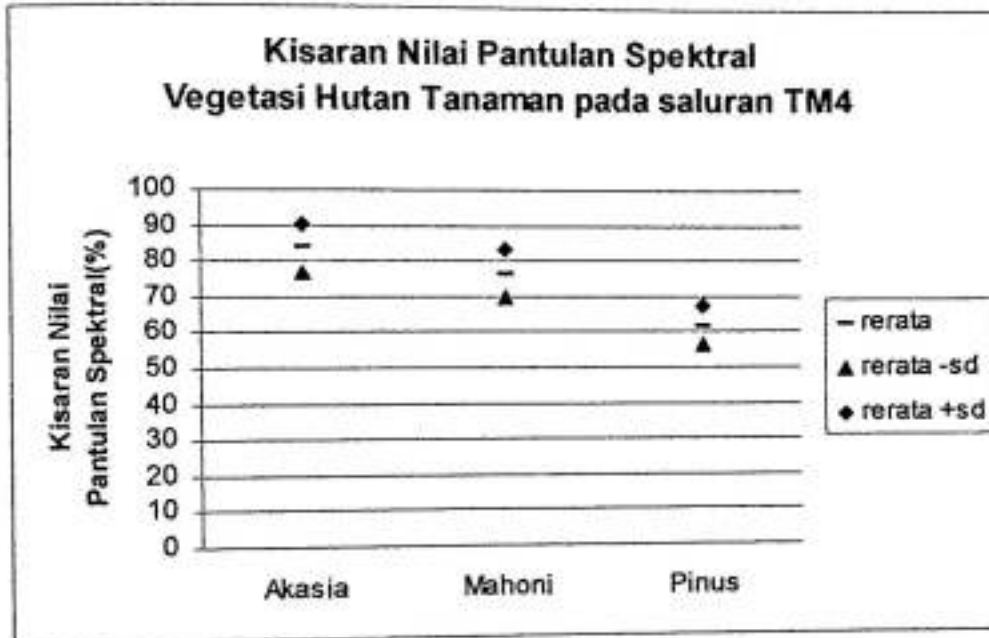
Tabel 4.7 Kemampuan pembedaan vegetasi Hutan tanaman Bengo-bengo pada saluran TM3.

Vegetasi	Akasia	Mahoni	Pinus
Mahoni	J		
Pinus	S	S	
Keterangan:	J: Berjauhan S: Berdekatan B: Berhimpit		



IV.2.2.4 Saluran TM4.

Grafik kisaran nilai pantulan spektral pada saluran TM4 untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Grafik Kisaran Nilai pantulan spektra saluran TM4 untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus.

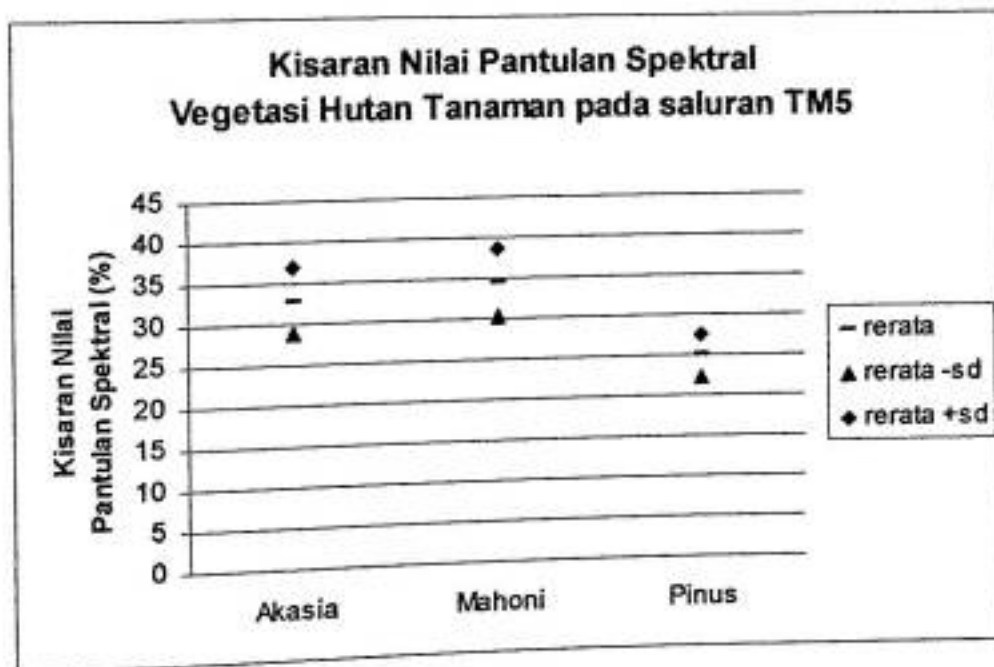
Rerata nilai pantulan spektral pada TM4 untuk vegetasi Akasia tidak berhimpit dengan kisaran nilai pantulan spektral untuk vegetasi Pinus. Begitu pula untuk vegetasi Akasia dengan vegetasi Mahoni dan vegetasi Mahoni dengan vegetasi Pinus. Hal ini menunjukkan pada saluran TM4 setiap vegetasi dapat dibedakan dengan baik karena jarak nilai reratanya saling berjauhan. Gambaran yang lebih jelas tentang kemampuan pembedaan vegetasi hutan tanaman dapat dilihat pada pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Kemampuan pembedaan vegetasi Hutan tanaman Bengo-bengo pada saluran TM4.

Vegetasi	Akasia	Mahoni	Pinus
Mahoni	J		
Pinus	J	J	
Keterangan:	J: Berjauhan S: Berdekatan B: Berhimpit		

IV.2.2.5 Saluran TM5.

Grafik kisaran nilai pantulan spektral pada saluran TM5 untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Grafik Kisaran Nilai pantulan spektra saluran TM5 untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus.

Rerata nilai pantulan spektral pada TM5 untuk vegetasi Akasia dengan kisaran nilai pantulan spektral untuk vegetasi Mahoni berdekatan. Hal ini berbeda dengan nilai rerata nilai pantulan spektral vegetasi Akasia dengan vegetasi Pinus dan vegetasi Mahoni dengan vegetasi Pinus yang jaraknya cukup berjauhan. Hal ini juga menunjukkan pada saluran TM5 masih cukup sulit untuk dapat dibedakan. Gambaran yang lebih jelas tentang kemampuan pembedaan vegetasi hutan tanaman dapat dilihat pada pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Kemampuan pembedaan vegetasi Hutan tanaman Bengo-bengo pada saluran TM5.

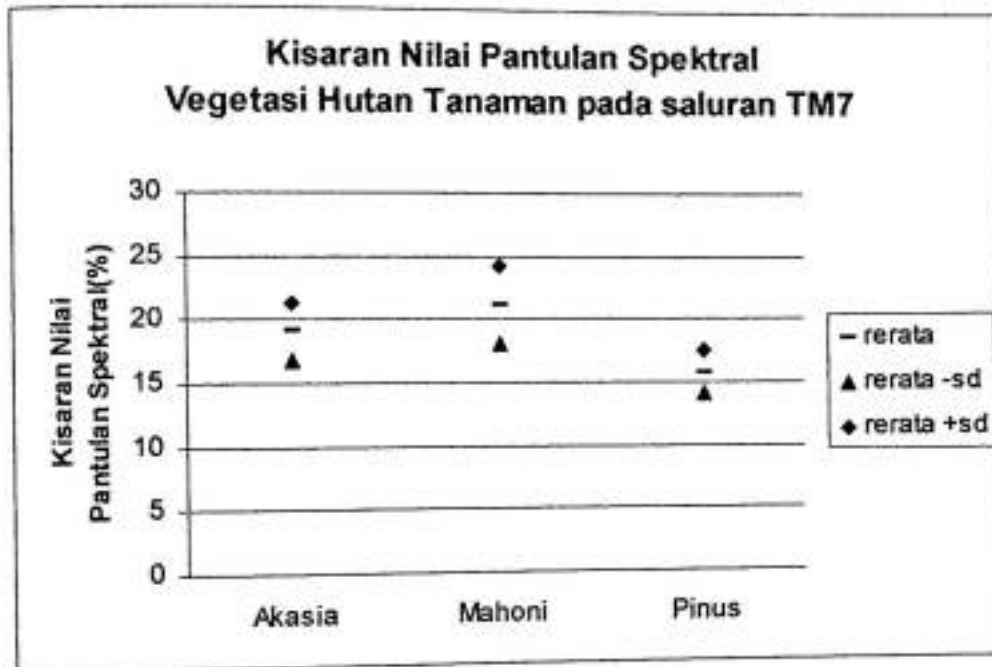
Vegetasi	Akasia	Mahoni	Pinus
Mahoni	S		
Pinus	J	J	
Keterangan:	J: Berjauhan S: Berdekatan B: Berhimpit		

IV.2.2.6 Saluran TM7.

Grafik kisaran nilai pantulan spektral pada saluran TM7 untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus dapat dilihat pada Gambar 4.12.

Rerata nilai pantulan spektral pada TM7 untuk vegetasi Akasia masih cukup berdekatan dengan rerata nilai pantulan spektral vegetasi Mahoni. Hal ini berbeda dengan nilai rerata nilai pantulan spektral vegetasi Akasia dengan vegetasi Pinus dan vegetasi Mahoni dengan vegetasi Pinus yang jaraknya cukup berjauhan. Hal ini juga menunjukkan pada saluran TM7 masih cukup sulit untuk dapat dibedakan. Gambaran

yang lebih jelas tentang kemampuan pembedaan vegetasi hutan tanaman dapat dilihat pada pada Tabel 4.10.



Gambar 4.12 Grafik Kisaran Nilai pantulan spektra saluran TM7 untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus.

Tabel 4.10 Kemampuan pembedaan vegetasi Hutan tanaman Bengo-bengo pada saluran TM7.

Vegetasi	Akasia	Mahoni	Pinus
Mahoni	S		
Pinus	J	J	
Keterangan:	J: Berjauhan S: Berdekatan B: Berhimpit		

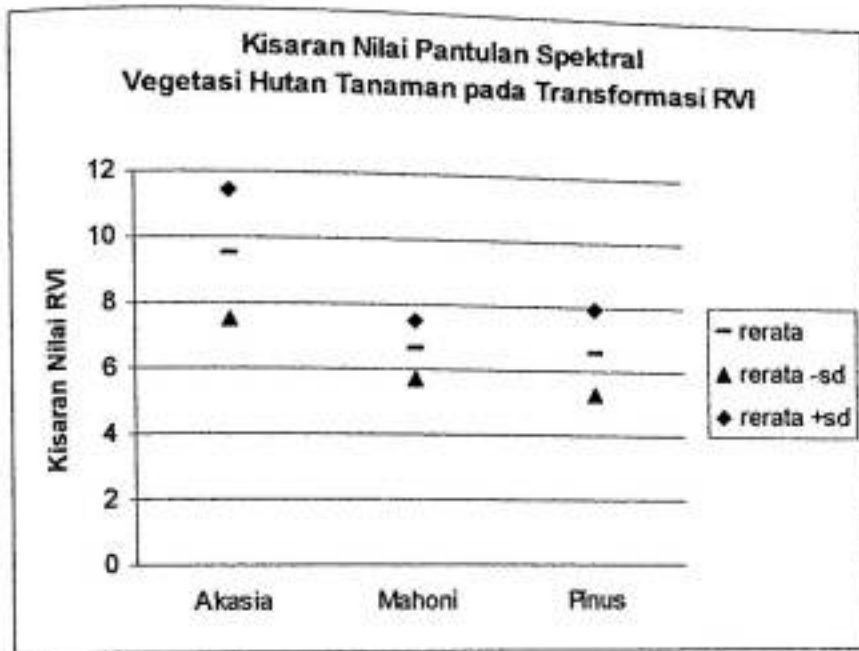
IV.2.3 Transformasi indeks vegetasi.

Citra hasil transformasi RVI, NDVI, dan TVI menunjukkan dengan jelas perbedaan antara vegetasi, tanah dan air. Untuk transformasi GI, vegetasi dapat dikenali dengan mudah dan untuk transformasi WI, air dan objek yang mengandung air tampak dapat dikenali dengan baik dari pada objek lainnya. Kisaran nilai indeks vegetasi dapat digunakan untuk analisis perbedaan vegetasi hutan tanaman pada data citra digital Landsat.

IV.2.3.1 Transformasi RVI.

Grafik kisaran nilai indeks vegetasi transformasi RVI untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus dapat dilihat pada Gambar 4.13.

Rerata nilai indeks vegetasi RVI untuk vegetasi Mahoni berhimpit dengan rerata nilai untuk indeks vegetasi RVI untuk vegetasi Pinus. Akan tetapi untuk vegetasi Pinus dengan vegetasi Akasia nilai reratanya berjauhan. Begitu pula untuk vegetasi Akasia dengan vegetasi Mahoni. Hal ini menunjukkan pada saluran indeks vegetasi transformasi RVI untuk setiap vegetasi masih cukup sulit untuk dapat dibedakan. Gambaran yang lebih jelas tentang kemampuan perbedaan vegetasi hutan tanaman dapat dilihat pada pada Tabel 4.11.



Gambar 4.13 Grafik Kisaran Nilai indeks vegetasi transformasi RVI untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus.

Tabel 4.11 Kemampuan pembedaan vegetasi Hutan tanaman Bengo-bengo pada transformasi indeks vegetasi RVI.

Vegetasi	Akasia	Mahoni	Pinus
Mahoni	J		
Pinus	J	B	

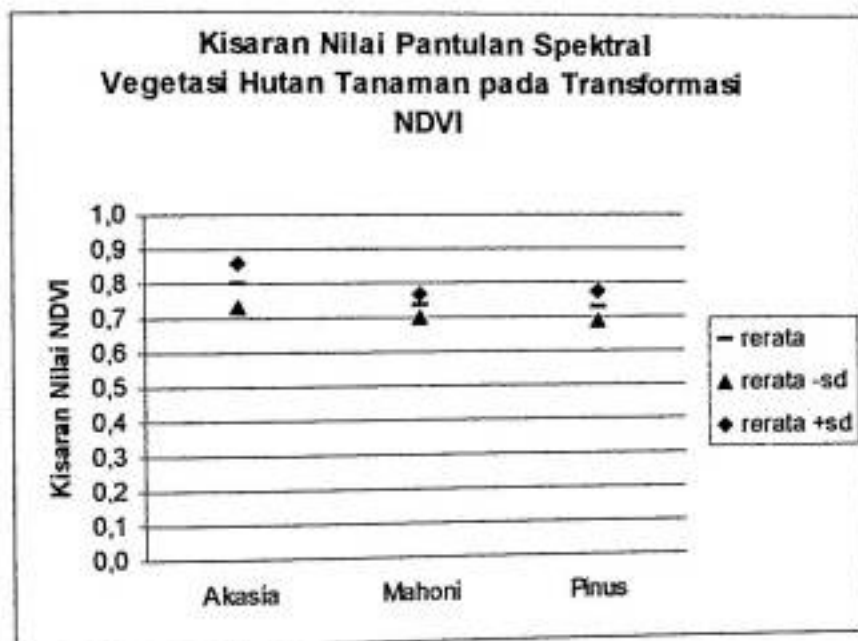
Keterangan: J: Berjauhan
S: Berdekatan
B: Berhimpit

IV.2.3.2 Transformasi NDVI

Grafik kisaran nilai indeks vegetasi transformasi NDVI untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus dapat dilihat pada Gambar 4.14.

Rerata nilai indeks vegetasi NDVI untuk vegetasi Mahoni berhimpit dengan rerata nilai untuk indeks vegetasi NDVI untuk vegetasi Pinus. Akan tetapi untuk

vegetasi Akasia dengan vegetasi Mahoni dan vegetasi Akasia dengan vegetasi Pinus jarak nilai reratanya berjauhan. Walaupun demikian hal ini menunjukkan pada saluran indeks vegetasi transformasi NDVI untuk setiap vegetasi masih sulit untuk dapat dibedakan. Gambaran yang lebih jelas tentang kemampuan perbedaan vegetasi hutan tanaman dapat dilihat pada pada Tabel 4.12.



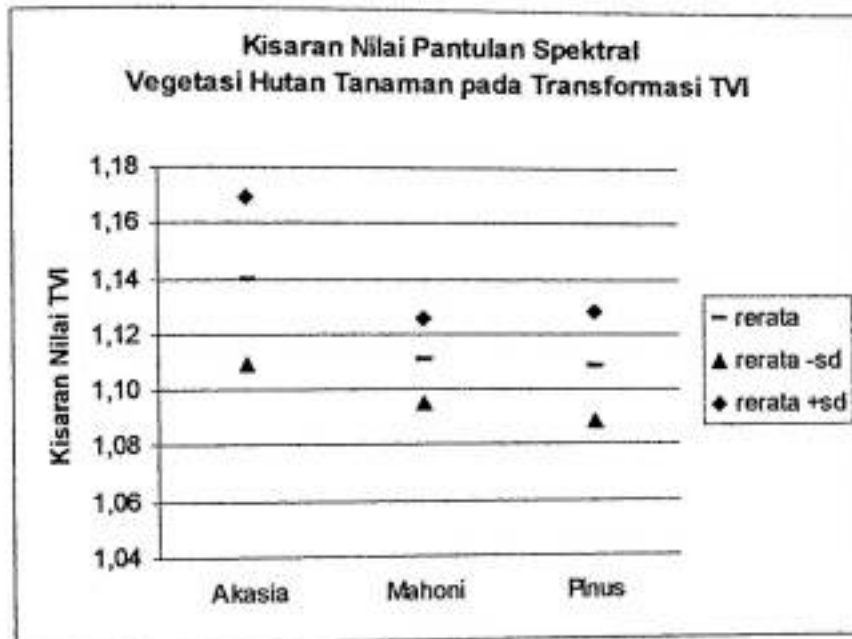
Gambar 4.14 Grafik Kisaran Nilai indeks vegetasi transformasi NDVI untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus.

Tabel 4.12 Kemampuan perbedaan vegetasi Hutan tanaman Bengo-bengo pada transformasi indeks vegetasi NDVI.

Vegetasi	Akasia	Mahoni	Pinus
Mahoni	S		
Pinus	S	B	
Keterangan: J: Berjauhan S: Berdekatan B: Berhimpit			

IV.2.3.3 Transformasi TVI.

Grafik kisaran nilai indeks vegetasi transformasi TVI untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Grafik Kisaran Nilai indeks vegetasi transformasi TVI untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus.

Rerata nilai indeks vegetasi TVI untuk vegetasi Akasia dengan rerata nilai untuk indeks vegetasi TVI untuk vegetasi Mahoni berjauhan. Begitu pula untuk vegetasi Akasia dengan rerata nilai untuk indeks vegetasi TVI untuk vegetasi Pinus. Akan tetapi hal ini berbeda dengan vegetasi Mahoni dan vegetasi Pinus yang menunjukkan rerata nilai untuk indeks vegetasi TVI yang cukup berhimpit. Hal ini menunjukkan pada saluran indeks vegetasi transformasi TVI untuk setiap vegetasi masih sulit untuk dapat dibedakan. Gambaran yang lebih jelas tentang kemampuan pembedaan vegetasi hutan tanaman dapat dilihat pada pada Tabel 4.13.

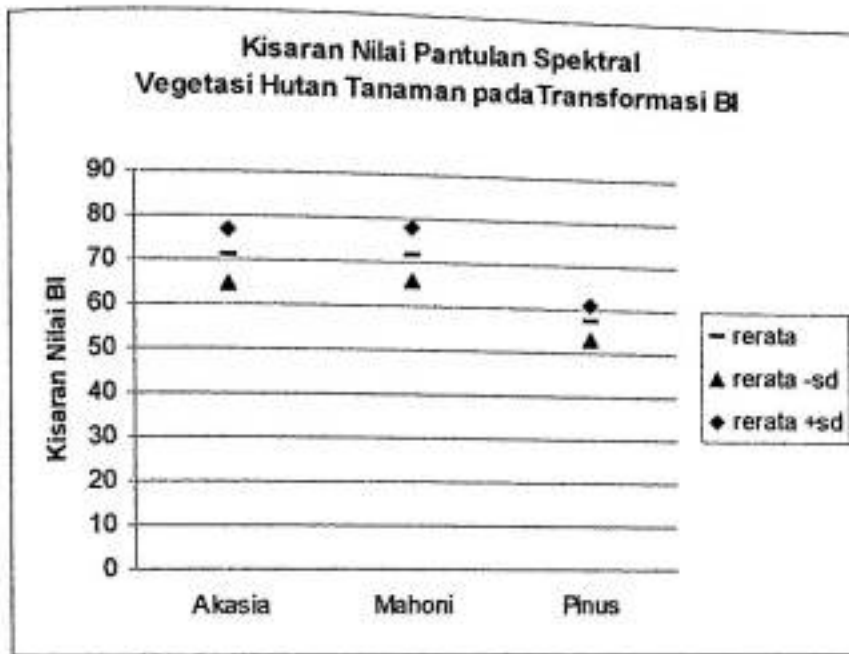
Tabel 4.13 Kemampuan pembedaan vegetasi Hutan tanaman Bengo-bengo pada transformasi indeks vegetasi TVI.

Vegetasi	Akasia	Mahoni	Pinus
Mahoni	J		
Pinus	J	B	
Keterangan: J: Berjauhan S: Berdekatan B: Berhimpit			

IV.2.3.4 Transformasi BI.

Grafik kisaran nilai indeks vegetasi transformasi BI untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus dapat dilihat pada Gambar 4.16.

Rerata nilai indeks vegetasi BI untuk vegetasi Akasia berhimpit dengan rerata nilai untuk indeks vegetasi BI untuk vegetasi Mahoni. Akan tetapi untuk vegetasi Akasia dengan vegetasi Pinus, jarak nilai reratanya berjauhan. Begitu pula untuk vegetasi Mahoni dan vegetasi Pinus. Hal ini menunjukkan pada saluran indeks vegetasi transformasi BI untuk setiap vegetasi masih sulit untuk dapat dibedakan. Gambaran yang lebih jelas tentang kemampuan pembedaan vegetasi hutan tanaman dapat dilihat pada pada Tabel 4.14.



Gambar 4.16 Grafik Kisaran Nilai indeks vegetasi transformasi BI untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus.

Tabel 4.14 Kemampuan pembedaan vegetasi Hutan tanaman Bengo-bengo pada transformasi indeks vegetasi BI.

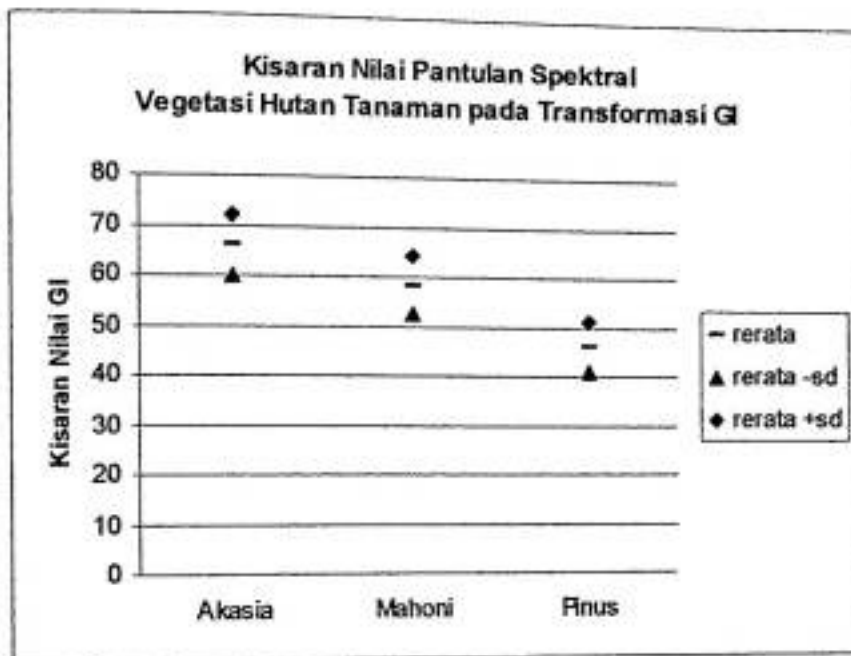
Vegetasi	Akasia	Mahoni	Pinus
Mahoni	B		
Pinus	J	J	
Keterangan: J: Berjauhan S: Berdekatan B: Berhimpit			

IV.2.3.5 Transformasi GI.

Grafik kisaran nilai indeks vegetasi transformasi GI untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus dapat dilihat pada Gambar 4.17.

Rerata nilai indeks vegetasi GI untuk masing-masing vegetasi berjauhan. Hal ini menunjukkan pada saluran indeks vegetasi transformasi GI untuk setiap vegetasi

dapat dibedakan. Gambaran yang lebih jelas tentang kemampuan pembedaan vegetasi hutan tanaman dapat dilihat pada pada Tabel 4.15.



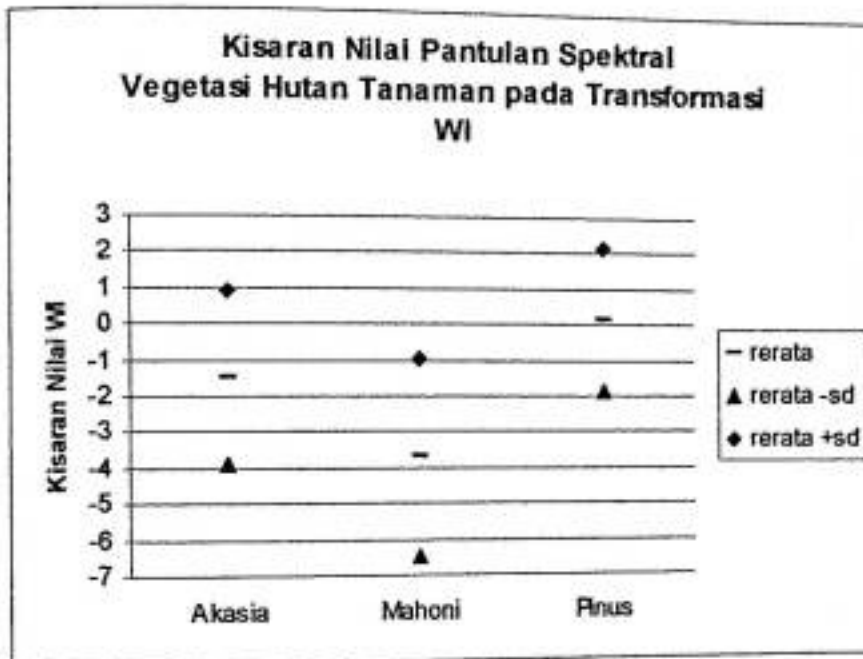
Gambar 4.17 Grafik Kisaran Nilai indeks vegetasi transformasi GI untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus.

Tabel 4.15 Kemampuan pembedaan vegetasi Hutan tanaman Bengo-bengo pada transformasi indeks vegetasi GI.

Vegetasi	Akasia	Mahoni	Pinus
Mahoni	J		
Pinus	J	J	
Keterangan: J: Berjauhan S: Berdekatan B: Berhimpit			

IV.2.3.6 Transformasi WI.

Grafik kisaran nilai indeks vegetasi transformasi WI untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Grafik Kisaran Nilai indeks vegetasi transformasi WI untuk vegetasi Akasia, Mahoni dan Pinus.

Rerata nilai indeks vegetasi WI untuk masing-masing vegetasi berjauhan. Hal ini menunjukkan pada saluran indeks vegetasi transformasi WI untuk setiap vegetasi cukup dapat dibedakan. Gambaran yang lebih jelas tentang kemampuan pembedaan vegetasi hutan tanaman dapat dilihat pada pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Kemampuan pembedaan vegetasi Hutan tanaman Bengo-bengo pada transformasi indeks vegetasi WI.

Vegetasi	Akasia	Mahoni	Pinus
Mahoni	J		
Pinus	J	J	
Keterangan: J: Berjauhan S: Berdekatan B: Berhimpit			

IV.2.4 Saluran spektral terbaik untuk pembedaan jenis vegetasi hutan tanaman Bengo-bengo.

Suatu saluran spektral dianggap terbaik apabila nilai-nilai pantulan spektral pada saluran tersebut menunjukkan perbedaan yang jelas untuk obyek-obyek yang berbeda. Pemilihan saluran spektral terbaik untuk pembedaan jenis-jenis vegetasi hutan tanaman dapat dilakukan dengan mempertimbangkan kemampuan saluran spektral tersebut dalam membedakan jenis vegetasi hutan tanaman. Dari pembahasan sebelumnya, dapat dirangkum tentang tingkat kemampuan saluran-saluran spektral pada citra data digital Landsat TM untuk pembedaan jenis vegetasi hutan tanaman, sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Tingkat kemampuan saluran-saluran untuk pembedaan vegetasi hutan tanaman Bengo-bengo.

Saluran Spektral	Jumlah pasangan yang reretanya berjauhan	Jumlah Pasangan yang reretanya berdekatan	Jumlah pasangan yang reretanya berhimpit
TM1	0	3	0
TM2	0	2	1
TM3	1	2	0
TM4	3	0	0
TM5	2	1	0
TM7	2	1	0
RVI	2	0	1
NDVI	0	2	1
TVI	2	0	1
BI	2	0	1
GI	3	0	0
WI	3	0	0

Dari Tabel 4.17 menunjukkan saluran saluran yang mempunyai kemampuan untuk membedakan vegetasi hutan tanaman, yakni saluran TM4, transformasi GI, dan transformasi WI. Dari ke tiga saluran tersebut, semua dapat membedakan jenis vegetasi hutan tanaman. Hal ini dapat dilihat dari jarak rerata setiap vegetasi berjauhan.

Analisis citra data digital penginderaan jauh umumnya dilakukan secara multispektral yakni melibatkan beberapa saluran spektral sekaligus, bukan hanya menganalisis pada saluran-saluran tunggal secara sendiri-sendiri. Salah satu tahapan dalam analisis digital multispektral adalah pembuatan citra komposit warna semu. Pembuatan citra komposit warna semu memerlukan 3 saluran citra yang dipadukan.

Pembuatan citra komposit untuk keperluan analisis vegetasi hutan tanaman sebaiknya menggunakan saluran TM4, saluran transformasi indeks vegetasi GI dan saluran transformasi indeks vegetasi WI. Ketiga saluran tersebut saling melengkapi dan mempunyai kemampuan besar dalam pembedaan vegetasi hutan tanaman. Berbagai kombinasi warna semu dapat dibuat dari ketiga saluran tersebut. Salah satu diantaranya adalah kombinasi RGB GI-TM4-WI, yakni memberi warna dasar merah pada citra hasil transformasi GI, warna dasar hijau pada citra saluran TM4 dan warna dasar biru pada citra hasil transformasi WI yang meliputi daerah penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 4.19.

Gambar 4.19 menunjukkan bahwa variasi nilai vegetasi berkisar dari warna putih hingga keunguan, air berwarna biru, tanah terbuka berwarna hijau, ladang berwarna coklat kehitaman, kerapatan vegetasi juga dapat dilihat dengan tingkat keunguan. Vegetasi Pinus yang sangat rapat terlihat dengan warna ungu yang kuat. Vegetasi Mahoni dan vegetasi Akasia terlihat dengan warna ungu kearah putih, dan hutan alam terlihat lebih cerah kewarna putih. Vegetasi Mahoni dan vegetasi akasia secara visual masih sangat sulit untuk dibedakan, karena tingkat rona warnanya berdekatan, oleh karena itu untuk dapat membedakannya dapat dilakukan dengan penyadapan nilai spektral setiap saluran lalu membandingkannya dengan kurva kisaran untuk setiap jenis vegetasi.

Adapun interpretasi visual 3 dimensi citra hasil komposit band RGB GI – TM4 – WI dapat dilihat pada Gambar 4.20.

Dari Gambar 4.20 dapat diketahui sebaran vegetasi pinus secara visual. Sebaran vegetasi Pinus pada citra, kebanyakan tersebar disekitar daerah perbukitan. Hal ini sesuai dengan keadaan lokasi di lapangan. Dari lokasi di lapangan Pinus dengan mudah terlihat disekitar puncak-puncak bukit di sepanjang jalan poros Makassar – Bone di sekitar kawasan Hutan Pendidikan.

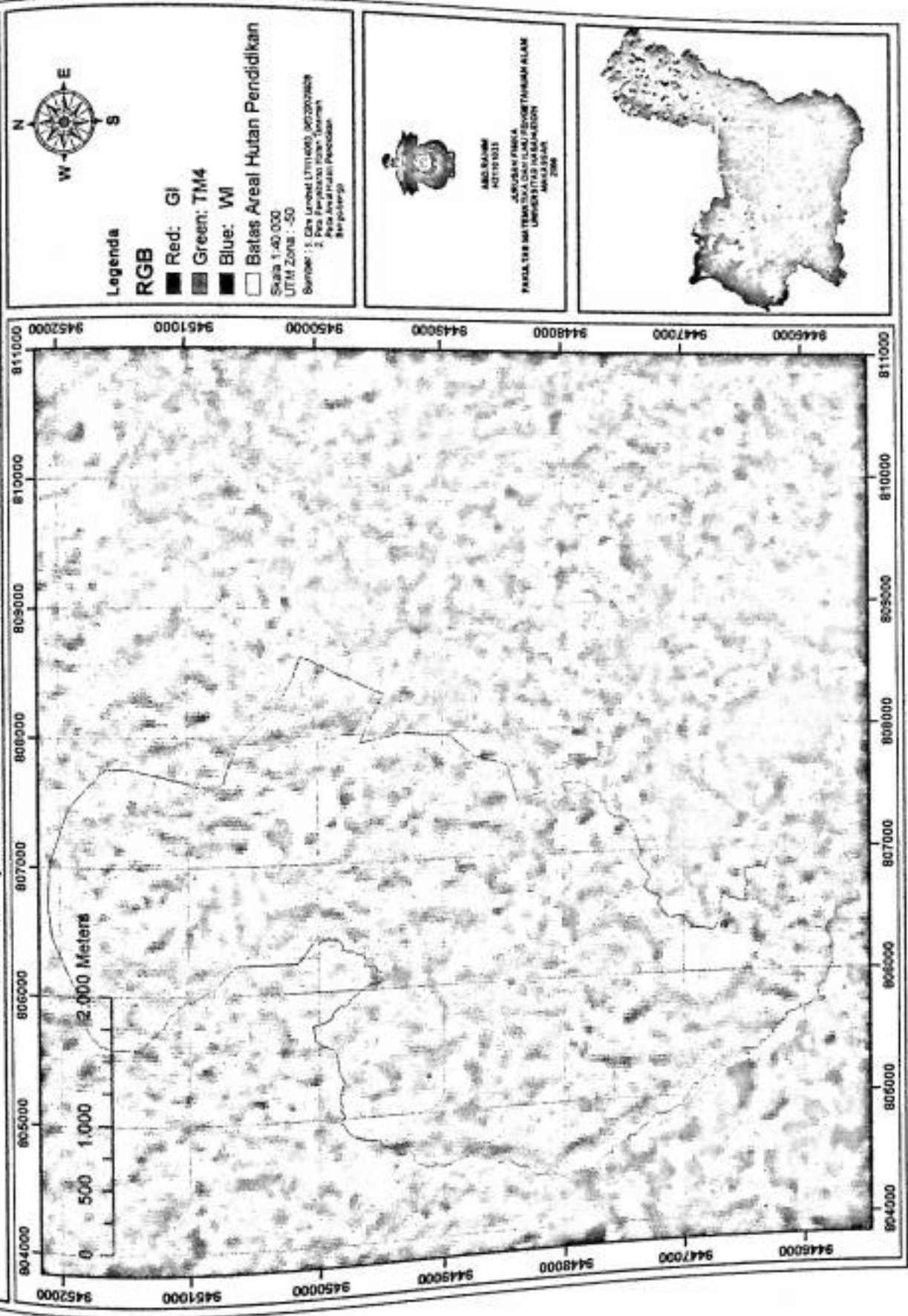
IV.2.5 Klasifikasi Vegetasi Hutan Tanaman Areal Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin di Bengo-Bengo.

Hasil klasifikasi citra untuk vegetasi hutan tanaman Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin di Bengo-bengo dapat dilihat pada Gambar 4.21. Klasifikasi menggunakan klasifikasi maximum likelihood dengan melibatkan seluruh saluran dan tranformasi indeks vegetasi. Adapun luasan dari hasil klasifikasi dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Luasan klas hasil klasifikasi vegetasi Hutan Tanaman area Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin.

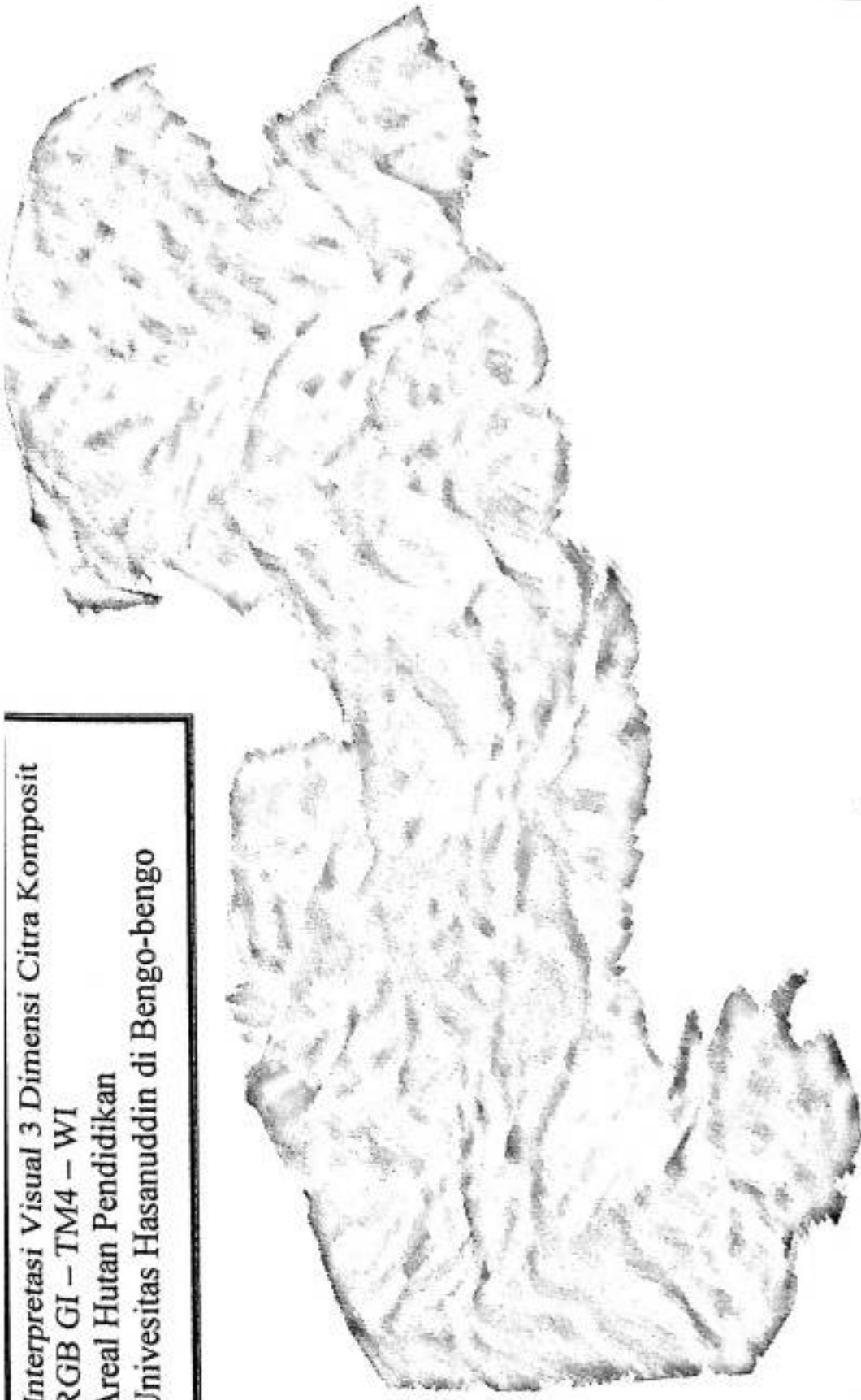
Class/Region	Area Summary Report			
	Hectares	Sq. Km	Acres	Sq. Miles
AKASIA	605,8800	6,0590	1.497,1620	2,3390
MAHONI	240,0300	2,4000	593,1270	0,9270
PINUS	426,8700	4,2690	1.054,8190	1,6480
TANAH TERBUKA	150,8400	1,5080	372,7340	0,5820
All	3.425,7600	34,2580	8.465,2380	13,2270

Citra Komposit RGB GI - TM4 - WI Area Liputan

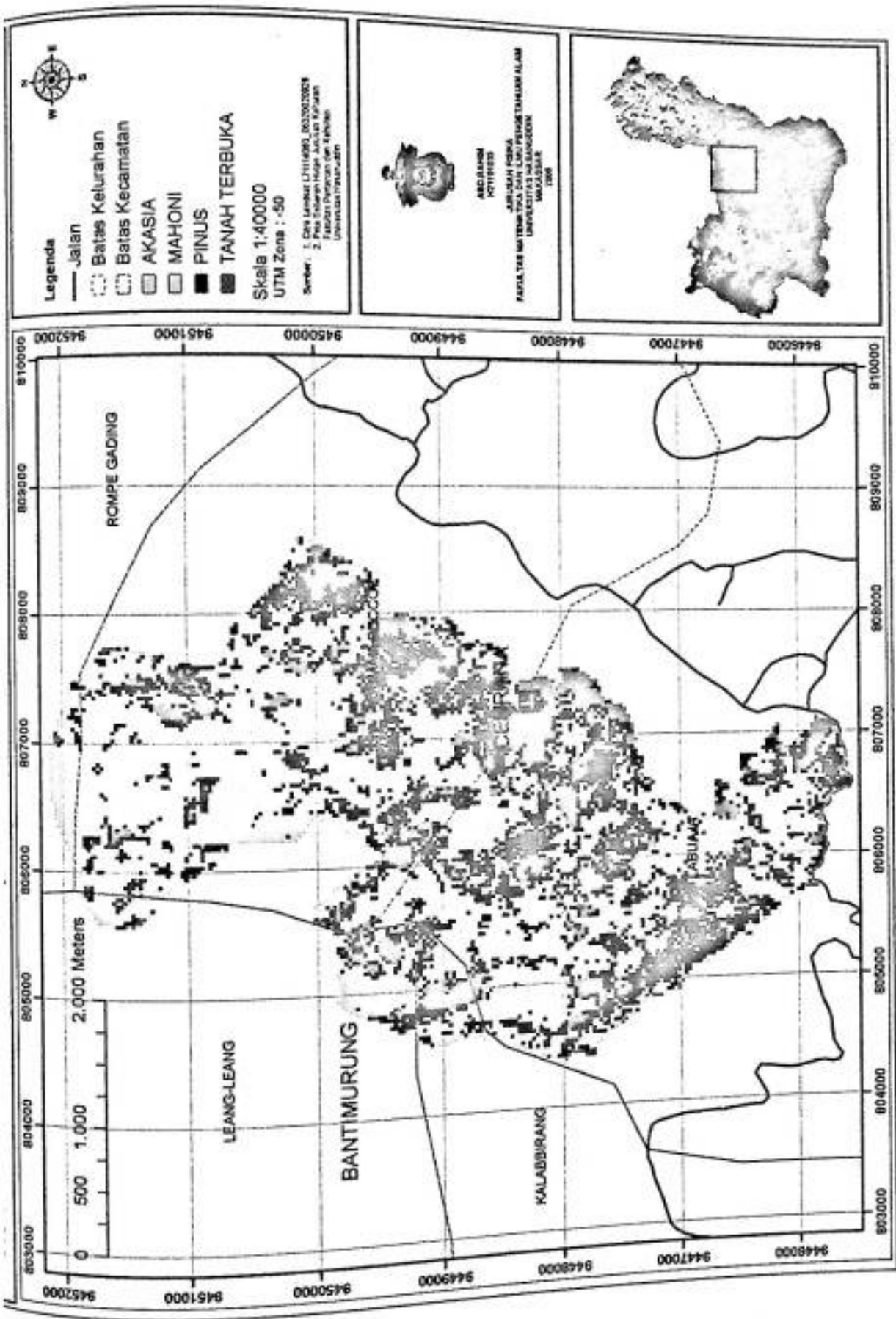


Gambar 4.19 Citra komposit RGB GI – TM4 – WI Area liputan.

Interpretasi Visual 3 Dimensi Citra Komposit
RGB GI - TM4 - WI
Areal Hutan Pendidikan
Univesitas Hasanuddin di Bengo-bengo



Gambar 4.20 Interpretasi Visual 3 dimensi Citra komposit RGB GI - TM4 - WI Area liputan Hutan Pendidikan.



Gambar 4.21 Citra Hasil Klasifikasi Multispektral Maximum Likelihood untuk vegetasi hutan tanaman Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin di Bengo-bengo.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN



V.1 Kesimpulan.

Berdasarkan hasil dan pembahasan dalam penelitian ini dapat dirumuskan kesimpulan :

1. Vegetasi tumbuhan Hutan Tanaman dapat dikenali pada data citra digital Landsat 7ETM yaitu vegetasi Akasia, vegetasi Mahoni dan vegetasi Pinus melalui proses pengenalan pola spektral yang mempunyai ketelitian sebesar 90%.
2. Saluran TM4 pada data citra digital Landsat 7ETM merupakan saluran yang mempunyai kemampuan yang baik dalam membedakan jenis vegetasi hutan tanaman di Hutan Pendidikan Bengo-bengo. Selain itu, transformasi indeks vegetasi Tasseled-cap untuk sumbu kehijauan (greeness-GI) dan kebasahan (wetness-WI) juga mempunyai kemampuan yang baik dalam membedakan jenis vegetasi hutan tanaman di Hutan Pendidikan Bengo-bengo. Dengan demikian pemanfaatan data digital Landsat 7ETM untuk pengenalan jenis vegetasi hutan tanaman untuk vegetasi Akasi, vegetasi Mahoni dan vegetasi Pinus perlu melibatkan saluran TM4, sumbu transformasi GI dan sumbu transformasi WI.
3. Dari Tabel 4.3 diketahui bahwa pantulan spektral tumbuhan hutan tanaman pada data digital Landsat 7ETM untuk vegetasi Akasia mempunyai rerata pada

saluran TM1 bernilai 12,74%, pada saluran TM2 bernilai 16,11%, pada saluran TM3 bernilai 9,39%, pada saluran TM4 bernilai 83,68%, pada saluran TM5 bernilai 32,83% dan pada saluran TM7 bernilai 19,07%. Untuk vegetasi Mahoni mempunyai rerata pada saluran TM1 bernilai 15,08%, pada saluran TM2 bernilai 17,87%, pada saluran TM3 bernilai 11,72%, pada saluran TM4 bernilai 76,41%, pada saluran TM5 bernilai 34,38% dan pada saluran TM7 bernilai 21,17%. Sedangkan Untuk vegetasi Pinus mempunyai rerata pada saluran TM1 bernilai 13,88%, pada saluran TM2 bernilai 15,50%, pada saluran TM3 bernilai 9,58%, pada saluran TM4 bernilai 61,59%, pada saluran TM5 bernilai 24,94% dan pada saluran TM7 bernilai 15,78%

4. Interpretasi visual dengan menggunakan komposit band RGB GI – TM4 – WI, secara visual vegetasi Pinus dapat dikenali dengan baik di area Hutan Pendidikan Bengo-bengo. Untuk pembedaan vegetasi Akasi dan Mahoni masih kurang baik. Hal ini dikarenakan rona warna yang agak berdekatan sehingga untuk pembedaanya selain dengan cara visual perlu juga dengan peyadapan pantulan spektral dan mencocokkan nilai pantulan spektralnya di kurva rerata dan kisaran pantulan spektral dan nilai indeks vegetasi.

V.2 Saran.

1. Penelitian ini merupakan penelitian dasar yang masih perlu disempurnakan dan dilanjutkan, melalui dengan memasukkan lebih banyak lagi jenis vegetasi dengan melibatkan struktur daun dan pengaruh kandungan pigment dan kandungan air dalam daun terhadap nilai pantulan spektralnya.
2. Citra komposit warna semu yang digunakan dalam penelitian atau survei mengenai agihan jenis vegetasi hutan tanaman seperti vegetasi Akasia, vegetasi Mahoni dan vegetasi Pinus yang menggunakan data digital Landsat 7ETM, sebaiknya melibatkan saluran TM4, sumbu transformasi kehijauan (greenness-GI) dan kebasahan (wetness-WI), yakni kombinasi RGB GI – TM4 – WI.

DAFTAR PUSTAKA

1. **Hartini, Sri;** *Pengujian Kemampuan Data Hiperspektral untuk Pemetaan Komposisi dan Keanekaragaman Hutan Tropis*, GEO-INFORMATIKA, Agustus 2001, Vol. 8 No.1, 2001
2. **Kartini;** *Pengelolaan pada areal Hutan Pendidikan Bengo-bengo, Kecamatan Cenrana, Kabupaten Maros, dan Dinas Kehutanan dan Perkebunan, Kabupaten Maros Sulawesi Selatan*, Laporan Kerja Praktek, Makassar, Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Hasanuddin, 2004
3. **Lillesand, T.M dan Kiefer,S.W;** *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*, Yogyakarta, Gajah Mada University Press, 1997
4. **Susanto;** *Penginderaan jauh 1; Penginderaan jauh 2*, Yogyakarta, Gajah Madah University Press, 1994.
5. **Samsuri;** *Aplikasi Penginderaan Jauh dalam Pengelolaan Sumberdaya Hutan*, Medan, Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, 2005.
6. **Arif, Samsu;** *Kuliah Penginderaan Jauh Dasar 1 dan 2; Kuliah Prinsip Dasar Pengolahan Citra*, Makassar, Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, 2004.

7. **Danoedoro, Projo;** *Pengolahan Citra Digital, Teori dan Aplikasinya dalam Bidang Penginderaan Jauh*, Yogyakarta, Fakultas Geografi Universitas Gajah Madah, 1996
8. **Murni, Arniati;** *Pengantar Pengolahan Citra*, Jakarta, PT Elex Media Komputindo, 1992.
9. **Amran, Muhammad Ansar;** *Karakteristik Pantulan Spektral Tumbuhan Mangrove pada Citra Digital Landsat TM, Studi Kasus di Kawasan Hutan Mangrove Kabupaten Luwu, Sulawesi Selatan*, Yogyakarta, Program Studi Penginderaan Jauh Jurusan Ilmu-Ilmu Matematika dan Pengetahuan Alam Universitas Gajah Mada, 1999.