

PENCERAPAN INFORMASI BERTEMA DARI TEKNOLOGI REMOTE SENSING:
SATU PENEGUHAN NILAI DENGAN TEKNIK GIS.

Oleh:

CHOONG WAI CHEONG

Tesis bagi memenuhi syarat-syarat
penganugerahan Ijazah Sarjana Sastera.
Universiti Malaya.
2004

Perpustakaan Universiti Malaya



A511562875



PENGHARGAAN

Ada rakan yang ingin tahu kenapa saya telah memilih untuk melanjutkan pelajaran selepas penerimaan Ijazah Sarjana Muda Sastera. Sebenarnya, saya amat jelas dengan keinginan diri. Saya memerlukan satu ruang kebebasan yang lebih luas dalam mencorak dan menajamkan pemikiran. Dan saya masih berpegang teguh pada pendirian bahawa manusia haruslah sentiasa memperbaiki diri, sentiasa belajar untuk berfikir; yakni menerima input informasi, menyusun, memproses, menganalisis dan mengeluarkan output yang bermanfaat kepada diri dan masyarakat.

Tesis ini telah menjanakan banyak pengetahuan dan pengalaman baru bagi diri saya. Ia tidak akan dapat dihasilkan tanpa sokongan dan nasihat yang diberikan oleh En. Mustapha Kamal idris. Saya amat terhutang budi dengan En. Mustapha yang begitu sabar dan bermurah hati dengan pengetahuan beliau. Terima kasih saya ucapkan.

Penghargaan juga kepada semua kakitangan dan rakan-rakan di Jabatan Geografi UM terutamanya kepada Profesor Madya Richard F Dorall dan En. Nazari Jaafar yang turut mencetuskan revolusi minda saya dalam bidang GIS dan RS.

Terima kasih juga kepada Dr. Mazlan Hashim, Dr. Mohd Ibrahim Seeni Mohd. serta tenaga pengajar lain dari UTM (Skudai) yang telah membimbing saya dalam kursus pendek Remote Sensing.

Dalam zaman globalisasi dan materialistik ini, didapati ramai yang terlalu mementingkan keputusan akhir sesuatu tugas dan mengabaikan aspek-aspek lain. Pada pendapat saya, memang benar keputusan itu penting, tetapi lebih penting lagi adalah proses dalam mencapai objektif sesuatu tugas. Dari proses beginilah, seseorang mempelajari pengetahuan baru. Dari proses beginilah, seseorang menjadi semakin tabah, berdikari dan semakin matang dalam menangani rintangan yang selalunya timbul tidak terduga. Saya ucapkan terima kasih kepada semua yang sudi menampilkan diri untuk membantu sepanjang proses kajian dan penulisan tesis ini.

Tesis ini harus didedikasikan kepada ibu bapa serta ahli keluarga saya yang memberikan sokongan moral terhadap perjuangan saya. Juga kepada teman saya, JC Liew yang sentiasa di sisi, mendorong dan menjadi motivasi perjuangan saya. Dengan sokongan anda semua, saya mampu berpegang pada pendirian perjuangan sehingga hari ini. Terima kasih.

Kepada semua yang telah menimbul rintangan sepanjang proses kajian ini, sama ada dengan sengaja atau tidak, dengan ikhlas saya merakamkan ucapan terima kasih. Kerana segala rintangan ini telah saya jadikan cabaran, dan ia memberi peluang kepada saya untuk melatih diri menjadi lebih tabah dan matang. Ia juga menjadi ransangan untuk saya mencuba dan terus mencuba sehingga berjaya.

Semua suka dan duka sepanjang proses penyediaan penulisan ini telah menjadi satu adegan yang terukir dalam ingatan. Satu pengalaman yang terpahat dalam hidup saya. Sekali lagi, saya ucapkan terima kasih kepada semua yang telah menyumbang dalam adegan ini..

Terima kasih. "Xie Xie" (dalam Bahasa Manderin)

Isi Kandungan:

Muka depan.	i
Penghargaan.	ii
Bab 1: Pengenalan.	
1.1 Latar belakang	
1.1.1 Pengenalan teknologi remote sensing	ms.01
1.1.2 Cabaran perkembangan sistem remote sensing	ms.01
1.1.3 Isu yang menjadi focus kajian: Pencerapan informasi dari data remote sensing	ms.02
1.1.4 Pengenalan kajian dan kepentingannya	ms.03
1.2 Terminologi dan definisi	
1.2.1 Remote sensing	ms.06
1.2.2 Geografi	ms.08
1.2.3 "Geographical Information System"	ms.10
1.2.4 Pertalian antara Remote sensing, Geografi dan GIS	ms.11
1.3 Teori dan asas remote sensing	
1.3.1 Dua sistem umum remote sensing	ms.12
1.3.2 Matahari dan proses di muka bumi	ms.13
1.3.3 Tenaga elektromagnetik dan teori asas	ms.15
1.3.4 Spektrum elektromagnetik dan "atmospheric window"	ms.17
1.3.5 Interaksi julat elektromagnetik dengan fitur muka bumi	ms.19
1.4 Pra-pemrosesan data	
1.4.1 Pembetulan atmosferik	ms.20
1.4.2 Pembetulan radiometrik	ms.22
1.4.3 Pembetulan geometrik	ms.23
Bab 2: Persoalan penyelidikan dan methodologi kajian	
2.1 Persoalan penyelidikan / pernyataan masalah	ms.27
2.2 Ulasan penerbitan dan penulisan	ms.29
2.3 Tujuan dan objektif penyelidikan	ms.33
2.4 Methodologi kajian	
2.4.1 "System Analysis and Design"	ms.34
2.4.2 Penggunaan kaedah multispektral	ms.36
2.4.2a Konsep "Multispectral", "Hyperspectral" dan "Ultraspectral"	ms.36
2.4.2b Masalah penggunaan data "Hyperspectral"	ms.37
2.4.2c Perkembangan dan masa depan data "multispectral"	ms.39
2.4.3 Perisian yang digunakan untuk analisis data	ms.39
2.4.4 Kegunaan data "ancillary" (data sokongan) dan teknik GIS	ms.39
2.4.5 "Digital Elevation Model"	ms.40
2.4.6 "Accuracy Assessment"	ms.41
2.4.7 Kajian Lapangan	ms.41

Bab 3: Kawasan kajian dan Kajian lapangan

3.1	Kawasan kajian	ms.43
3.2	Pemilihan lokasi sampel pemerhatian	ms.47

Bab 4: Pengkelasan diselia dan tidak diselia

4.1	Pengkelasan tidak diselia	
4.1.1	Konsep Pengkelasan tidak diselia (“unsupervised classification”)	ms.53
4.1.2	Kaedah “retain all cluster”, “drop least” dan “set maximum”	ms.56
4.2	Konsep Pengkelasan diselia (“supervised classification”)	ms.58
4.2.1	Kaedah pengkelasan diselia: Parallelepiped	ms.60
4.2.2	Kaedah pengkelasan diselia: “Mindist”	ms.61
4.2.3	Kaedah pengkelasan diselia: “Maxlike”	ms.63
4.3	Isu teknikal: pengkelasan diselia	ms.65
4.3.1	Pilihan fitur untuk “training area”	ms.66
4.3.2	Kaedah “on screen digitising” untuk “training area”	ms.66
4.3.3	Statistiks dari “training area”	ms.67
4.3.4	Pemeriksaan statistiks dengan module “Editsig” dan “Sigcomp”	ms.67
4.4	Penilaian ketepatan pengkelasan diselia	
4.4.1	Perbandingan keluasan hasil pelbagai kaedah pengkelasan	ms.73
4.4.2	Kenapa hasil pengkelasan berbeza sedangkan data mentah yang sama diinputkan?	ms.74
4.4.3	Kaedah penilaian ketepatan hasil pengkelasan: Matriks Ralat	ms.76
4.4.4	Penilaian ketepatan ke atas pengkelasan Piped	ms.78
4.4.5	Penilaian ketepatan ke atas pengkelasan Mindist	ms.83
4.4.6	Penilaian ketepatan ke atas pengkelasan Maxlike	ms.84
4.5	Kesimpulan pemeriksaan ketepatan pengkelasan secara keseluruhan	ms.86

Bab 5: Peneguhan nilai dengan GIS dan alternatif lain

5.0	Kaedah pengkelasan alternatif	ms.88
5.0.1	Pengkelasan Konteks	ms.88
5.0.2	Teori Bukti (“The theory of evidence”)	ms.89
5.0.3	“Expert system”	ms.90
5.1	Pemodelan GIS: “Digital Elevation Model”	ms.92
5.1.1	Pengimbasan garis kontur	ms.93
5.1.2	Proses vectorisasi	ms.93
5.1.3	Penyuntingan vektor	ms.94
5.1.4	Intepretasi permukaan ketinggian dalam perisian R2V	ms.95
5.1.5	Intepretasi permukaan ketinggian dalam perisian Idrisi	ms.96
5.1.6	Pemeriksaan visual DEM dalam perisian ENVI	ms.99

5.2 Derivatif analisis DEM	ms.100
5.2.1 “Slope analysis”	ms.103
5.2.2 “Aspect”	ms.104
5.2.3 “Hillshading”	ms.104
5.2.4 Pengkhusasan kajian atas kawasan bergunung: kaedah “Masking”	ms.106
5.2.5 Kajian kuantitatif atas informasi “hillshading”	ms.106
5.2.6 Percubaan untuk mengatasi masalah “kesan arah cerun”	ms.108
5.3 Peranan data “ancillary” (data sokongan) dalam pengkelasan	ms.111
5.3.1 Integrasi data “ancillary” (data sokongan) dengan data remote sensing	ms.113
5.3.2 Keputusan percubaan integrasi data sokongan GIS dengan data remote sensing	ms.114
5.3.3 Kesimpulan awal	ms.114
5.4 Teknik pengkelasan alternatif: Pengkelasan berkonsepkan “Pseudo Hyperspectral”	ms.117
5.4.1 pengenalan perisian ENVI dan pengkelasan “Pseudo Hyperspectral”	ms.117
5.4.2 Pengimportan data untuk perisian ENVI	ms.118
5.4.3 Tahap penyempitan spektral; MNF (“Minimum Noise Fraction”)	ms.120
5.4.4 Pemeriksaan awal hasil MNF	ms.122
5.4.5 Pemeriksaan ciri spektral pada band MNF	ms.124
5.4.6 Regresi dan korelasi antara band MNF	ms.125
5.4.7 “Pixel Purity Index” (PPI): pengurangan data spatial	ms.128
5.5 Kaedah pengkelasan “Pseudo Hyperspectral”	ms.130
5.5.1 Visualisasi spektral dalam n-dimensi	ms.132
5.5.2 Percubaan beberapa senario nilai ambang PPI	ms.136
5.5.3 Kesimpulan pemeriksaan senario nilai ambang PPI	ms.140
5.6 Penilaian ketepatan pengkelasan “Pseudo hyperspectral”	ms.143
5.7 Kesimpulan tentang Pengkelasan “Pseudo hyperspectral”	ms.144
5.8 Kesimpulan setelah pemeriksaan pelbagai kaedah pengkelasan	ms.145

Bab 6: Analisis dan reka bentuk prosedur pengkelasan

6.0 Analisis dan reka bentuk system pengkelasan	ms.147
6.1 Ratio antara band	ms.148
6.1.1 “Normalized Differential Vegetation Index” (NDVI)	ms.149
6.1.2 Pemeriksaan hasil NDVI	ms.150
6.1.3 Pengkelasan kawasan tumbuhan berdasarkan NDVI	ms.151
6.1.4 Penilaian ketepatan pengkelasan umum “tumbuhan” dan “bukan tumbuhan” dari NDVI	ms.152
6.1.5 Kesimpulan tentang pengkelasan NDVI	ms.153
6.2 Kajian ciri spektral ke atas band asal	ms.155
6.2.1 Pencirian spectral secara vertical untuk fitur terpilih	ms.156
6.2.2 Keratan rentas spektral dan variasi dalaman sesuatu fitur	ms.162
6.2.3 Julat Dn digunakan sebagai piawai pengkelasan guna-tanah?	ms.165

6.3	Reka bentuk prosedur atau piawaian pengkelasan	ms.165
6.3.1	NDVI antara band terpilih	ms.166
6.3.2	Pemeriksaan ciri indeks NDI (NDI index signature) bagi fitur terpilih	ms.167
6.3.3	Penyediaan "training area" fitur terpilih tumbuhan dengan indeks NDI	ms.175
6.3.4	Pemeriksaan semula indeks NDVI bagi fitur bermasalah: kelapa sawit	ms.181
6.3.5	Percubaan "filter" untuk mengasingkan spektral sawit dengan hutan	ms.184
6.3.6	Penyediaan "signature" dari "training area"	ms.186
6.3.7	Pengkelasan "Bayesian" berdasarkan "signature NDI"	ms.186
6.4	Perbezaan antara pengkelasan konvensional dengan cadangan prosedur pengkelasan alternatif	ms.189
6.4.1	Pengkelasan semula hasil pengkelasan "Bayesian – soft classifier"	ms.189
6.4.2	Pemetaan bertema dengan kaedah NDI: guna tanah (tumbuhan)	ms.191
6.4.3	Perbandingan visual antara kaedah konvensional dengan prosedur cadangan pengkaji	ms.192
6.4.4	Perbandingan ketepatan antara kaedah konvensional dengan prosedur cadangan pengkaji	ms.195
6.5	Pengkelasan menurut Tahap umur sesuatu tanaman terpilih: Satu percubaan dengan kaedah "Tasseled Cap Analysis"	ms.197
6.6	Kesimpulan	ms.205

Bab 7: Kesimpulan

7.0	Kesimpulan	ms.208
-----	------------	--------

Appendix

Bibliografi

Senarai Rajah:

Rajah Tajuk	muka surat	
1.1	Gambar-gambar sejarah remote sensing	07
1.2	Perkembangan teknik remote sensing dari burung merpati ke era platform satelit	07
1.3	Ringkasan konsep remote sensing	08
1.4	Ringkasan tentang Geografi	09
1.5	Peranan GIS dalam dunia realiti	11
1.6	a) Sistem remote sensing aktif	12
	b) Sistem remote sensing pasif	
1.7	Peranan tenaga matahari ke atas sistem bumi secara umum	14
1.8	Gerakan tenaga elektromagnetik dalam corak gelombang	15
1.9	Jarak gelombang elektromagnetik	18
1.10	Tetingkap atmosfera	18
1.11	Proses Penyerakan dalam atmosfera	20
1.12	Konsep pembetulan radiometrik dengan kaedah "mean filter"	23
1.13	Tiga paksi dalam pengendalian atau kestabilan penerbangan	24
1.14	Kaedah Jiran terdekat dalam Pembetulan geometrik	26
2.1	Struktur integrasi data di bawah program NAREM	28
2.2	Kitaran hayat pembangunan sesuatu sistem	34
2.3	Methodologi "System analysis & design"	35
2.4	Contoh imej "Thematic mapper" 7 band	39
2.5	Contoh DEM	40
2.6	Contoh-contoh radiometer lapangan	42
2.7	Beberapa contoh GPS di pasaran	42
3.1	Kedudukan daerah-daerah Negeri Perak di Semenanjung Malaysia	44
3.2	Peta jaringan jalan serta taburan bandar sekitar Negeri Perak	45
3.3	a) Imej Perak yang asal	46
	b) Kawasan kajian, subset dari imej asal	46
3.4	Dokumentasi untuk imej-imej kawasan kajian	46
3.5	Dua kaedah persampelan	47
3.6	Sejumlah sampel rawak dipilih untuk setiap litupan bumi	48
3.7	Contoh borang pemerhatian lapangan	50
3.8	Imej "Utara"	51
3.9	Lakaran taburan lokasi pemerhatian pada imej Utara	51
4.1	Tahap-tahap pilihan dalam pemprosesan "cluster" Perisian Idrisi	54
4.2	Perbezaan kaedah "broad clustering" dan "fine clustering"	54
4.3	Analisis topografi taburan data dalam pemprosesan "cluster"	54
4.4	Carta aliran pemprosesan "clustering" dalam Idrisi	55
4.5	a) Hasil pilihan "Cluster - Broad - Retain all clusters"	56
	b) Hasil pilihan "Cluster - Broad - Drop least"	56
	c) Hasil pilihan "Cluster - Broad - Set maximum"	56
4.6	Konsep "Training area"	59
4.7	Graf dwi-spectral yang dijana dari statistiks "training area"	60
4.8	Graf multispektral yang dijana dari statistiks "training area"	60
4.9	Bagaimanakah Pengkelasan "Piped" dilaksanakan?	61
4.10	Bagaimanakah pengkelasan "Mindist" dilaksanakan?	62
4.11	Bagaimanakah pengkelasan "Maxlike" dilaksanakan?	63
4.12	Konsep "a priori probability" dalam "Maxlike"	65

4.13	Contoh poligon vektor sebagai "training area"	66
4.14	Penjanaan statistik dari "training area"	68
4.15	a) Paparan statistik untuk "signature air1"	69
	b) Paparan statistik untuk "signature getah"	69
	c) Paparan statistik untuk "signature air2"	69
	d) Paparan statistik untuk "signature tumb1"	69
	e) Paparan statistik untuk "signature tumb2"	70
	f) Paparan statistik untuk "signature ptempat"	70
	g) Paparan statistik untuk "signature pasir"	70
	h) Paparan statistik untuk "signature ksawit"	70
4.16	Bentuk histogram yang normal	71
4.17	Bentuk histogram yang tidak normal	72
4.18	Penjelasan hasil "sigcomp"	72
4.19	Hasil "Sigcomp" untuk perbandingan "signature"	72
4.20	Keluasan fitur (peratusan dari jumlah keluasan) dalam setiap hasil pengkelasan	74
4.21	Sisihan piawai antara fitur air dan penempatan	76
4.22	Kerangka am jadual matriks untuk tujuan penyemakan ketepatan (accuracy assessment)	78
4.23	Matriks penilaian ketepatan pengkelasan imej Piped	79
4.24	Matriks penilaian ketepatan pengkelasan imej Piped2	80
4.25	Matriks penilaian ketepatan pengkelasan imej Piped3	81
4.26	Matriks penilaian ketepatan pengkelasan imej Piped4	82
4.27	Matriks penilaian ketepatan pengkelasan imej Mindist1	83
4.28	Matriks penilaian ketepatan pengkelasan imej Maxlike1	84
4.29	Matriks penilaian ketepatan pengkelasan imej Maxlike2	85
4.30	Matriks perbandingan antara kesilapan setiap teknik pengkelasan	86
5.1	Contoh mudah dalam penyelesaian masalah	91
5.0	Tetingkap "auto vectorize" dalam R2V	93
5.1	Garis kontur yang telah siap diberikan ID atau nilai ketinggian	95
5.2	Paparan DEM	96
5.3	"Correspondence file" untuk proses "Resample"	97
5.4	Pemprosesan Idrisi untuk menghasilkan DEM	97
5.5	Contoh paparan DEM	98
5.6	Tetingkap kawalan animasi "fly-thru" permukaan DEM	99
5.7	DEM pada 10 parameter pandangan berbeza untuk imej Kampar	100
5.8	DEM dari 8 parameter pandangan berbeza ke atas imej Gopeng	102
5.9	Perbandingan visual animasi DEM (atas) dengan foto lapangan (bawah) ke atas kawasan tinggi sekitar Kampar	103
5.10	Hasil-hasil derivatif analisis DEM ("Slope", "Aspect" dan "Hillshading")	105
5.11	"Mask" kawasan tinggi (kiri) dan hasil "Overlay" (kanan)	106
5.12	Paparan grafik histogram bagi taburan data imej "hshed2"	107
5.13	Paparan jadual "Histo" ke atas imej "hshed2"	107
5.14	Pengkelasan semula imej "hshed2" kepada dua kelas arah cerun yang utama	108
5.15	Potongan kawasan gunung (nilai Dn imej komposit 3, 4 dan 5)	110
5.16	Paparan histogram bagi taburan data "gunung2"	110
5.17	Hasil pemberat diagihkan ke atas dua cerun yang berbeza arahnya	111
5.18	Taburan histogram bagi imej "gunung8" hasil pembaikan "kesan arah cerun"	111

5.19	Integrasi hasil Analisis permukaan GIS dengan data remote sensing	112
5.20	Tetingkap "Makesig" untuk membina statistik fitur air	113
5.21	Matriks penilaian ketepatan pengkelasan pertama "Mindist" (band-band asal saja)	115
5.22	Matriks penilaian ketepatan pengkelasan kedua "Mindist" (integrasi GIS dan RS)	115
5.23	Contoh hasil pengkelasan "Mindist" dengan teknik integrasi GIS dan RS	116
5.24	"Hyperspectral processing" dalam perisian ENVI	118
5.25	Format data yang diterima oleh perisian ENVI	119
5.26	Menu menyediakan fail berformat ENVI	119
5.27	Contoh paparan imej Ipoh (adunan band 2, 5 dan 7) setelah diperbetulkan orientasinya	120
5.28	Paparan imej Batu Gajah (bgajah) menurut adunan band 4, 5 dan 2	120
5.29	Menu untuk melaksanakan Transformasi	121
5.30	Plot keluk MNF "Eigen Values"	122
5.31	Band 11-6 hasil transformasi MNF	123
5.32	Profil fitur terpilih dalam band MNF	124
5.33	Perhubungan antara variabel menurut corak taburan datanya	126
5.34	Taburan data antara band MNF, 15 plot direkodkan	126
5.35	Taburan data pada band 1 dan 2 MNF yang dipadankan dengan fitur terpilih	128
5.36	Parameter yang diperlukan untuk PPI serta plot hasil "Pixel Purity Index"	129
5.37	Paparan hasil PPI di mana warna cerah adalah piksel tulen dan sebaliknya	130
5.38	Tetingkap pemilihan imej untuk disediakan ROI serta histogram PPI	131
5.39	Imej PPI (nilai ambang = 60) serta laporan statistiknya	133
5.40	Tetingkap kawalan plot n-dimensi dengan 13 contoh taburan bagi PPI (nilai ambang 60)	133
5.41	Kelompokan pada 2 sudut pandangan 3D (atas) serta Profilnya merentasi band (bawah)	135
5.42	Imej PPI (nilai ambang 160), statistiknya serta 8 taburan datanya dalam 3D	137
5.43	Imej PPI (nilai ambang 400), statistiknya serta 8 taburan datanya dalam 3D	139
5.44	Kelompokan data dalam ruang plot 3D (atas) serta Profil spektralnya merentasi band (bawah)	142
5.45	Kekelompokan data dalam plot 3D	142
5.46	4 Profile spektral untuk sampel data dalam kelompok terpilih (Rajah 5.47)	143
5.47	Matriks penilaian ketepatan teknik gabungan "hyperspectral" dan "maxlike"	144
6.1	Rangka perbincangan bab 6	147
6.2	Ratio antara band meminimumkan kesan topografi ke atas Dn	148
6.3	Ciri spektral tumbuhan merentasi pelbagai jarak gelombang	149
6.4	Ratio mudah tumbuhan	149
6.5	Formula untuk "Normalized Differential Vegetation Index"	150

6.6	Imej komposit Kinta 345 (kiri) dan hasil NDVI (kanan)	150
6.7	Histogram untuk NDVI	151
6.8	Pengkelasan umum kawasan tumbuhan dan bukan tumbuhan	151
6.9	Histogram NDVI menunjukkan pelbagai puncak taburan	152
6.10	Matriks penilaian ketepatan umum NDVI bagi imej Kinta	153
6.11	Hasil penilaian ketepatan ke atas 4 kawasan kajian yang berbeza	154
6.12	Bilangan sampel untuk setiap kawasan disediakan untuk setiap kelas	154
6.13	Imej komposit kawasan kawalan (kiri) dan NDVI (kanan)	154
6.14	Imej komposit "Selatan" (kiri) serta poligon vektor fitur air (kanan)	156
6.15	Nilai purata (Dn) fitur terpilih dalam setiap band	157
6.16	Orientasi spektral bagi fitur terpilih merentasi 6 band	158
6.17	Ciri spektral bagi fitur yang mempunyai ciri fizikal yang mirip	159
6.18	Carta radar antara dua fitur terpilih	160
6.19	Carta radar untuk dua fitur yang mirip ciri fizikal	161
6.20	Perbezaan dalaman profil spektral satu fitur individu (usia getah)	162
6.21	Profile 1, garis vektor melintasi kawasan sawit	163
6.22	8 keratan rentasnya pada band 1-7 serta 1 imej NDVI (NR43)	163
6.23	Profile 2, garis vektor melintasi kawasan getah	164
6.24	8 keratan rentas getah pada band 1-7 serta 1 imej NDVI (NR43)	164
6.25	Hasil pelbagai percubaan NDVI antara band yang berbeza (ndvi baris/lajur)	166
6.26	Paparan ENVI kawasan kajian (imej Utara)	168
6.27	Nilai pelbagai indeks NDI bagi 20 sampel fitur hutan	168
6.28	Nilai pelbagai indeks NDI bagi 20 sampel fitur sawit	169
6.29	Nilai pelbagai indeks NDI bagi 20 sampel fitur getah	169
6.30	Statistik 3 fitur tumbuhan dalam 6 imej NDI terpilih	170
6.31	Graf garis: Keluk minimum dan maksimum dalam setiap imej NDI	173
6.32	Graf garis min 3 fitur dalam setiap imej NDI	173
6.33	Carta bar terapong yang menggambarkan julat indeks 3 fitur dalam setiap imej NDI. (dipadani dengan carta histogram NDI serta graf garis 3 fitur berkenaan bagi NDI berkenaan)	177
6.34	Contoh graf garis menggambarkan pertindihan indeks antara fitur	180
6.35	Hasil "training area" dari indeks NDVI	180
6.36	Maklumat sampel sawit diringkaskan dalam bentuk jadual dan statistik	181
6.37	Carta bar terapong selepas sampel sawit diperiksa semula	182
6.38	Percubaan menyediakan "training area" sawit dengan indeks NDI yang berbeza	183
6.39	Eksperimen untuk mengasingkan spektral sawit dan hutan	184
6.40	"training are" sawit	185
6.41	4 imej hasilan dari "Bayesian classification" dipadankan dengan histogramnya	187
6.42	Pengkelasan semula ke atas hasil "Bayesian" menurut tahap kebarangkalian terpilih	190
6.43	Hasil pengkelasan semula kebarangkalian "Bayesian"	192
6.44	Peta fitur tumbuhan yang mempunyai ciri mirip	192
6.45	Perbandingan visual antara hasil kaedah konvensional dengan hasil prosedur pengkelasan cadangan pengkaji	193
6.46	Perbandingan keluasan fitur antara "mindist" dengan prosedur cadangan pengkaji	194
6.47	Matriks pemeriksaan ketepatan "Mindist" untuk imej "utara"	195
6.48	Matriks pemeriksaan ketepatan prosedur pengkelasan cadangan pengkaji untuk imej "utara"	196

6.49	Ilustrasi pandangan udara ke atas tanaman dari tahap muda ke matang	198
6.50	Gambar lapangan bagi tumbuhan terpilih kajian	199
6.51	20 sampel serta statistik keseluruhan tentang kelas umur kelapa sawit	200
6.52	Graf statistik tentang “brightness index” dalam “Tasseled cap analysis”	201
6.53	Graf statistik tentang “greenness index” dalam “Tasseled cap analysis”	202
6.54	Graf statistik tentang “moisture index” dalam “Tasseled cap analysis”	203
6.55	Kajian tahap kematangan sawit dengan analisis “Tasseled cap”	204
6.56	Kawasan kelapa sawit imej “Utara” dihasilkan dalam kaedah “Bayesian”	204
6.57	Pecahan kelas umur kelapa sawit hasil kajian ciri “Tasseled cap – moisture index”	205

**Abstract: Information Extraction from Remote Sensing Technology:
A value enhancement by utilizing GIS techniques.**

A remotely sensed data is merely a surface of numerical numbers, which reveal no information without further processing. There are various techniques developed for the purpose of information extraction, and one of these is the classification technique.

The main objective of the study is to determine an alternative processing technique to value enhance the information extraction procedure of RS data (Landsat with 7 bands in this case) for land cover information. Comparison analysis is being employed to evaluate various conventional and alternative classification techniques. The result will be useful in the formulation of a consistent, objective and comprehensive classification procedure.

What are the conventional classification techniques? Box-car (Piped), Mindist (Minimum Distance to Mean) and Maxlike (Maximum Likelihood) are some of the well-accepted conventional classification techniques. Studies found that the accuracy of these techniques are subjected to various human, spatial, temporal or radiometric factors. That explained why a same data set being processed by different parties or at different time might produce various version of classification result.

What are the Alternative techniques to be examined? Alternative classification techniques includes Bayesian, expert system, hyperspectral and Knowledge-based classification. This study examined the efficiency of applying hyperspectral classification procedure on a multispectral data set. Although it manage to achieve a higher accuracy, it is still bound to the limitations of the conventional classification techniques. One important element learnt of this technique is the "data narrowing process" in order to focus the processing in the more significant data.

The role of GIS processing techniques. Ancillary data is proven to be a solution to the topographic effect on a remotely sensed data. The elimination of the topographic effect can be done by the generation of a Digital Elevation Model and further derivative processing such as slope study, aspect analysis and hillshade analysis. Although this processing technique is reliable in terms of accuracy, it has the "site and time" specific problem just like the conventional techniques. Layer manipulation technique is also being examined in this study. The study shows that it is feasible to utilize this technique as a basis of a classification procedure.

An alternative procedure proposed for information extraction. Band Ratio, which is one of the layer manipulation methods. It is a simple transformation that could eliminate or at least minimize the topographic and atmospheric effect on images. These effects are the main source of the "site specific" and "time specific" limitation. As an alternative approach, this study used Normalized Ratio as the classification input instead of the original spectral bands. The same applies to the training area preparation. A macro classification was carried out to separate vegetation and non-vegetation in the study area. This is followed by classification on general classes and a feasibility study on identifying features with similar characteristics such as rubber and forest.

The study shows that it is feasible to use Normalized Ratio as the basis of Image Classification. However, in order to apply the alternative procedure operationally, it needs further validation. A dedicated study on Normalized Ratio signature for all the land cover features in the Tropics needed to be done. Compilation of all these signature information makes a classification handbook available. End users can always refer to this handbook to extract land cover information from RS data with some degree of confidence. And the problem of producing different classification results from the same data set by different end users will be a history.