

**KAJIAN PERUBAHAN GUNATANAH DAN LITUPAN TANAH
DAERAH IPOH DARIPADA IMEJ PENDERIAAN JAUH**

Oleh

MOHD SALEEH BIN KHALIDIN

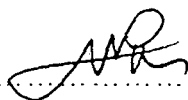
**Tesis yang diserahkan untuk memenuhi
Keperluan bagi Ijazah Sarjana Sains**

Disember 2002

PENGAKUAN

Saya akui tesis ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali petikan
yang telah dinyatakan sumbernya dengan jelas.

Tandatangan:



Nama: Mohd Salleh Bin Khalidin

Tarikh: Disember 2002

Penghargaan

Alhamdulillah syukur atas limpah kurnia Allah s.w.t. kerana membolehkan saya menerima biasiswa Kementerian Pendidikan untuk menjalankan kajian sarjana dalam bidang Ukur Tanah yang kini dikenali sebagai Sains Geomatik. Kajian khusus yang dijalankan di dalam bidang Penderiaan Jauh (*Remote Sensing*). Di sini saya mengambil kesempatan di ruangan ini untuk mengucapkan jutaan terima kasih kepada semua yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam usaha membantu saya menjalankan kajian sarjana ini, terutamanya Penyelia Utama Dr Mohd Sanusi S.Ahamad dan Penyelia Bersama Prof. Madya Dr. Wan Aminuddin. Rakan-rakan seperjuangan, Abdullah Husin, Asri dan Rosli yang sama membantu melakukan pensampelan. Juruteknik. USM Junaidi, Pegawai MACRES Puan Nik yang membantu mendapatkan data Landsat 5 TM, pihak perpustakaan USM, perpustakaan JUPEM yang membantu untuk mendapat bahan rujukan seperti buku dan Electronic Journals. Akhir sekali saya mengucapkan jutaan terima kasih kepada semua yang terlibat, yang namanya tidak dapat disenaraikan di sini, hanya Allah s.w.t sahaja yang mampu membalas budi dan jasa baik anda semua.

ABSTRAK

Penderiaan jauh adalah proses memperolehi maklumat ke atas objek-objek, kawasan dan fenomena melalui analisis data tanpa menyentuhnya secara fizikal. Data penderiaan jauh amat efisien serta efektif untuk digunakan dalam analisis pengesanan perubahan litupan tanah dan guna tanah sesuatu kawasan, kerana pengambilan data dibuat secara konsisten menggunakan alat satelit. Pengesanan perubahan secara penderiaan jauh adalah proses mengenalpasti sesuatu bentuk fizikal, lokasi atau ciri-ciri spektrum melalui pengesanan perbezaan antara dua set imej yang telah diambil bagi kawasan yang sama tetapi pada masa yang berbeza. Matlamat kajian ialah mengkaji keberkesanan beberapa teknik pengesanan perubahan menggunakan imej Landsat 5 peta bertema daerah Ipoh (Lembah Kinta). Analisis pengesanan perubahan dibuat menggunakan perisian "*IDRISI Geographic Information System and Image Processing Software for Windows*" versi 2.0. Teknik pengesanan perubahan yang dijalankan adalah terdiri daripada prinsip komponen utama, analisis bersiri masa (*time series analysis*), perbezaan imej, nisbah imej, pengelasan-silang, pengelasan berselia dan pengelasan tak terselia. Alat penentududukan sejagat (GPS) juga telah digunakan dalam analisis kerja ukur pensampelan dan kesahihan di bumi. Hasil kajian ini adalah dalam bentuk data statistik, carta-carta dan imej-imej pengelasan, yang menunjukkan beberapa perubahan pada kawasan kajian seperti perubahan kawasan bekas lombong kepada kawasan perindustrian dan perumahan, pertambahan keluasan bandar, dan pertambahan kawasan-kawasan tanaman seperti getah dan kelapa sawit. Hasil kajian boleh digunakan sebagai maklumat tambahan oleh agensi-agensy perancangan guna tanah dalam mengawal proses pertumbuhan kawasan bandar.

ABSTRACT

LAND USE AND LAND COVER CHANGE ANALYSIS IN IPOH DISTRICT FROM REMOTE SENSING IMAGERY

Remote sensing is a process of collecting information about objects, area, or phenomenon through the analysis of data acquired by a device that is not in physical contact with them. Remote Sensing imagery is very efficient and effective for the analysis of land use and land cover changes because the data from the satellite are collected consistently. Change detection is a process where two images at the same location taken on different dates are compared with each other to measure any changes in physical shape, location, or spectral properties. The purpose of this study is to apply various change detection techniques for land use and land cover changes at Kinta Valley (Ipoh) using LANDSAT 5 Thematic Mapper data. The change detection analysis was carried out using the IDRISI Geographic Information System and Image Processing Software for Windows version 2.0. The techniques applied were principle components analysis, time series analysis, image difference, image ratio, cross-tabulation, unsupervised classification and supervised classification. The Global Positioning System (GPS) was also used to support the ground truth and ground sampling processes. The results of this study are in the form of statistical presentation, charts and several classified images showing some significant changes of the land use, for example conversion of the ex-mining land into housing and industrial area, the increase of the urban and plantation area (rubber and oil palm). The result obtained in this study will be useful for the land use planning agency for the urbanization monitoring program.

KANDUNGAN

TAJUK	i
PENGAKUAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KANDUNGAN	vi
SENARAI JADUAL	xii
SENARAI RAJAH	xiv
SENARAI SINGKATAN	xix
LAMPIRAN	xx

Bab 1. PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Objektif Kajian	3
1.4 Kawasan Kajian	3
1.5 Penerangan Bab-Bab Seterusnya	4

Bab 2 KAJIAN LITERATUR PENGGUNAAN PENDERIAAN JAUH DALAM PENGESANAN PERUBAHAN

- 2.1 Pendahuluan
- 2.2 Latarbelakang Pengesanan Perubahan
 - Perubahan Gunatanah Menggunakan Data penderian Jauh Berdigit
- 2.3 Latarbelakang Kajian Yang Menggunakan Data Penderiaan Jauh Di Malaysia
- 2.4 Kategori Perubahan 1

Bab 3 Metodologi Kajian

- 3.1 Pendahuluan 12
- 3.2 Metodologi Kajian 12
- 3.3 Perisian IDRISI 15
- 3.4 Teknik Pengurukan Masa Hakiki 15
 - 3.4.1. Langkah Kerja Menggunakan Alat GPS 17
 - 3.4.2. Sistem “Omnistar Scout 12” 18

Bab 4 Penderiaan Jauh Dan Satelit

- 4.1 Konsep Penderiaan Jauh 19
- 4.2 Prinsip Penderiaan Jauh 20
- 4.3 Sistem Penderiaan Jauh 20
- 4.4 Sumber Sinaran Sistem Penderiaan Jauh. 21
- 4.5 Tenaga Elektromagnet 22
- 4.6 Punca Tenaga Dan Prinsip Pancaran Elektromagnet 22
- 4.7 Pembalikan Daripada Tumbuh-tumbuhan 27
- 4.8 Pembalikan Daripada Tanah –Tanih. 28
- 4.9 Pembalikan Daripada Jasad Air 28
- 4.10 Pancaran Sinaran 28

4.11	Jasad Hitam	30
4.12	Interaksi Tenaga Dengan Atmosfera	30
4.13	Interaksi Tenaga Dengan Permukaan Bumi	32
4.14	Prinsip Keabadian Tenaga.	33
4.15	Jenis-Jenis Pembalikan Oleh Permukaan	33
4.16	Orbit Satelit	35
4.16.1	Orbit Geosegerak	35
4.16.2	Orbit Geopegun (<i>GeoStationary</i>)	36
4.16.3	Orbit Segerak Matahari. (<i>Sun-synchronous</i>)	37
4.17	Ciri-ciri Sistem Landsat Thematic Mapper (TM)	38
4.17.1	Leraian Ruang	40
4.17.2	Leraian Spektrum (<i>spectral resolution</i>)	41
4.17.3	Leraian Radiometri	42
4.17.4	Sistem Penderiaan	42
4.17.5	Kamera	43
4.17.6	Pengesan Elektro-Optikal	44
4.17.6.1.	Cara Merekodkan Imej.	44
4.17.7.	Pengesan Berbilang Spektrum (<i>Multi Spectral Scanner</i>)	45
4.17.8.	Pengesan Sapuan (<i>Push Broom Scanner</i>)	47
4.18.	Panjang Gelombang Data Landsat TM	47
4.19	Format Data Landsat TM	48
4.19.1	Jalur Antara Piksel (<i>Band Interleaved By Pixel –BIP</i>)	48
4.19.2	Jalur antara Barisan (<i>Band Interleaved By Line –BIL</i>)	49
4.19.3.	Jalur Jujukan (<i>Band Sequential - BSQ</i>)	50
4.20.	Latarbelakang Dan Sejarah Perkembangan Satelit	51
4.21	Sistem Penderia Landsat	52
4.22	Teknologi Terkini Satelit Penderiaan Jauh.	55

Bab 5 PEMROSESAN DATA

5.1	Pendahuluan	51
5.2	Proses Mengimport Data	56
5.3	Operasi Pra-pemrosesan Imej Dan Pembetulan	51
5.3.1	Pembetulan Radiometrik.	58
5.3.2	Penormalan Data.	60
5.3.3	Punca-punca Herotan Radiometrik.	61
5.3.4	Kesan Atmosfera Kepada Imej Penderiaan Jauh	62
5.3.5	Pembetulan Selisih Peralatan	63
5.3.6	Pembetulan Kesinaran.	64
5.3.7	Punca Selisih Geometrik Dan Pembetulan Geometrik	70
5.4	Sistem Rujukan RSO	72
5.4.1	Pembetulan Untuk Herotan Geometrik	73
5.4.2	Polinomial Pemetaan Untuk Pembetulan Imej	73
5.4.2.1	Polinomial Pemetaan Dan Titik- Titik Tawalan Bumi	74
5.4.3	Persampelan	75
5.5	Penjelasan imej	78
5.5.1	Peregangan Beza Jelas.	78
5.5.2	Penurasan.	80
5.6	Gabungan Imej	81

Bab 6 Prinsip Komponen Utama dan Analisis Bersiri Masa

6.1	Pengenalan	84
6.2	Analisis Komponen Utama	86
6.3	Keputusan Analisis Komponen Utama Dari Module PCA	87
6.3.1	Analisis Varian-Kovarian	89
6.3.2	Covarian Matriks	89
6.3.3	Analisis Varian	90

6.3.4. Analisis Nilai Eigen	9
6.3.5. Analisis Vektor Eigen	9
6.3.6. Analisis Nilai Beban	9
6.3.7. Imej Gabungan	10
5.4 Analisis Bersiri Masa	10
6.4.1 Teknik Pengesanan Perubahan Secara Bersiri Masa	10
6.4.2. Pemprosesan Data Dan Hasil	110
6.4.3 Perbandingan Gabungan Imej Tahun 1991 Dan 1998	126

Bab 7 Teknik-Teknik Pengesanan Perubahan Gunatanah Dan Litupan Tanah

7.1. Pengenalan	128
7.2. Perbezaan Definasi Gunatanah Dan Litupan Tanah	128
7.3. Teknik Perbandingan Visual	128
7.4 Perbezaan Imej (<i>Image differencing</i>)	129
7.5. Nisbah Imej (<i>Image Ratio</i>)	135
7.5.1. Modul Pertindihan (<i>Overlay</i>)	137
7.5.2 Pengelasan Semula	139
7.6. Indek Perbezaan Tumbuhan Ternomal	140
7.7 Gabungan Imej	142
7.8. Pengelasan Tak Terselia (<i>Unsupervised Classification</i>)	143
7.8.1 Kelompok (<i>Cluster</i>)	143
7.9. Pengelasan berselia (<i>Supervised Classification</i>)	145
7.9.1 Pengambilan Sampel Dengan Alat GPS	145
7.9.2 Pendigitan Skrin	145
7.9.3. Fail Pengenalan (<i>Signature File</i>)	146
7.9.4 Pengelasan Jarak Minimum Ke Min (<i>Minimum Distance to Means</i>)	147
7.9.5 Pengelas Paralelepiped	148
7.9.6 Pengelasan Kebolehjadian Maksimum (<i>Maximum likelihood</i>)	150

7.9.7 Hasil Pengelasan Berselia	152
7.10. Pengelasan Silang	162

Bab 8 Pengesahan Dan Kejituan Sampel Imej

8.1 Pendahuluan	170
8.2 Kaedah Penentuan Kejituan	170
8.2.1. Skema Pensampelan Yang Sesuai	171
8.2.2 Kaedah Persampelan Rawak	171
8.2.3. Kaedah Sampel Bersistematik	172
8.3 Tapak Pensampelan	172
8.3.1 Data Rujukan	174
8.3.2 Bilangan Sampel Dan Keluasan Tapak	175
8.3.3. Reka Bentuk Sampel	171
8.3.4 Perkara Yang Disampel	177
8.4 Teknik Pensampel Di padang	177
8.4.1 Pensampelan ruang	178
8.5 Pengiraan Kejituan Pengelasan	180
8.5.1 Penilaian Matriks Selisih	181
8.5.2. Kegunaan Matriks Selisih	185

Bab 9 Penutup Dan Kesimpulan

9.1 Pendahuluan	186
9.2 Aturcara Kerja Keseluruhannya	186
9.3 Masalah Yang Dihadapi	187
9.4 Kesimpulan	187
9.5 Cadangan	190
9.6 Penutup	190

Senarai Jadual

No. JADUAL	TAJUK	MUKA SURAT
3.1.	Peralatan GPS	17
4.1.	Jenis Satelit Dan Digit Binari	42
4.2.	Jalur dan Jarak Gelombang Hasil Imej Landsat MSS	46
4.3.	Panjang Gelombang Untuk 7 Jalur Data Landsat TM	48
4.4	Format Data BIP	49
4.5	Format Data BIL	49
4.6	Format Data BSQ	50
4.7	Jenis-Jenis Satelit,Penderia dan Resolusi	52
4.8.	Satelit Landsat Generasi I, Penderia, Jalur dan Jarak Gelombang	53
4.9.	Satelit, Penderia, Jalur dan Panjang Gelombang Landsat Generasi II	54
4.10.	Jenis Satelit Terkini	55
5.1	Contoh Hasil Destripe iaitu MIN dan Selisih Piawai (SD)	69
5.2.	Sistem RujukanNegara	72
5.3	Contoh Keputusan Persampelan (<i>resample</i>) imej 1991	77
5.4.	Kegunaan Jalur Data Landsat TM	81
6.1.	Matriks varian-kovarian Hasil PCA, 1991-1998	88
6.2.	Contoh Matriks Kovarians Hasil PCA, 1991	89
6.3	Varian dan nilai eigen hasil PCA dari 1991 –1998	90
6.4.	Perbandingan nilai varian hasil dari PCA.	91
6.5.	Ringkasan nilai eigen (1991 –1998)	91
6.6.	Contoh Nilai vektor eigen hasil PCA 1991	92
6.7	Ringkasan nilai beban	93
6.8	Jadual Varian dari hasil TSA Tahun 1991	111
6.9.	Jadual varian hasil (TSA) Tahun 1998	118
7.1 .	Min untuk Imej perbezaan jalur 3 (1998 –1991)	131

7.2. Min sebelum dan selepas pembetulan kesinaran	132
7.3. Min hasil perbezaan imej (jalur 5) sebelum dan selepas pembetulan kesinaran (radiance)	133
7.4. Nisbah Imej Dan Kegunaannya	136
7.5 Min Setiap Imej NDVI	141
7.6. Perbezaan Imej NDVI	141
7.7 Keluasan Dengan Modul AREA Dengan Pengelasan Kebolehanjadi Maksima.	155
7.8 Gunatanah Negeri Perak	156
7.9 Keluasan Tanaman Negeri Perak 2000	157
7.10 Keluasan Tanaman Industri Negeri Perak Getah dan Kelapa Sawit (1990 –1999)	157
7.11 Penggunaan Tanah Negeri Perak (2000)	157
7.12 Keluasan (hektar) Kelapa Sawit 2000	159
7.13 Keluasan (hektar) Tanaman Getah 2000	159
7.14. Contoh Hasil Crosstabulation 91/98	164
8.1 Bacaan Yang Di rekodkan Oleh GPS (Stesesn GPS 204)	177
8.2. Bacaan Sebenar Stesen GPS 204 (JUPEM)	178
8.3. Ujian DGPS Di stesyen (GPS 203) SK Gopeng	178
8.4. Bacaan Sebenar Stesen GPS 203 (JUPEM)	178
8.5 Sampel Beberapa Kelas di kawasan sm.Pulai, Batu Gajah dan Ipoh	179
8.6. Hasil Keputusan Ujian Ketepatan	183
8.7. Kappa Index Of Agreement (KIA)	184

SENARAI RAJAH

NO. RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
3.1.	Carta Aliran Kajian.	14
3.1.	Pengukuran RTK/DGPS Masa Hakiki.	17
3.2.	Komponen Sistem "OmniSTAR Scout 12"	18
4.1	Ciri-ciri Imbasan Penderia TM.	19
4.2	A. Matahari Sebagai Sumber Tenaga, B. Pengesan Menghantar Gelombang Mikro.	20
4.3.	Sumber Tenaga.	21
4.4.	Gelombang Elektromagnet.	22
4.5.	Sudut Pejal.	23
4.6.	Gelombang Mikro.	24
4.7.	Cahaya Ultra-Ungu.	25
4.8.	Cahaya Nampak.	26
4.9.	Spektrum Daripada Tumbuhan ,Tanah Dan Air.	27
4.10.	Hubungan Tenaga Elektromagnet Dan Pelbagai Suhu.	29
4.11.	Ciri-ciri Punca Tenaga Dan Kesan Atmosfera.	32
4.12.	Asas Interaksi Tenaga	33
4.13.	Corak Pembalikan.	34
4.14.	Kedudukan 5 Satelit Kaji cuaca. Contoh Orbit Geosegerak (<i>Geosynchronous</i>)	36
4.15.	Orbit Geopegun (<i>GeoStationary</i>)	37
4.16.	Orbit Segerak Matahari (<i>Sun-Synchronous</i>)	38
4.17.	Menunjukkan Laluan Satelit Landsat 4 Dan Landsat 5	39
4.18.	Operasi Landsat MSS	40
4.19.	Pengesan pada Landsat 4 dan Landsat 5	41
4.20.	Pengimbas Elektro-optikal (<i>along track scanner</i>)	45
4.21.	Sistem Pengimbas Berbilang Spektrum, Kaedah Bagaimana Imej Direkodkan Kepada Pita (CCT).	46

4.22. Dimensi Dan Konfigurasi Imej MSS, Landsat Dan RBV Dari Landsat 1,2 dan 3.	54
5.1 Modul PARE	57
5.2. Modul PARE (sambungan)	57
5.3. Contoh Penjaluran (Stripping) Pada Imej	59
5.4. Contoh Imej Yang Ada Hingar. (Terdapat satu garisan pada imej)	62
5.5. Hubungkait Radiometrik Dengan Setiap Pengimbas	65
5.6. Modul RADIANCE	67
5.7. Modul DESTRIPE	68
5.8 (a)Imej Sebelum Dimasukan Pada Modul DESTRIPE	69
(b) Imej Selepas Pembetulan Dan Penjaluran Dihapuskan.	69
5.9. Histogram Menunjukkan Nilai Selisih Piawai Dan Min Selepas Pembetulan Radiometrik	70
5.10. Sistem Kodinit Untuk Imej Dan Peta, Dengan Titik Kawalan Bumi	74
5.11. Contoh Titik-Titik Kawalan Bumi Yang Dipilih Pada Imej Mesti Sepadan Diatas Peta Topografi	75
5.12. Proses Persampelan Semula Yang Digunakan Untuk Membetulkan Imej Secara Geometrik	76
5.13. Modul RESAMPLE	76
5.14. Regangan	79
5.15. Modul COMPOSIT	82
5.16. Contoh Hasil Imej Gabungan Jalur 3, 5 Dan 4	82
5.17. Contoh Imej Komposit	83
6.1. Transformasi Analisis Komponen Utama	84
6.2. Modul PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS	86
6.3. Perbandingan Imej Asal Jalur 5 Dengan Komponen 1	94
6.4. Perbandingan Imej Asal Jalur 4 Dengan Komponen 2	95
6.5. Perbandingan Imej Asal Jalur 2 Dengan Komponen 3	95
6.6. Hasil PCA Untuk Tahun 1993	96
6.7. Imej-Imej Asal Tahun 1993	97
6.8. Hasil PCA Untuk Tahun 1994	98

6.9. Empat Imej Asal Tahun 1994	99
6.10. Hasil PCA Tahun 1995	100
6.11. Imej Asal 1995	101
6.12. Empat Imej Komponen Hasil PCA 1996	102
6.13. Empat Imej Asal 1996 Yang Menunjukkan Sekaitan Antara Jalur	103
6.14. Empat Imej Komponen Hasil PCA 1998	104
6.15. Empat Jalur Imej Asal Tahun 1998	105
6.16. Contoh Imej Gabungan	106
6.17. Perbandingan Imej Komposit Hasil Komponen Tahun 1995, 1996 Dan 1998	107
6.18. Graf 1 Dan Komponen 1	111
6.19. Graf 2 Dan Komponen 2	112
6.20. Graf 3 Dan Komponen 3	113
6.21. Graf 4 Dan Komponen 4	114
6.22. Graf 5 Dan Komponen 5	115
6.23. Graf 6 Dan Komponen 6	116
6.24. Graf 7 Dan Komponen 7	117
6.25. Komponen 1 Dan Graf 1	119
6.26. Komponen 2 Dan Graf 2	120
6.27. Komponen 3 Dan Graf 3	121
6.28. Komponen 4 Dan Graf 4	122
6.29. Komponen 5 Dan Graf 5	123
6.30. Komponen 6 Dan Graf 6	124
6.31. Komponen 7 Dan Graf 7	125
6.32. Contoh Komposit Imej Dari Komponen TSA	126
7.1. Carta Aliran Proses Perbezaan Imej	129
7.2. Perbezaan Imej Jalur 3 (98-91)	130
7.3. Histogram Perbezaan Imej Jalur 3 (98-91)	130
7.4. Contoh Histogram Selepas Pembetulan Kesinaran (<i>Radiance</i>)	131
7.5. Graf Min Untuk Perbezaan Imej Sebelum Pembetulan Kesinaran.	132
7.6. Graf Min Perubahan Selepas Diberi Kambetulan Kesinaran	132

7.7. Graf Min Untuk Perbezaan Imej	133
7.8. Graf Min Perbezaan Imej Selepas Pembetulan Kesinaran	134
7.9. Perbezaan Imej Jalur 5 (98 –91)	134
7.10. Carta Alir Proses Nisbah Imej	137
7.11. Module OVERLAY	137
7.12. Nisbah Imej	138
7.13. Contoh Komposit Hasil Nisbah Imej	139
7.14. Pengelasan Semula (Reclass) Kepada Nisbah Imej	139
7.15. Imej –Imej NDVI	140
7.16. Graf Min Hasil Perbezaan imej NDVI	141
7.17 Contoh Gabungan Imej	142
7.18 Carta Aliran Pengelasan Tak Terselia	143
7.19. Pengelasan Tak Terselia	144
7.20. Cluster Pengelasan Tak Terselia 1998	144
7.21. Modul Pendigitan Skrin	146
7.22. Modul MAKESIG	147
7.23. Pengelasan Jarak Minimum ke Min	148
7.24. Pengelasan Paralelepiped Dengan Kotak-Kotak Sepadan	149
7.25. Pengelas Paralelepiped Dengan Kotak-Kotak Yang Tak Sepadan	150
7.26. Pengelasan Kebolehjadian Maksimum	151
7.27. Carta Aliran Pengelasan Terselia	151
7.28 Litupan Tanah Ipoh 1991	152
7.29 Litupan Tanah Ipoh (1993)	153
7.30 Litupan Tanah 1994	153
7.31. Litupan Tanah Ipoh 1995	154
7.32 Litupan Tanah Ipoh 1996	154
7.33. Litupan Tanah Ipoh 1998	155
7.34 Carta Keluasan Gunatanah Negeri Perak	158
7.35. Carta Perbandingan Keluasan Kelas Mengikut Tahun	160
7.36 Carta Keluasan Bandar Lembah Kinta Mengikut Tahun	161

7.37	Carta Perbandingan Keluasan Hutan, Bandar, Pasir dan Lombong	161
7.38	Modul CROSSTAB	164
7.39.	Imej Hasil Hengelasan Silang. 91/98	167
7.40.	Modul RECLASS	168
7.41	Hasil Pengelasan Semula	169
8.1.	Contoh Rawak Berstrata	172
8.2.	Corak Sampel Bersistematik	173
8.3.	Contoh Corak Sampel Bersistematik Tidak Sejajar	174
8.4	Contoh Kawasan Kajian dan Sampel	176
8.5	Mengambil Sampel Menggunakan GPS Di bekas Lombong Yang Telah Di Majukan Menjadi Padang Golf.	180
8.6.	Carta Aliran Untuk Ujian Ketepatan	181
8.7	Modul DATABASE Dan Titik Sampel	182
8.8.	Modul ERRMAT	183

SENARAI KEPENDEKAN

HURUF –HURUF RINGKAS

- GIS - Geography Information System
- Ifov - Instantaneous Field of View.
- JUPEM - Jabatan Ukur Dan Pemetaan Negara
- MACRES - Malaysian Centre For Remote Sensing
- PCA - Principal Components Analysis.
- RS - Remote Sensing.
- RSO - Rectified Skew Orthomorphic Projection
- TSA - Time Series Analysis.
- TM - Thematic Mapper.

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN	TAJUK	MUKA SURAT
A	Atur Cara Penggunaan GPS	198- 208
B	Jadual Hasil "Resample" (B1 – B3)	209 - 211
C	Hasil Analisis Komponen Utama (PCA)	212 - 217

Bab 1

PENDAHULUAN

1.1. Pengenalan

Penderiaan jauh (*remote sensing*) adalah merupakan satu sistem perolehan maklumat mengenai sesuatu objek di bumi tanpa menyentuhnya. Ia melibatkan proses pengukuran dan merekod tenaga elektromagnetik yang dibalikkan atau dipancarkan dari permukaan bumi dan atmosfera menggunakan penderia yang dipasang pada pesawat udara atau satelit. Data penderiaan jauh boleh digunakan untuk pengesanan perubahan litupan tanah, kerana berasaskan kepada perubahan nilai kesinaran (*radianse changes*) yang disebabkan faktor-faktor seperti perbezaan keadaan atmosfera, perbezaan dalam sudut matahari dan perbezaan pada kelembapan tanah (Ingram et.al, 1981). Pengesanan perubahan secara penderiaan jauh adalah proses mengenalpasti perubahan objek atau fenomena dengan perbezaan diantara dua set imej kawasan yang sama pada masa yang berbeza (Macleod dan Congalton, 1998).

Bagi kawasan yang mengalami perubahan litupan tanah yang pantas, kaedah penderiaan jauh boleh menyediakan sumber maklumat litupan tanah terkini, secara efisien dimana segala perubahan dapat dikesan secara efektif. Oleh yang demikian pengesanan perubahan merupakan aplikasi utama data penderiaan jauh, kerana pada umumnya imej sentiasa diambil secara berulang, dalam sela masa yang singkat dengan kualiti imej yang konsisten.

1.2. Permasalahan

Tanah di kawasan bandar mempunyai nilai serta potensi yang tinggi untuk membantu di dalam pertumbuhan serta perkembangan ekonomi wilayah dan negara pada masa akan datang. Menyedari hakikat ini kebanyakan negara termasuk Malaysia telah mengambil berbagai langkah positif untuk mengawal dan mengatur pembangunan bandar-bandar mereka. Peraturan dan kawalan guna tanah yang baik akan mengelakkan daripada timbulnya berbagai kesan negatif penggunaan tanah serta persekitaran bandar. (Kamarudin Ngah, 1993).

Mengesan perubahan gunatanah dan litupan tanah perlu kerana ada hubungkaitnya dengan produktiviti ekonomi sesebuah negara. Pertumbuhan kawasan pertanian, berkaitan pula dengan pengurusan ekonomi, ekologi dan alam sekitar serta aktiviti manusia juga boleh menyumbang kepada peningkatan suhu. Pertambahan penduduk ada kaitan dengan makanan dan tempat tinggal. Ini menyumbang kepada wujudnya bandar baru, peningkatan kawasan pertanian dan pengurangan kawasan hutan. Perubahan gunatanah juga memberi implikasi kepada simpanan hutan, kawasan tadahan air, kawalan banjir, ekologi dan alam sekitar.

Menyedari pentingnya kawalan guna tanah di bandar, maka kajian di sini cuba menggunakan data landsat 5 TM sebagai kaedah alternatif mengesan perubahan gunatanah di Lembah Kinta yang maklumatnya boleh digunakan dalam perancangan kawalan perbandaran.

1.3. Objektif Kajian

Objektif bagi kajian ini adalah:-

- i. Mengkaji perubahan gunatanah dan litupan tanah di Lembah Kinta dengan menggunakan data penderiaan jauh, Landsat 5 Peta Bertema (*Thematic Mapper TM*).
- ii. Mengkaji keupayaan beberapa teknik-teknik pengesanan perubahan yang sedia ada di dalam perisian "*IDRISI for Windows*" versi 2.0, seperti prinsip komponen utama (*principal components analysis/PCA*), analisis bersiri masa (*time series analysis*), perbezaan imej (*image differencing*), nisbah imej (*image ratioing*), perbezaan indeks tumbuh-tumbuhan ternormal (*Normalized Difference Vegetation Index/NDVI*) dan pengelasan silang (*cross-tabulation*) dan dua kaedah pengelasan dilakukan iaitu, pengelasan tak terselia untuk mendapatkan anggaran kelas yang sesuai, dan diikuti dengan pengelasan terselia.
- iii. Penggunaan alat penentududukan sejagat (GPS) dalam kerja ukur untuk pensampelan.

1.4. Kawasan Kajian

Kawasan kajian iaitu pada longitud $100^{\circ} 00'T - 101^{\circ}10'T$ (330000T-360000 T) dan latitud $04^{\circ}25'U - 04^{\circ}36'U$ (490000U -520000 U) dengan keluasan 30km x 30 km. Imej terdiri daripada kawasan Bandaraya Ipoh, Batu Gajah dan Gopeng atau lebih dikenali sebagai Lembah Kinta.

1.5. Penerangan Bab-Bab seterusnya

Bab 2 menerangkan kajian literatur penggunaan penderiaan jauh dalam pengesanan perubahan. Bab 3 menerangkan metodologi kajian. Bab 4 menerangkan teori penderiaan jauh, format data dan satelit. Bab 5 menerangkan kaedah pemprosesan data, iaitu teknik memasukkan data Landsat 5 TM ke perisian IDRISI, pembetulan georujukan dan pembetulan radiometrik. Seterusnya penerangan pemprosesan data dengan membuat regangan untuk menonjolkan imej yang jelas dan penghasilan komposit imej. Bab 6 menerangkan kaedah analisis komponen utama (PCA), analisis bersiri masa (*time series analysis*) dan perbezaan indeks tumbuh-tumbuhan ternomal (NDVI) secara lebih terperinci. Bab 7 membincangkan teknik-teknik yang dipilih untuk pengesanan perubahan seperti perbezaan imej, nisbah imej, pengelasan dan pengelasan silang (*crossclassification*). Bab 8 membincangkan pengesanan sampel di bumi menggunakan alat GPS dan kaedah matrik selisih untuk ujian ketepatan. Akhir sekali, Bab 9 membincangkan kesimpulan kajian, dan cadangan-cadangan untuk kajian seterusnya.

Bab 2

KAJIAN LITERATUR

PENGGUNAAN PENDERIAAN JAUH DALAM PENGESANAN PERUBAHAN

2.1. Pendahuluan

Pengesanan perubahan secara penderiaan jauh adalah proses mengenalpasti perubahan objek atau fenomena antara dua set imej kawasan yang sama pada masa yang berbeza. Penderiaan jauh secara umum teknik mudah untuk mengemaskini maklumat perubahan litupan tanah (*land cover*), kerana imej sentiasa diambil secara konsisten, secara tidak langsung boleh mengurangkan kerja ukur di bumi. Imej yang diambil oleh satelit mempunyai pelbagai kegunaan seperti, pertanian, perhutanan, geologi, sumber air, kajian laut, perancangan bandar, alam sekitar dan pembangunan infrastruktur seperti pemetaan lebuhraya, tapak empangan dan sebagainya.

2.2. Latarbelakang Pengesanan Perubahan Gunatanah Menggunakan Data Penderiaan Jauh Berdigit.

Semenjak satelit sumber bumi generasi pertama (*Earth Resources Technology Satellite – 1:ERTS-1*) dilancarkan pada tahun 1972, yang kemudian dikenali sebagai Landsat 1, maka bermulalah kajian untuk mengesan, mengenal pasti dan menghasilkan peta perubahan menggunakan imej satelit. Pada tahun 1980an, matematik algoritma dan penggunaan sistem komputer, telah membawa kemajuan kepada teknik pengesanan perubahan. Analisis perubahan litupan tanah seperti membandingkan dua atau lebih imej

untuk menentukan kawasan yang ada perubahan menggunakan imej berdigit. Banyak kajian telah dijalankan diantaranya yang digunakan untuk menganalisis imej penderiaan jauh seperti perbezaan imej, nisbah imej, pemampatan data dan analisis perubahan vektor (Stauffer dan McKinney 1978, Toll et al 1980, Jensen 1983). Teknik pengesanan perubahan boleh diklasifikasikan kepada teknik penonjolan imej atau pengelasan berbilang spektrum. Penonjolan imej melibatkan kombinasi matematik bagi imej dari tarikh yang berbeza, bila dipaparkan sebagai gabungan imej, ia menunjukkan perubahan litupan tanah dengan warna yang unik (Stauffer dan McKinney 1978). Teknik memampatkan data seperti analisis komponen utama, menonjolkan perbezaan diantara imej-imej dengan mengurangkan bilangan kelas spektrum.(Williams dan Borden 1976). Menurut Townshend dan Justice (1988) keupayaan mengesan perubahan pada permukaan bumi bergantung kepada peleraian, spektrum, radiometrik dan ciri-ciri sistem pengesan.

Pada tahun 1990an pula, teknologi komputer telah semakin maju, di mana aplikasi pengesanan perubahan secara digital menjadi lebih meluas, setengah daripadanya dikenali sebagai projek automasi pengesanan perubahan (Ross S.Lunetta,1999).

Menurut Nelson,(1983), Pilon et al,(1988) dan Singh,(1989), teknik pengesanan perubahan menggunakan data berdigit terbahagi kepada dua kaedah, iaitu menggunakan teknik pengesanan perubahan pra-pengelasan (*pre-classification*) ataupun dengan teknik pengelasan-selepas (*post-classification*). Teknik pengelasan-selepas berasaskan kepada dua imej yang berbeza tarikhnya, adalah mudah dikelaskan. Sementara kawasan yang mengalami perubahan dapat diketahui dengan perbandingan dari hasil pengelasan tersebut. Kelebihan teknik pengelasan-selepas dalam menganalisis perubahan litupan tanah adalah mudah khususnya bagi imej diambil pada tahun berbeza atau dari

pengesanan-pengesanan (*sensors*) yang berbeza. Sementara kekurangan teknik pengelasan-selepas (*post-classification*) iaitu hasil perubahan litupan tanah kawasan berhubungkait dengan kejituan pengelasan.

Teknik pengesanan pra-pengelasan atau perubahan spektrum, berasaskan kepada hasil perubahan litupan tanah yang berkaitan dengan kesan perubahan pada pengenalan (*signature*) permukaan tanah. Teknik ini melibatkan tranfomasi bagi dua imej asal, kepada imej jalur tunggal (*single band*) ataupun imej berbilang jalur pada kawasan yang spektrumnya berubah.. Perubahan data spektrum mesti diproses dengan lain-lain kaedah analisis. Menurut Weismiller et al,(1977) dan Toll et al,(1980), kebanyakan teknik pengesanan perubahan spektrum berasaskan kepada hasil perbezaan imej atau nisbah imej.

Menurut Fung dan LeDrew (1988), gabungan imej diperlukan untuk menganalisis data Landsat TM, jika menggunakan data berbilang jalur seperti jalur infra-merah, jalur infra-merah dekat dan jalur gelombang. Sementara teknik perbezaan imej (*image differencing*) adalah teknik berkos rendah dan berpotensi untuk proses jumlah data yang banyak, tetapi ia juga ada kekurangannya iaitu memerlukan penganalisan optimakan aras (*threshold level*) untuk mengesan kawasan berubah atau tidak berubah, dan hasil penafsiran perbezaan imej banyak berdasarkan kejituan piksel.

Menurut Lillesand dan Kiefer (1979), analisis komponen utama (*PCA*) adalah teknik tranformasi data yang baik untuk mendapatkan maklumat dari data penderiaan jauh terutamanya jenis data berbilang spektrum, kerana transformasi analisis komponen utama adalah teknik mengurangkan ulangan pada data berbilang spektrum, yang mana paksi pemboleh ubah (*variables*) tidak berkait, dan komponen pertama mengandungi

peratus nilai varians tertinggi. Varians adalah ukuran dalam statistik, khusus kepada menilai variasi dua sampel atau lebih. Ia merupakan teknik statistik yang berkesan dan dikenali sebagai analisis varians, untuk membantu membuat keputusan, untuk membezakan yang mana satu sampel penting daripada yang lain.

Teknik tranformasi analisis komponen utama (*PCA*) digunapakai untuk mengurangkan data berbilang jalur kepada dimensi yang kurang, dan 99 peratus daripada maklumat asal data, dikekalkan sepanjang empat paksi pertama (Lo et al, 1986). Ujian menunjukkan bila menganalisis data berbilang tempoh, komponen 1 dan komponen 2 lebih cenderung menunjukkan tiada perubahan pada litupan tanah, sementara komponen 3 dan komponen seterusnya mengandungi maklumat perubahan litupan tanah (Byrne et al, 1980 dan Richards, 1984).

2.3. Latarbelakang Kajian Yang Menggunakan Data Penderiaan Jauh Di Malaysia

Penubuhan Pusat Remote Sensing Negara Malaysia (MACRES) pada awal 1988 dan mula beroperasi pada tahun 1990an, telah membawa era teknologi penderiaan jauh di negara ini. Sejak tahun 1987 lagi Malaysia dengan kerjasama Swedish Space Corporation telah menjalankan kerja-kerja pemetaan gunatanah dan pertanian menggunakan satelit khusus di negeri Selangor dan Kedah.

Disamping itu beberapa projek besar yang lain telah dijalankan diantaranya, pengurusan sumber asli dan alam sekitar (*Natural Resource and Environmental managemant, NAREM*) dibawah rancangan Malaysia ke tujuh (1996 –2000) dengan objektif untuk membangunkan sistem pengurusan yang menggunakan teknik penderiaan jauh. Negeri Selangor telah dipilih sebagai kawasan kajian (*pilot project*). Kejayaan

projek permulaan ini akan menjadi panduan untuk membangunkan sistem bagi keseluruhan negara. Satelit digunakan untuk mendapatkan data, bagi menyediakan data ruang untuk sistem maklumat geografi (*GIS*). Sistem ini juga berfungsi sebagai sistem pakar untuk membantu membuat keputusan, serta boleh diintergrasikan kepada perancangan pembangunan, ekonomi, sosio-ekonomi dan polisi. Sektor yang turut terlibat sama dalam projek ini seperti pertanian, perhutanan, geologi, mineral, perikanan, kajian laut, kajicuaca, sumber air, topografi dan alam sekitar.

Pada tahun 1997 pula MACRES telah memulakan projek yang dikenali sebagai peta imej satelit (*satellite Image Map, SIM*) dengan usahasama dengan Jabatan Ukur dan Pemetaan Negara (JUPEM). Objektif projek tersebut untuk menghasilkan teknik yang efisien dan efektif untuk menghasilkan pengkalan data imej berdigit yang mengandungi imej raster dan vektor. Konsep SIM iaitu imej daripada satelit boleh disimpan bersama dengan siri lapisan peta topografi, peta tematik dan sebagainya dalam sistem GIS. Penggunaan GPS juga digunakan untuk menubuhkan titik kawalan bumi untuk pembetulan geometrik bagi imej satelit. Negeri Selangor sekali lagi dipilih sebagai kawasan kajian (*pilot project*). Malaysia juga turut terlibat menggunakan SAR (*side airborne radar*) untuk pengurusan sumber asli dan alam sekitar, beberapa kawasan dipilih untuk menggunakan teknologi ini, seperti di Muda Merbok (kawasan padi, getah, sawit), Cameron Highland (geologi dan geoteknik), Endau Rompin (Pengelasan Hutan). Kelantan-Terengganu (mendapat maklumat zon pantai), Sadong-Simunjan Kuching (kajian sungai dan mengesan perubahan), Tuaran Sabah (pemetaan litupan tanah).

Satu kajian gunatanah dan litupan tanah di Malaysia yang menggunakan data penderiaan jauh, yang pernah dibuat pada kawasan lembah Kelang oleh Dr. Sharifah Mastura dan Kumpulannya dari UKM. 1998. Menurut beliau perubahan gunatanah hutan, pertanian, penduduk, kawasan berumput, tanah lapang dan kawasan berair di Malaysia adalah terkawal. Pada tahun 1985 gunatanah untuk pertanian dominan kepada lain-lain gunatanah iaitu 48 %, hutan 38 %, penempatan 8 %. Corak ini sama pada tahun 1990. Dalam tahun 1994 gunatanah pertanian menjadi 49 %, penempatan 17 % dan hutan berkurangan 28 %. Disamping itu banyak lagi kajian seperti imej penderiaan jauh sebagai data spatial untuk GIS, di kawasan bekas lombong Ipoh (Kamaruddin, 1995), Teknik pembetulan pengelasan guna tanah menggunakan Landsat TM (Mohd Roslee, USM 1998). Ciri-ciri hutan tropika di taman Gunung Kinabalu menggunakan data Landsat TM oleh kumpulan Phua Mui How, Hideki Saito, 1996. Pengelasan Hutan di Malaysia menggunakan JER-1.SAR dan Landsat TM kerjasama Perhutanan Malaysia dan Perhutanan Jepun pada tahun 1995. Pada tahun 2000-2001 satu kerjasama UKM dengan "The Asia-Pacific Network for Global Change Research (APN)" untuk kajian guna tanah dan litupan tanah untuk kawasan Asia-Pasifik bagi negara Cambodia, Indonesia, Laos, Malaysia, Filipina dan Thailand.

Beberapa buah pusat pengajian tinggi yang lain di negara ini juga banyak menjalankan penyelidikan seperti Universiti Putra Malaysia (UPM) dengan Japan International Cooperation Agency (JICA) menggunakan data penderiaan jauh untuk kajian laut seperti sumber asli dan pencemaran laut Selat Melaka. Kajian Banjar menggunakan data Landsat 5 TM.

Pusat Pengajian Kejuruteraan Awam Bahagian Sumber Air Universiti Sains Malaysia ada menggunakan data penderiaan jauh dalam kajian sumber air di Simpang Pulai, Ipoh. Universiti Teknologi Malaysia (UTM) juga banyak menjalankan kajian menggunakan data penderiaan jauh misalnya, pemetaan topografi di Lembah Kelang dan peta kedalaman laut di Pelabuhan Kelang. Projek pengurusan hutan bertingkat seperti hutan Simpan Kinta dan hutan simpan Keledang Perak oleh kerajaan Malaysia dan JICA. Kesimpulannya banyak sekali kajian-kajian mengenali perubahan litupan tanah dan alam sekitar menggunakan data penderiaan jauh telah dijalankan di beberapa tempat diseluruh negara ini, dengan berbagai teknik dan pendekatan.

2.4. Kategori Perubahan

Pengesanan perubahan boleh dikategorikan kepada perubahan ketara atau perubahan kecil. Sebagai contoh perubahan besar seperti kebakaran hutan, pemotongan bukit, atau pembukaan kawasan bandar baru. Perubahan kecil seperti pertumbuhan pokok, pertukaran kawasan tumbuhan kepada kawasan bukan tumbuhan. Maklumat yang jitu untuk gunatanah dan litupan tanah diperlukan pada kawasan setempat, serantau dan negara untuk perancangan gunatanah dan pengurusan (Paul dan Mascarenhas, 1981). Untuk kawasan di mana urbanisasi yang pesat membangun, maka kawasan pertanian akan menjadi kurang, oleh sebab itu pihak berkuasa tempatan perlu mengawal dan mengatur pertukaran tanah pertanian utama kepada bandar (Carlson and Rubingh, 1979). Akhir sekali cabaran terbesar, samada berjaya atau tidak, penggunaan teknik pengesanan perubahan spektrum adalah untuk mengesan piksel yang berubah atau tidak berubah daripada data.

Bab 3

METODOLOGI KAJIAN

3.1. Pendahuluan

Data Landsat 5 TM adalah diperolehi dengan ihsan Pusat Remote Sensing Negara (MACRES). Bagi mencapai objektif kajian beberapa metodologi perlu dijalankan, iaitu melibatkan pemprosesan dan analisis data Landsat 5 TM untuk tahun 1991, 1993, 1994, 1995, 1996 dan 1998, dengan mengimpor ke dalam perisian “*IDRISI for window*” versi 2.0. Seterusnya analisis kajian yang terlibat ialah seperti membuat pembetulan radiometrik dan pembetulan geometrik berasaskan sistem rujukan pemetaan negara. Kemudian beberapa teknik kajian pengesanan perubahan yang sedia ada dalam perisian dijalankan serta ujian ketepatan sampel.

3.2. Metodologi kajian

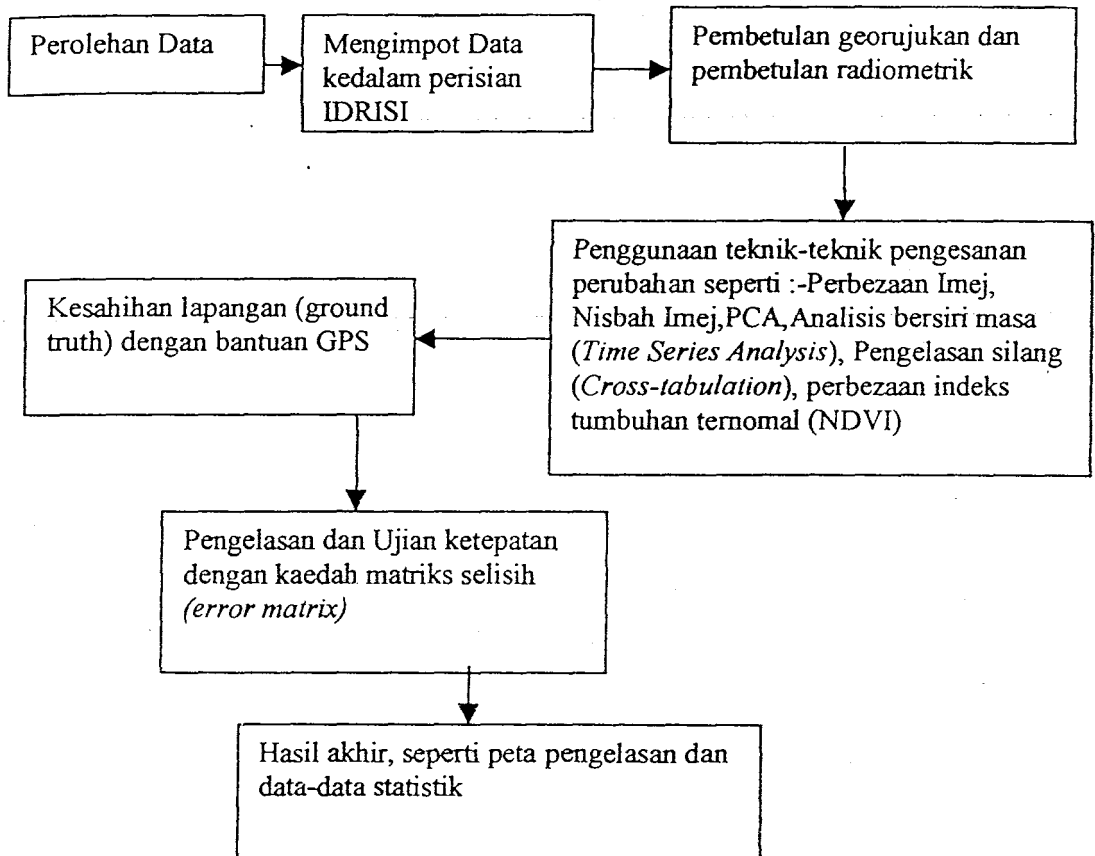
Data Landsat 5 TM perlu diimport ke perisian “*IDRISI for Windows*” Versi 2.0 menggunakan Modul PARE sekiranya data berformat jalur jujukan (*Band Sequential-BSQ*) dan jika data berformat jalur antara barisan (*Band Interleaved by Line- BIL*) modul BIL perlu digunakan. Data diberi pembetulan geometrik dengan merujuk kepada sistem rujukan negara iaitu Unjuran Bentuk Benar Serong Ditepati Malaya (*Malayan Rectified Skew Orthomorphic Projection/MRSO*).

Data juga perlu diberi pembetulan radiometrik dengan Modul Radiance dan Modul Destripe. Keterangan lanjut teknik mengimport dan pembetulan dijelaskan pada bab 5.

Beberapa teknik pengesanan perubahan yang sediaada dalam perisian dijalankan diantaranya prinsip komponen utama (*principal components analysis/PCA*) dan analisis bersiri masa (*time series analysis*), penerangan lanjut teknik ini dalam bab 6. Analisis seterusnya ialah perbezaan imej (*image differencing*), nisbah imej (*image ratioing*), perbezaan indeks tumbuh-tumbuhan ternormal (*Normalized Difference Vegetation Index/NDVI*) dan pengelasan silang (*cross-tabulation*). Dua kaedah pengelasan dilakukan iaitu, pengelasan tak terselia untuk mendapatkan anggaran kelas yang sesuai, dan diikuti dengan pengelasan berselia. Kesemua teknik tersebut dibincangkan dengan detail di dalam bab 7.

Akhir sekali kesahihan lapangan (*ground truth*) dilakukan dengan bantuan alat sistem penentududukan sejagat (GPS) untuk pengesanan sampel. Ujian ketepatan pengelasan dengan kaedah matriks selisih (*accuracy test and error matrix*). Alat GPS tersebut boleh memberi kedudukan sampel yang dicerap, iaitu dalam bentuk koordinat, yang mengikut sistem rujukan negara kita iaitu Unjuran Bentuk Benar Serong Ditepati Malaya (*Malayan Rectified Skew Orthomorphic Projection MRSO*). Penggunaan alat GPS bererti pembetulan cerapan diberi mengikut masa sebenar (*real time*). GPS membantu menentukan lokasi sampel yang diambil, kerana kejituan alat tersebut amat baik. Ujian kejituan alat tersebut dipiawaikan di dua stesyen GPS Jabatan Ukur dan Pemetaan Negara Malaysia.(JUPEM) di sekitar bandar Ipoh detail mengenai teknik ini dibincangkan dalam bab 8.

Carta aliran (Rajah 3.1) sebagai ringkasan bagaimana metodologi kajian dijalankan.



Rajah 3.1. Carta Aliran kajian

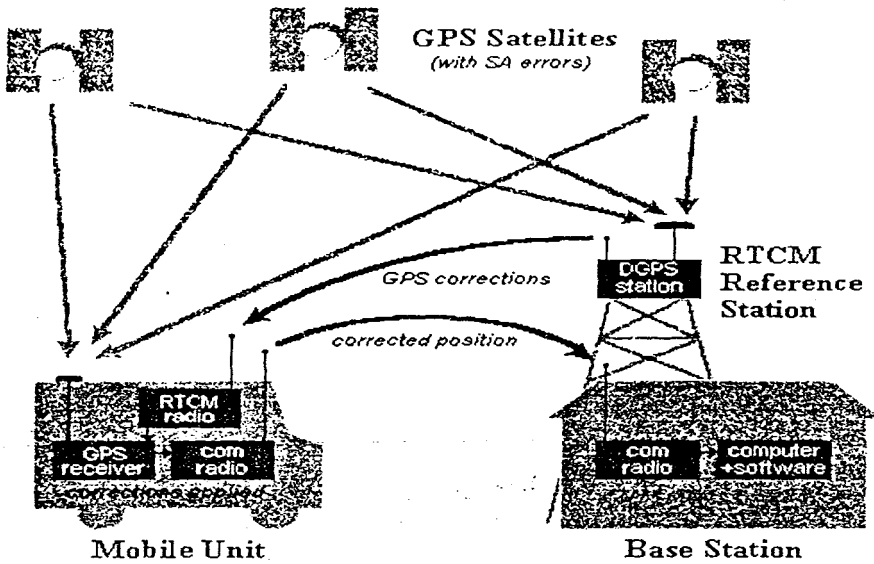
3.3. Perisian IDRISI

Perisian yang digunakan dalam kajian ini ialah perisian “IDRISI for Windows” versi 2.0. IDRISI adalah hakcipta bagi Clark Universiti. Perisian ini adalah perisian sistem maklumat geografi (GIS) dan sistem pemprosesan imej yang dibangunkan oleh “*The Graduate School of Geography at Clark University*”, yang mempunyai 100 program modul untuk analisis data GIS dan penderiaan jauh. Ia diperkenalkan pada tahun 1987 dan kini digunakan lebih 120 buah negara seluruh dunia. Perisian IDRISI boleh dianggap perintis kepada industri analisis sistem maklumat geografi (*GIS*) dan penderiaan jauh (*remote sensing*). Keistimewaan perisian IDRISI, antara lainnya ialah penggunaannya yang mudah untuk analisis data ruang dan pemprosesan imej raster.

3.4 Teknik Pengukuran Masa Hakiki .

Teknik pengukuran masa hakiki (*Real Time Kinematic RTK*) menggunakan GPS. Ianya boleh dijalankan dengan pencerapan fasa pembawa ataupun julat semu (*pseudorange*). Namun begitu pengukuran fasa pembawa adalah lebih tepat jika dibandingkan dengan julat semu, ini kerana jarak gelombang fasa pembawa adalah lebih pendek daripada jarak gelombang kod julat semu. Pada kebiasaannya pengukuran RTK merujuk kepada pencerapan fasa pembawa manakala julat semu pula merujuk kepada pengukuran GPS, ini kerana pengukuran GPS aplikasinya lebih kepada navigasi.

Pengukuran secara pembezaan GPS (*Differential GPS-DGPS*) iaitu, penerima GPS di stesen rujukan dan unit GPS yang bergerak saling berinteraksi antara satu sama lain melalui sistem radio khas. Komunikasi antara penerima GPS di stesen pengkalan (*base station*) dengan unit penerima yang bergerak merupakan satu komponen yang amat penting di dalam mendapatkan data yang sah. Melalui kaedah ini, stesen rujukan menerima isyarat satelit yang membawa bersama maklumat berkaitan dengan stesen rujukan dalam rujukan sejagat (*global*) iaitu koordinat WGS 84 yang diketahui dan disiarkan melalui radio modem. Dengan itu mana-mana unit penerima yang bergerak di dalam lingkungan jarak pancaran serta frekuensi yang sama akan menerima data tersebut. Data yang diterima oleh penerima rujukan dan penerima yang bergerak akan diproses serta merta setelah stesen rujukan melakukan prosidur permulaan (*initialization*) untuk penentuan nilai awalan. "Omnistar Scout 12" telah dilengkapkan dengan sistem rujukan negara RSO ke dalam perisiannya, supaya nilai koordinat yang diterima boleh dilaraskan mengikut sistem kodinit rujukan Semenanjung Malaysia. Oleh itu semua bacaan koordinat yang dicerap ditukar kepada sistem RSO, dengan membuat pilih jenis sistem rujukan pada pemungut data sebelum kerja-kerja persampelan dijalankan.



Rajah 3.2 : Pengukuran RTK/DGPS Masa Hakiki. (Sumber: Trimble DGPS)

3.4.1. Langkah Kerja Menggunakan Alat GPS

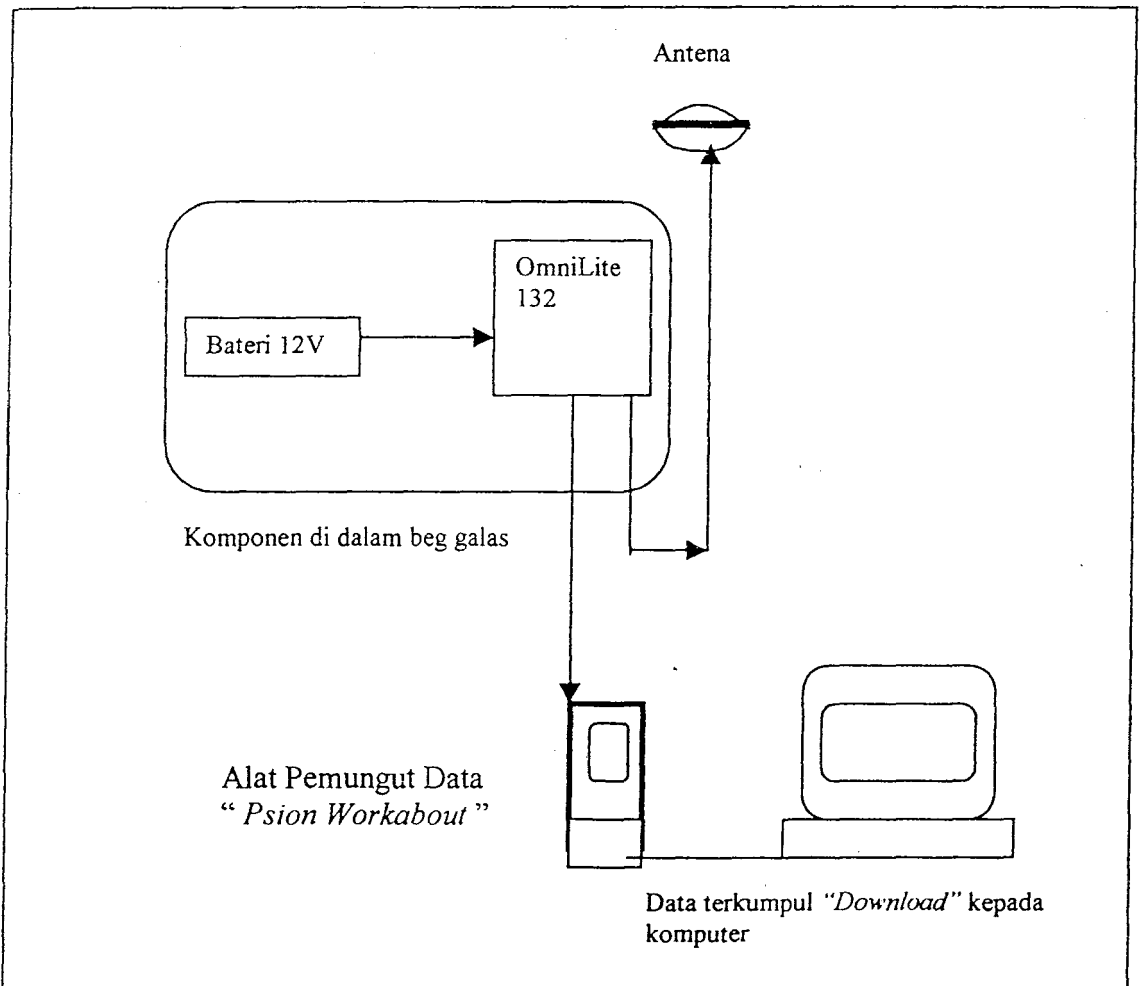
Kerja persampelan menggunakan alat GPS yang dikenali sebagai “*Omnistar Scout 12*”. Data yang diperolehi adalah data mentah, kemudian isyarat pembetulan akan memberi pembetulan maka ini bererti data yang dikumpul diberi pembetulan secara masa hakiki (*real time correction*). Senarai alat yang diperlukan adalah seperti di jadual 3.1.

Jadual 3.1. Peralatan GPS.

Peralatan GPS	Unit
Antena penerima GPS - Jenama Trimble	1
Antena penerima siaran Sistem “ <i>Omnistar Scout 12</i> ”	1
Kabel dan penyambungannya	3
Pole	1
Pemungut data bimbit – “Psion Workabout MX”	1
Radio Modem (OmniLite 132)	1
Kuasa Bateri 12 V luaran	1

3.4.2. Sistem “OmniStar Scout 12”

Sistem ini terdiri daripada alat penerima OmniLite 132, antena GPS “Trimble” dan berkuasa bateri mudah alih 12 Voltan serta lengkap dengan talian kabel yang diisikan dalam satu beg khas untuk disandang di belakang pengguna. Disamping itu satu alat pemungut data jenis “Psion Workabout” digunakan untuk kerja-kerja pengumpulan data di lapangan. Rajah 2.2 menunjukkan bagaimana alat boleh berfungsi untuk membantu dalam kerja-kerja pensampelan. Keterangan lanjut mengenai teknik menggunakan alat “OmniSTAR Scout 12” adalah di lampiran (A).



Rajah 3.3: Komponen Sistem “OmniSTAR Scout 12”

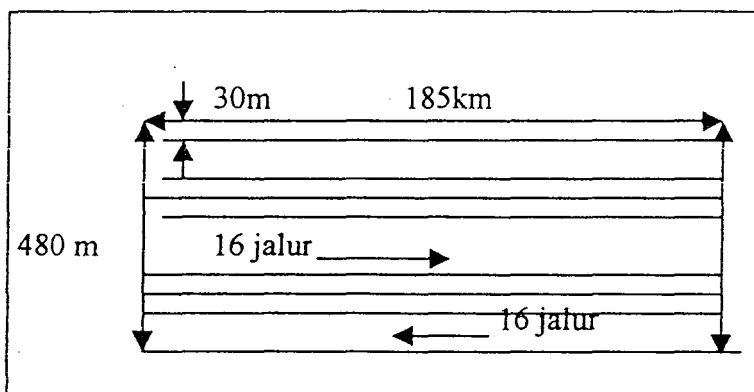
BAB 4

PENDERIAAN JAUH DAN SATELIT.

4.1 Konsep Penderiaan Jauh

Penderiaan jauh menggunakan sistem penderiaan yang dilekatkan kepada satelit untuk mencerap dan mendapatkan informasi permukaan bumi. Pengesan imej optikal tanpa-fotografik berfungsi pada sudut luas bagi spektrum elektromagnet dan ia berkebolehan untuk mengambil lebih maklumat yang biasanya tidak boleh dikesan oleh mata manusia.

Satelit menyediakan peluang untuk memperolehi maklumat benar kepada kawasan luas seperti contoh, Landsat TM 4 dan Landsat TM 5 yang meliputi kawasan 185 km x 185 km. Liputan satelit yang kerap boleh menawarkan data semasa kepada pengguna atau perancang pada sesuatu kejituan untuk kawalan sumber bumi. Pengesan Pemeta Bertema (TM) memperolehi data dengan cara mengimbas pada lebar sapuan 185 km dan 16 garisan imbasan serentak dengan lebar antara garisan 30m. Ini menjadikan 480 jalur melintang kepada laluan satelit dalam Rajah 4.1.



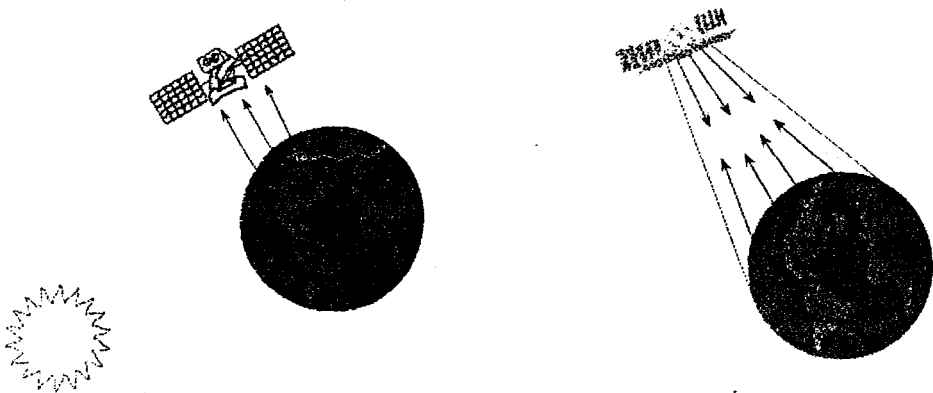
Rajah 4.1. Ciri – ciri imbasan penderia TM. Pengesan TM mendapat data dengan cara mengimbas pada kedua-dua arah, dengan lebar sapuan 185 km. 16 baris imbasan dibuat serentak untuk menghasilkan 480m jalur melintang laluan satelit.

4.2. Prinsip Penderiaan Jauh

Pengukuran pemalikan dan pembiasan elektromagnet adalah aspek utama untuk meramal dan mengenalpasti ciri-ciri fizikal permukaan bumi atau separa permukaan (*sub-surface*) dan atmosfera. Pengukuran ini membentuk asas kefahaman dan ciri-ciri gambaran permukaan bumi. Setiap permukaan mempunyai ciri-ciri fizikal dan kimia yang membolehkan mereka mengeluarkan sinaran, pemalikan dan memancar jumlah tenaga elektromagnet kepada alat pengesan satelit.

4.3. Sistem Penderiaan Jauh

Sistem penderiaan jauh terdiri daripada dua sistem iaitu sistem pasif yang dikenali sebagai optikal dan sistem aktif yang dikenali sebagai radar. Pada sistem pasif, matahari sebagai sumber tenaga untuk menyinarakan objek ke atas permukaan bumi. Sistem jenis ini ada pada siri Landsat dan SPOT. Sementara sistem aktif (*Radar*) pula, pengesan pada satelit menghantar tenaga atau gelombang mikro kepada permukaan sasaran dan menerima kembali tenaga yang serakkan kembali oleh permukaan tersebut seperti dalam Rajah 4.2.



Rajah 4.2. A. Matahari sebagai sumber tenaga (sistem pasif)

B. Pengesan menghantar gelombang mikro (sistem aktif)

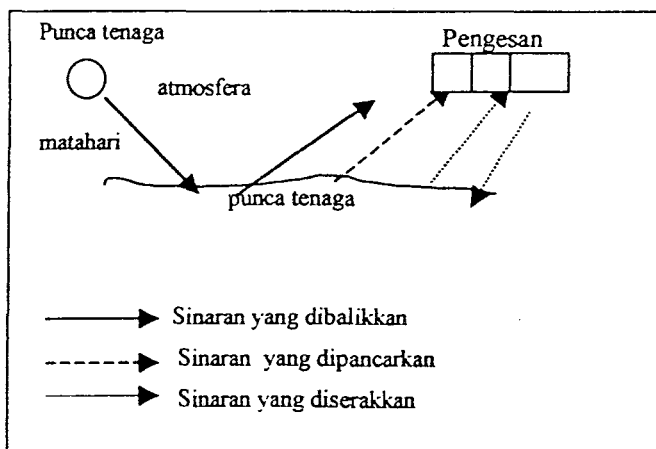
(Sumber: Canada Centre For Remote Sensing- Tutorial, 1998).

4. 4. Sumber sinaran sistem penderiaan jauh

Sistem penderiaan jauh mendapat sumber sinaran elektromagnet melalui empat komponen sumber sinaran iaitu :-

- i. Sumber- sumber sinaran elektromagnet semula jadi seperti cahaya matahari yang dipantulkan atau haba bumi yang dipancarkan atau haba buatan manusia seperti radar memancarkan gelombang mikro.
- ii. Sinaran yang dipancarkan atau dipantulkan dari permukaan bumi bergantung kepada ciri-ciri objek yang terdapat pada permukaan bumi.
- iii. Tenaga elektromagnet yang melalui atmosfera diherotkan dan diserakkan dapat di kesan oleh penderia .
- iv. Penderia seperti kamera dan radiometer dapat merekodkan sinaran elektromagnet yang saling bertindak dengan permukaan bumi dan atmosfera..

Rajah 4.3 menunjukkan konsep sumber sinaran penderiaan jauh. Matahari sebagai sumber utama tenaga, dan permukaan akan memancarkan kembali tenaga kepada pengesan. Sementara itu pengesan juga ada memancarkan tenaga ke bumi dan tenaga tersebut akan di serap kembali.

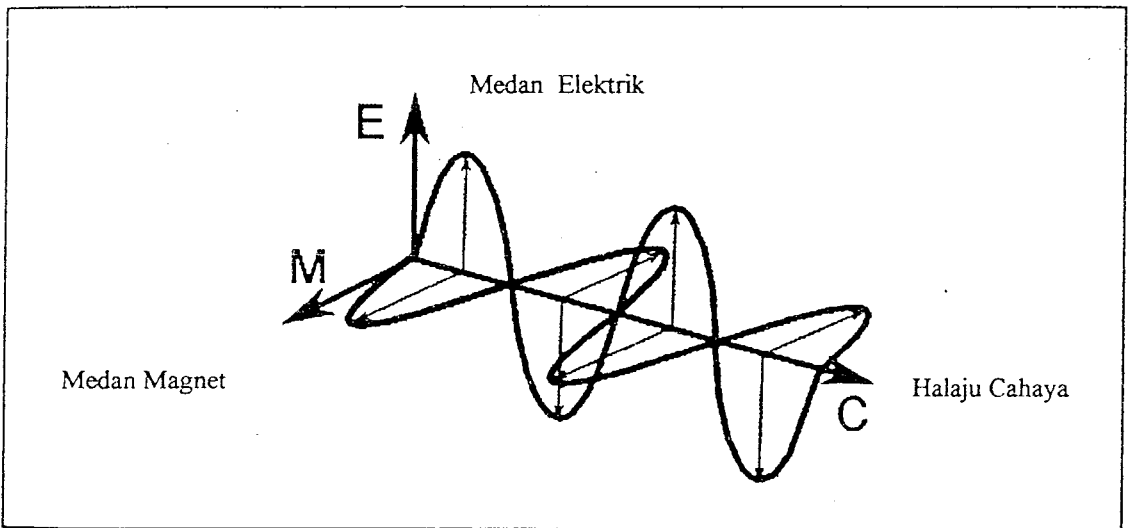


Rajah 4.3. Sumber tenaga. (sumber: ubahsuai Paul J.Curran, 1983)

4.5. Tenaga Elektromagnet

Dalam penderiaan jauh pemindahan tenaga melalui sinaran amat penting. Tenaga yang disinarakan berkelakuan mengikut teori gelombang asas yang menyatakan bahawa gelombang elektromagnet bergerak dengan jarak yang sama dan berulang-ulang mengikut masa. Tenaga bergerak dengan halaju cahaya dan mempunyai dua medan yang ortogon di antara satu sama lain iaitu medan daya elektrik dan medan daya magnet. Tiga ukuran digunakan untuk menghuraikan gelombang elektromagnet.

Iaitu panjang gelombang λ dalam unit mikrometer (μm), frekuensi hertz (Hz) dan halaju (c) ms^{-2} . Rajah 4.4 menunjukkan corak gelombang elektromagnet.



Rajah 4.4. Gelombang Elektromagnet.
(Sumber : Lillesand dan Kiefer, 1979)

4.6. Punca Tenaga dan Prinsip Pancaran Elektromagnet

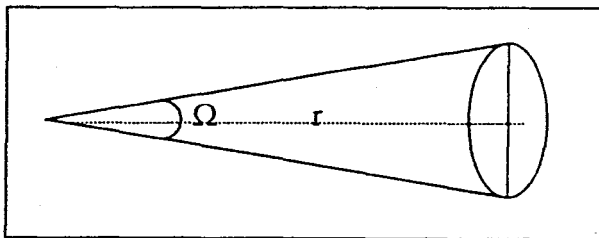
Cahaya nampak adalah salah satu bentuk tenaga elektromagnet. Gelombang radio, sinar ultra -ungu dan sinar - X adalah tergolong dalam kumpulan tenaga elektromagnet. Kesemua tenaga ini ada kaitan dengan sinaran mengikut teori asas gelombang seperti

dalam Rajah 4.4. Teori ini menerangkan tenaga yang bergerak dalam harmonik dan berbentuk sinus pada kelajuan cahaya. Jarak daripada satu puncak gelombang kepada satu puncak yang lain dipanggil panjang gelombang λ dan bilangan puncak melintasi titik tetap dalam ruangan per unit masa ialah frekuensi f . Daripada asas fizik persamaan am:-

$$\lambda f = c \dots\dots\dots (1)$$

Pancaran elektromagnet yang diterima oleh penderia memberikan maklumat mengenai butir-butir di bumi. Bahagian spektrum elektromagnet yang sesuai ialah sinar nampak 0.4 – 0.7 μm , inframerah yang dibalikkan 0.7 –3 μm , inframerah termal 3 -5 μm dan 8 -14 μm dan radar 0.3 – 300 cm .

Tenaga elektromagnet yang dikesan oleh penderia adalah dalam kuantiti kesinaran (radiance) dengan unit watt per meter persegi per steradian (Wm^{-1}) atau miliwatt per cm persegi per steradian ($\text{mWcm}^{-2}\text{sr}^{-1}$). Kesinaran (*radiance*) boleh ditakrifkan sebagai tenaga yang dipancarkan dari bumi oleh unit kawasan per sudut pejal. Sudut pejal (*solid angle*) Ω ini mempunyai unit steradian. Sudut pejal adalah sudut yang dikandung oleh keluasan (A_s) sfera dibahagikan dengan r^2 di mana r adalah jejari sfera seperti Rajah 4.5.



Rajah 4.5. Sudut pejal.

Kesinaran yang direkodkan adalah dalam bentuk nombor berdigit dan hubungan kesinaran dengan nombor berdigit adalah seperti berikut :-

$$\text{Kesinaran (Radiance)} = \frac{V(R_{\max} - R_{\min})}{V_{\max}} + R_{\min}$$

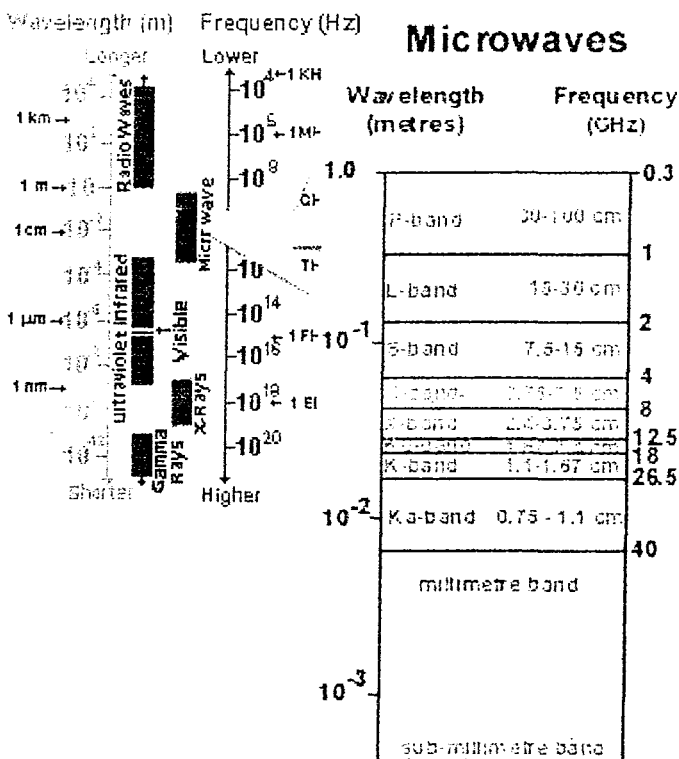
dimana, V ialah nombor berdigit dalam pita komputer (*computer compatible tape*)

V_{\max} ialah nilai maksimum nombor berdigit untuk sesuatu sistem penderia

R_{\max} ialah kesinaran maksimum yang boleh dikesan oleh pengesan

R_{\min} ialah kesinaran minimum yang boleh dikesan oleh pengesan

Rajah 4.6. Pula menunjukkan gelombang mikro, panjang gelombang $1.0 - 10^{-3}$ m dan frekuensi $0.3 - 4.0$ Ghz yang akan membezakan jenis cahaya nampak, ultra-ungu dan infra-merah.



Rajah 4.6. Gelombang Mikro (Sumber: Canada Centre for Remote Sensing-Tutorial, 1998)