

BAB 2

Persoalan penyelidikan dan methodologi kajian

2.1 Persoalan penyelidikan / pernyataan masalah.

Bab 1 telah memberikan satu pengenalan kepada isu-isu penggunaan data remote sensing. Dari perbincangan tersebut, telah disimpulkan bahawa "masalah pencungkilan informasi merupakan satu isu vital yang mempengaruhi kualiti dan kuantiti informasi yang diterbitkan dari imej satelit".

Pada skop makro, pencerapan informasi bertema ("thematic information") menghadapi masalah:

1. Semua teknik pengelasan dilimitasikan dengan faktor "site, temporal spesific".

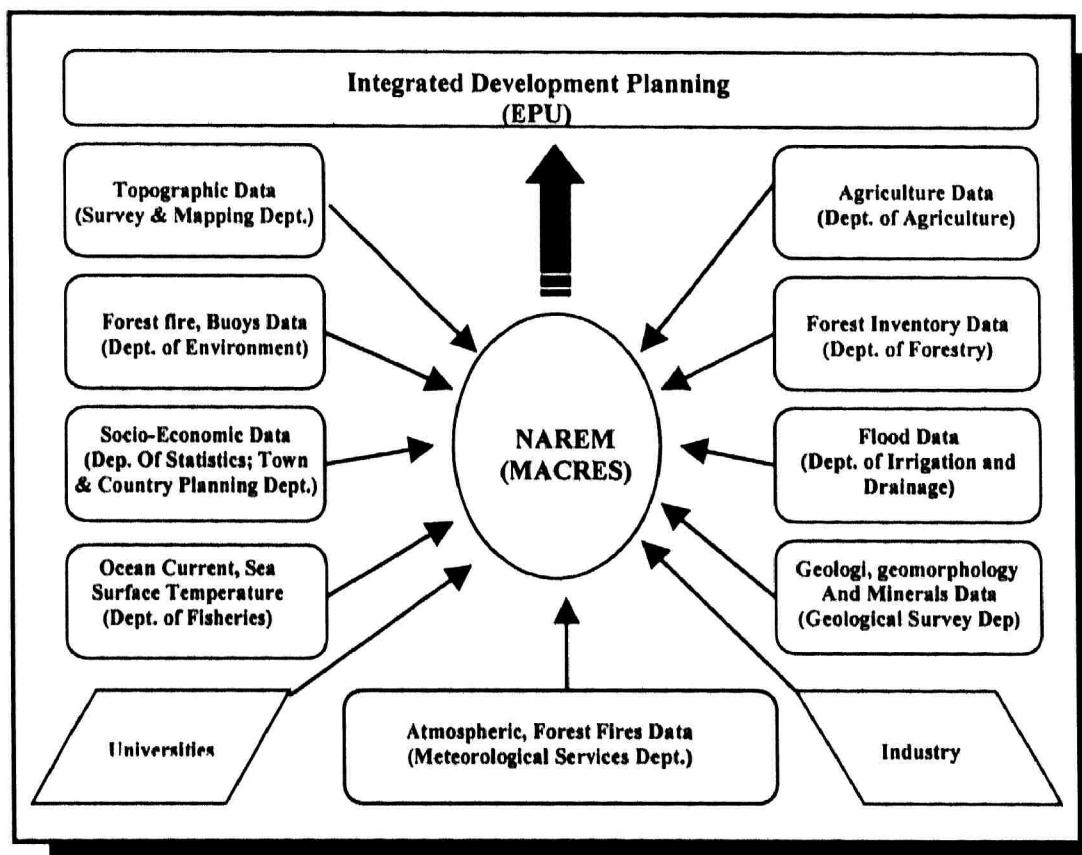
Setiap kali pengelasan dilaksanakan, "training area" yang baru perlu disediakan untuk teknik pengelasan diselia ("supervised classification"). Ini memakan masa dan melibatkan kos tinggi kerana melibatkan banyak kerja lapangan dan makmal.

2. Tiada satu piawaian dalam pencerapan informasi serta pemetaan dari imej satelit.

Ketiadaan piawaian dalam pemetaan mengakibatkan masalah "**pengelasan satu data asas kepada pelbagai hasil**" bila dilaksanakan oleh pelbagai organisasi. Ketepatan hasil pengelasan dari pelbagai institusi ini selalunya dipertikaikan oleh pihak kedua. Kelemahan ini seterusnya membantutkan era pekongsian/integrasi maklumat ruangan dari pelbagai disiplin yang diimpikan dalam polisi Narem. Berujuk kepada laman web MACRES¹, NAREM (*"Natural Resource and Environmental Management"*) adalah satu program nasional di bawah Rancangan Malaysia ke-tujuh (1996-2000). Secara umumnya, ia bertujuan membangunkan satu "sistem pengurusan sumber alam dan alam-sekitar" yang beroperasi menggunakan sistem remote sensing dan teknologi berkaitan dengannya. Salah satu tugas NAREM adalah membentuk satu pangkalan data yang mampu membantu **EPU (Unit Perancangan Ekonomi)** untuk mengaturkan rancangan pembangunan nasional. Pangkalan

berkenaan dijangkakan merangkumi segala aspek penting seperti data topografi, data pertanian, data perhutanan, data banjir, data sosio-ekonomi, data maritim ("marine"), data atmosferik, data geologi, data dari institut pendidikan tinggi dan sebagainya. Rujuk pada Rajah 2.1 yang dipetik dari laman web tersebut:

Rajah 2.1: Struktur integrasi data di bawah program NAREM.



Dengan kehadiran alaf informasi dan teknologi, dengan wujudnya pelbagai sumber dan aplikasi informasi, **kesedaran pemetaan ("mapping awareness")** haruslah disemadikan ke dalam masyarakat, salah satu aspek kesedaran ini adalah piawaian dalam intepretasi data remote sensing kepada informasi peta.

3. Pengelasan fitur-fitur yang mempunyai ciri-ciri yang agak seragam.

Pengelasan imej remote sensing adalah berpandukan corak reaksi elektromagnetik yang dikembalikan oleh sesuatu fitur itu. Apa yang akan berlaku sekiranya terdapat beberapa jenis litupan bumi yang menggambarkan

¹ <http://www.macres.gov.my/>

corak pantulan elektromagnetik yang mirip antara satu sama lain? Masalah ini ketara di tropika kerana banyak litusan bumi seperti hutan tropika, hutan sekunder, tanaman getah dan kelapa sawit dan sebagainya yang amat sukar dibeza-nilaikan secara visual dalam imej.

2.2 Ulasan penerbitan dan penulisan.

Adalah dipercayai masalah tersenarai dalam Bahagian 2.1 mampu ditangani dengan integrasi teknologi remote sensing dengan GIS. Topik **integrasi Remote sensing dan GIS** telah lama dikaji sejak idea ini dilahirkan, malah semakin banyak perisian GIS di pasaran telah menonjolkan ciri integrasi Remote Sensing dan GIS (RS/GIS). Majoriti kajian dan aplikasi integrasi RS/GIS sebelum ini telah melimitasikan corak "integrasi sehala" sahaja. Remote Sensing biasanya dipersepsikan semata-mata sebagai satu data input kepada GIS. Dalam rekabentuk kebanyakan perisian ini, data Remote sensing hanya dijadikan sebagai paparan "backdrop" untuk memperkayakan persembahan GIS.

Sebenarnya aliran maklumat antara dua bidang kepakaran ini haruslah bersifat interaktif.

Data mentah Remote Sensing memerlukan maklumat "ancillary" dan teknik-teknik GIS dalam memperbaiki hasil pencerapan informasi kuantitatif. Pengenalan fitur dan hasil pengelasan akan mencapai tahap ketepatan yang lebih tinggi sekiranya mengambil kira data GIS seperti data elevasi, cerun, tanah dan faktor lain.

Pangkalan data GIS pula sentiasa memerlukan input data terkini berkenaan dengan fitur-fitur permukaan bumi yang sentiasa berubah (akibat proses fizikal, mahupun akibat aktiviti kemanusiaan), terutamanya kajian berskala wilayah (regional) dan global; data Remote sensing merupakan kunci kepada keperluan ini. Fokus (kebanyakan) penulisan yang dibincangkan di sini merupakan karya penulisan yang mempersepsikan integrasi antara dua bidang ini dengan sifat saling melengkapi.

Berkenaan dengan soal piawaian, Amerika Syarikat telah mengamalkan "US National map Accuracy Standards" dalam penyediaan peta seawal 1940an. Piawaian adalah penting kerana ia merupakan tahap kawalan kualiti. JUPEM (Jabatan Ukur dan Pemetaan) juga dipercayai mempunyai peraturan konvensional yang dipakai selama ini tanpa dibukukan untuk tatapan pihak orang awam. Soal piawaian pemetaan informasi dari data Remote Sensing pula langsung tidak pernah disentuh dalam litrasi tempatan.

*John R. Jensen*² berpendapat usaha integrasi GIS dan Remote Sensing adalah penting. Beliau menyebut "... hasil RS boleh diteguhkan dengan maklumat dari GIS ("ancillary information"); sebaliknya pangkalan data GIS memerlukan data terkini ("timely") yang hanya mampu disediakan oleh teknologi RS..." (Nellis, M.D. 1989)

Bradbury dan pengkaji lain menjalankan kajian pengkelasan fitur tumbuhan di selatan Wales pada 1984 menggunakan data Landsat MSS dan TM. Objektif kajian ini adalah untuk memeriksa 3 skima pengkelasan untuk tujuan pencerapan informasi tumbuhan; iaitu pengkelasan "box", "centroid" dan "Maximum likelihood". Hasil kajian menampakkan pengkelasan tumbuhan secara kelas umum mencapai satu tahap ketepatan yang tinggi, hampir 90%. Namun, pengkelasan ini hanya mencapai tahap ketepatan kurang dari 42% dalam aspek mengenali kelas tumbuhan individu ; contoh kelas individu seperti "Pine", "Spruce" dan "Larch" yang digolongkan dalam kumpulan umum "Coniferous". Akhir kajian Bradbury mencadangkan bahawa ketepatan pengkelasan mungkin boleh dikukuhkan sekiranya diambil-kira faktor temporal dan faktor seperti cerun serta "aspect" (arah cerun).

Aspek topografi yang mempengaruhi pantulan elektromagnetik dan seterusnya mempengaruhi proses pencerapan informasi bertema.. Dua belah cerun yang diduduki jenis fitur yang sama akan digambarkan dengan 2 ciri spektral yang berbeza, iaitu: cerun yang hadap cahaya diwakili nilai digital yang tinggi manakala cerun yang terselindung dicirikan dengan nilai yang rendah. Fenomena ini mengakibatkan

kesilapan penafsiran, contohnya, bahagian cerun yang gelap (terselindung dari cahaya) mungkin ditafsir sebagai kepadatan tumbuhan lebih tinggi ataupun lebih teruk lagi disalah tafsirkan sebagai badan air. *Strahler* (1981) telah mengkaji kemungkinan untuk mengambil-kira data topografi (GIS) dalam proses pengkelasan hutan di utara California. Strahler memodelkan permukaan topografi kawasan kajian dan melihat kesan bayang dengan sudut cahaya yang sama seperti masa penderiaan dilaksanakan. Langkah ini membolehkan data Remote Sensing kawasan berkenaan diperbaiki dengan menghilangkan kesan topografinya.

Dr. Edmond Nezryt dalam laman web *SPOT*³ telah melaporkan penggunaan GIS dan Remote sensing dalam menyediakan inventori hutan di Sarawak, Malaysia. Pembalakan merupakan aktiviti ekonomi yang penting di Borneo. Syarikat balak amat memerlukan inventori sumber hutan untuk pengurusan hutan secara mampan. Imej satelit telah membekalkan data pemerhatian yang tepat, tempoh pemerhatian yang sesuai (kekerapan pemerhatian) serta ekonomik. Usaha penyediaan inventori ini telah dijalankan dengan usaha-sama Spot Asia (Singapura) dengan Borneo Pulp & Paper (BP&P di Sarawak). Data multispektral Spot telah digabungkan dengan data RADARSAT untuk tujuan menyediakan informasi DEM, fitur linear (sungai, laluan balak), inventori hutan dan juga ramalan pulangan pembalakan.

*David Skole*⁴ telah mengkaji aspek penyah-hutanan dengan model sosio-ekonomi dan ekosistem baru-baru ini. Kajian Skole merupakan satu kajian bersifat temporal, data Landsat5 awal 90an digunakan dan akan dilanjutkan ke data Landsat7 (mulai April 1999). Pengkelasan imej satelit dilakukan kemudian teknik GIS diaplikasikan untuk melihat kadar dan corak perubahan guna tanah. Kajian ini cuba menghubung-kaitkan data remote sensing dengan data ekonomi dan sosial supaya dapat

² pensyarah dan penyelidik dari South Carolina University

³ <http://www.spot.com/spot/home/applications/forest/borneo/welcome.htm>

⁴ Pengarah, Basic Science and Remote Sensing Initiative, Department of Geography, Michigan State University

memodelkan "sebab-akibat" kejadian penyah-hutanan di kawasan tropika seperti Amazon, Asia dan Afrika. Kajian ini telah diterbitkan dalam laman web *NASA*⁵.

Richard, J.A. 1993, membincangkan pemprosesan komputer dalam pencerapan informasi bertema. "Kebanyakan teknik pengelasan mempunyai limitasi iaitu hanya menggunakan input data numerik seperti permukaan elevasi ("digital elevation model"), sebenarnya dalam set pangkalan data spatial GIS mengandungi banyak data bukan numerik seperti peta tanah, peta perancangan, peta pengangkutan...." Richard mencadangkan metodologi "expert system" dalam soal pengendalian data remote sensing. Prosedur pengelasan harus diteliti dari pelbagai aspek termasuk ciri spektral dalam band individu, perbandingan spektral antara band, penggunaan pelbagai sumber penderiaan, serta mengambil-kira data bukan numerikal seperti yang disebutkan di atas.

Clark 1995 telah membincangkan penggunaan data "Hyperspectral" dalam mengkaji tumbuhan di San Luis Valley, Colorado. NASA kini mengkaji "Airborne Visual and Infra-red Imaging Spectrometer" (AVIRIS) yang berupaya menangkap 224 band data spektra dalam julat 0.4-2.45 mikron meter. Penghalusan dalam julat spektral ini mampu menonjolkan perbezaan antara fitur-fitur berciri agak seragam dan dilaporkan pengelasannya mampu mencapai ketepatan 90%. Ia mungkin merupakan penyelesaian kepada masalah pengelasan fitur-fitur bumi yang mempunyai ciri-ciri seragam.

Malang sekali, teknologi ini masih tidak boleh dikaji ke atas kontaks Malaysia ketika kajian ini dilaksanakan kerana datanya hanya merangkumi kawasan Amerika dan Kanada. Data hyperspectral pada peringkat ini amat mahal, ruang storan yang banyak diperlukan kerana ia mengambil banyak band untuk satu lokasi kajian untuk satu masa. Disebabkan pelbagai masalah ini, teknik ini terpaksa dikecualikan dari kajian kali ini.

⁵ http://ltpwww.gsfc.nasa.gov/LANDSAT/CAMPAIGNDOCS/ANNOUNCEMENTS/WG_Profile5.html

Terdapat juga percubaan integrasi Remote Sensing dan GIS dalam konteks kerja-sama Malaysia dengan negara lain. *Remote Sensing News* (July 1997) melaporkan satu projek usaha-sama Malaysia dengan Vietnam dalam bidang geologi. Projek ini dinamakan "Geological and mineral prospecting in the Kuala Kelawang area using Remote Sensing and GIS techniques". Projek ini menggunakan data Landsat TM kawasan Kuala Kelawang (Negeri Sembilan) untuk pencerapan data bertema seperti data jenis batuan, lineament, struktur bumi dan sebagainya. Integrasi data Remote Sensing ini dengan teknik-teknik GIS telah diaplikasikan dalam perisian ILWIS 1.4.

Jabatan Perikanan (DOF) Semenanjung Malaysia telah mula menggunakan teknologi Remote Sensing untuk tujuan pemetaan dan pemantauan perkembangan industri perikanan ("aquaculture") semenjak 1996. Data kolam perikanan yang terlalu kecil untuk dicerminkan dalam data Landsat TM telah dicerap dengan teknologi GPS dan disalurkan ke dalam "GIS workstation". Data Remote Sensing dan GIS ini diintegrasikan untuk tujuan perancangan dan pemantauan industri perikanan seluruh Semenanjung Malaysia.

2.3 Tujuan dan objektif penyelidikan.

Hipotesis:

Teknik GIS mampu meneguh-nilaikan proses pencerapan informasi bertema dari data Remote sensing.

Tujuan dan objektif penyelidikan.

Tujuan kajian ini adalah untuk memeriksa peranan teknik GIS sebagai pemangkin atau peneguh-nilai kepada proses pencerapan informasi bertema dari data Remote sensing. Ia dapat dicapai melalui pengkhususan kajian berikut:

1. Mengkaji dan menilai sistem pengelasan selaku proses pencerapan informasi bertema dari data remote sensing.

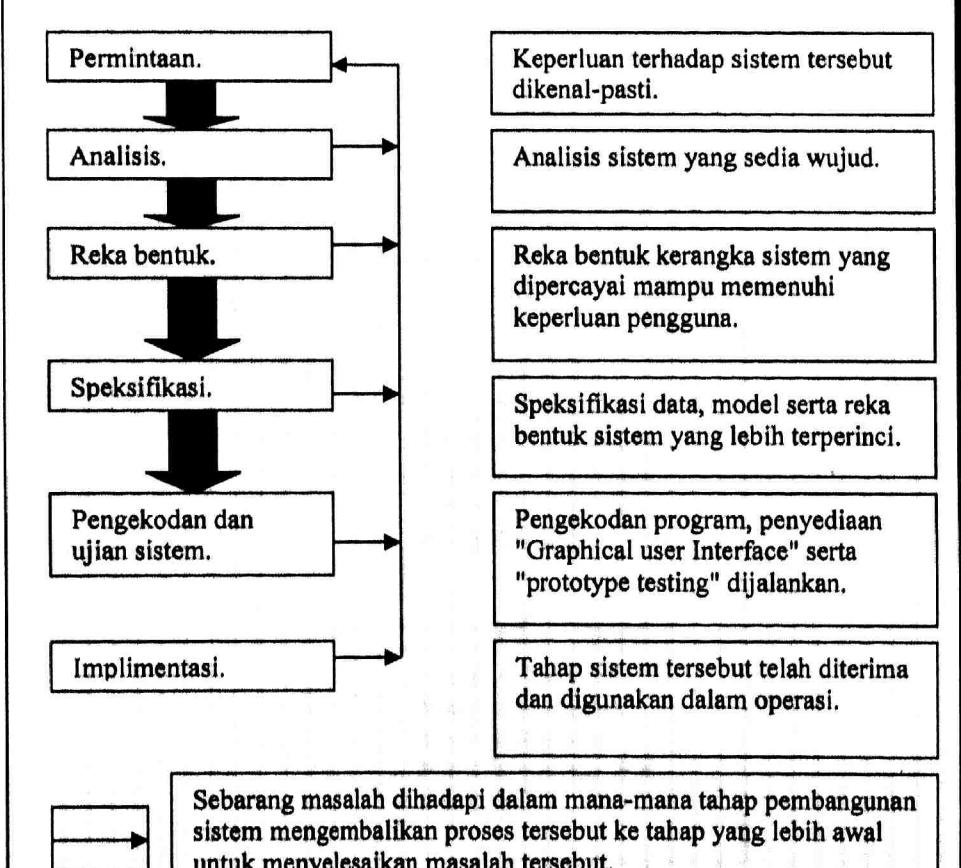
2. Menilai sejauh mana teknik-teknik GIS memperbaiki kualiti pengelasan data remote sensing. Permodelan GIS (surface modeling) seperti cerun, arah cerun ("aspect"), permodelan bayang ("hill shade analysis") dan sebagainya dijanakan untuk menilai sejauh mana ia membantu memperkayakan sistem pengelasan data remote sensing.
3. Mereka-bentuk satu carta aliran pengelasan data remote sensing yang bersifat objektif, komprehensif dan sistematik.
4. Menilai dan membincangkan kemungkinan satu prosedur pengelasan yang boleh dijadikan piawaian pengelasan.

2.4 Methodologi penyelidikan.

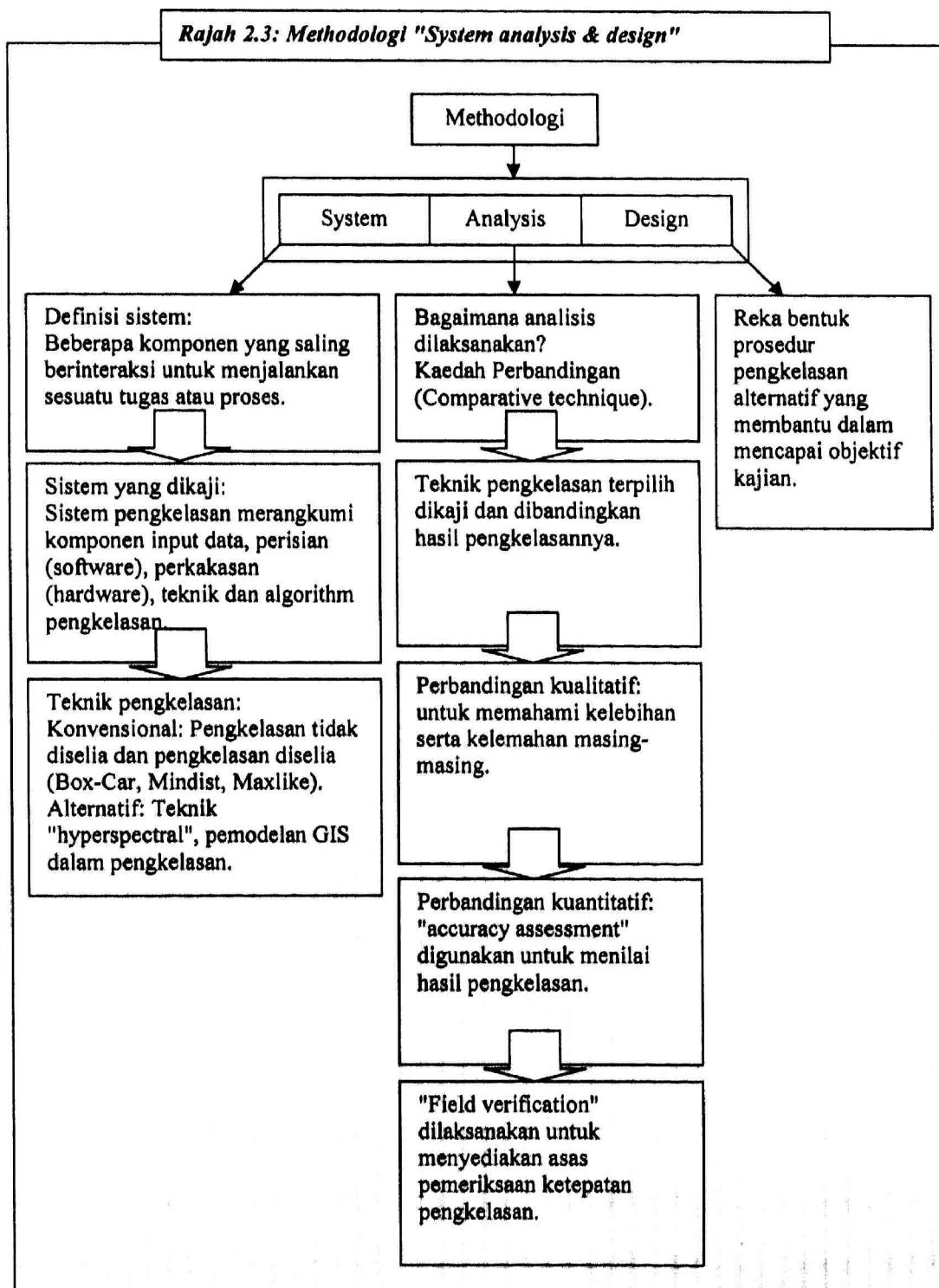
2.4.1 "System analysis & design".

Secara umumnya, konsep teras yang digunakan dalam kajian ini adalah SDLC (System Development Life Cycle) seperti yang digambarkan dalam Rajah 2.2.

Rajah 2.2: Kitaran hayat pembangunan sesuatu sistem.



Rangka konsep (Rajah 2.2) ini telah dipinjamkan dari bidang Teknologi Maklumat. Tiga tahap pertama konsep tersebut (Kajian permintaan, Analisis dan Reka bentuk) diperaktikkan dalam kajian ini. "Kajian permintaan" adalah formulasi objektif kajian, "Analisis" adalah methodologi yang digunakan untuk memahami topik kajian dan "Reka bentuk" melibatkan pembentukan satu sistem yang dipercayai dapat mencapai objektif kajian. Dalam erti kata lain, methodologi yang diperaktikkan dalam kajian ini adalah "System analysis & design" (Rajah 2.3).



Apakah "sistem"? Sistem didefinisikan sebagai satu persekitaran di mana terdapat beberapa elemen saling berinteraksi antara satu sama lain dan hasil perhubungan antara elemen ini adalah sesuatu kerja atau proses. Apakah sistem yang ingin dikaji dalam penyelidikan ini? Sistem Pengkelasan data remote sensing; sesuatu sistem boleh merangkumi aspek seperti data input, perisian, perkakasan, teknik dan algorithm dalam pengkelasan. Sistem yang dibincangkan dalam kajian ini adalah sistem pencerapan informasi guna-tanah dari data remote sensing. Apakah sistem pengkelasan yang ingin diperiksa? Pengkelasan konvensional (Diselia atau Tidak) dan pengkelasan alternatif (Hyperspektral dan Permodelan GIS).

Analisis menjawab saoalan bagaimana sistem pengkelasan tersebut dikaji. Kaedah yang dipraktikkan adalah Kaedah Perbandingan (Comparative technique). Perbandingan kualitatif dilaksanakan untuk mengenal-pasti kelebihan serta kelemahan teknik pengkelasan masing-masing. Secara kuantitatif pula, ketepatan hasil pengkelasan diperiksa dan ia dikenali sebagai kaedah "accuracy assessment". Kaeadah "field verification" atau kajian lapangan pula menyediakan satu asas untuk menjalankan "accuracy assessment". Langkah terakhir adalah proses "reka-bentuk" di mana segala pengetahuan yang dikumpulkan dalam bahagian analisis disusun-aturkan dan diformulasikan satu struktur atau prosedur pengkelasan alternatif yang dipercayai dapat mencapai objektif kajian.

2.4.2 Penggunaan Kaedah multispektral.

2.4.2a Konsep "Multispectral", "Hyperspectral" dan "ultraspectral".

Landsat MSS telah memulakan era "multispektral remote sensing" dengan kapasiti 4 band untuk tujuan aplikasi pengurusan sumber bumi. Bila Landsat TM ("Thematic Mapper") telah dilengkapi dengan keupayaan 7 band, ia telah memenuhi keperluan kebanyakannya aplikasi Remote Sensing. Kini, dunia tengah hangat mengejar populariti "hyperspectral" dan "ultraspectral" di mana sistem AVIRIS

membekalkan 244 band, HYDICE mampu menawarkan 210 band, TRWIS (oleh Lewis spacecraft) pula menghasilkan 384 band dan sebagainya. *Secara teoritis, data "hyper dan ultraspectral" ini mampu mencungkilkan perbezaan amat halus antara dua fitur yang berdekatan ciri fizikalnya.* Ia adalah amat sesuai untuk pengesanan fenomena mikro seperti: pengesanan tumbuhan berpenyakit, spesies tumbuhan dalam hutan, tahap umur tanaman, kesihatan tanaman, "stress indicator mapping", penilaian serta pemantauan bencana alam (pembuangan bahan toksik, tumpahan minyak, pencemaran udara-darat-air) dan sebagainya.

2.4.2b Masalah penggunaan data "hyperspectral".

Data "hyperspectral" dan "ultraspectral" masih dalam peringkat eksperimen, masih banyak cabaran teknologi dan teknikal yang perlu diselesaikan dalam proses penangkapan dan pemprosesan data.

Kelebihannya dalam bilangan band mungkin juga kelemahannya. Untuk satu kawasan 6km X 6km, ia dicerminkan dengan 200X200 piksel dalam data Landsat TM (dengan resolusi 30m); manakala 300X300 piksel dalam setiap band data hyperspektral (contohnya AVIRIS yang menggunakan resolusi 20m). Diandaikan data satu piksel mampu disimpan dengan satu byte ruang disk, Landsat menyimpan keseluruhan data kawasan tersebut dengan $200 \times 200 \text{ piksel} \times 7 \text{ band} = 280,000 \text{ byte}$ (tidak mengambil kira perbezaan resolusi band 6); tetapi AVIRIS akan memerlukan ruangan disk sebanyak $300 \times 300 \text{ piksel} \times 244 \text{ band} = 21,080,000 \text{ byte}$ ($> 21\text{MB}$ ruangan disk diperlukan untuk setiap $6 \times 6 \text{ km}^2$ di atas bumi). Apakah ruangan disk yang diperlukan sekiranya ingin diusahakan satu pangkalan data untuk seluruh negara? Berapa banyaknya masa akan digunakan hanya setakat mengurus dan memproseskan data ini?

2.4.2c Perkembangan dan masa depan data "multispectral"

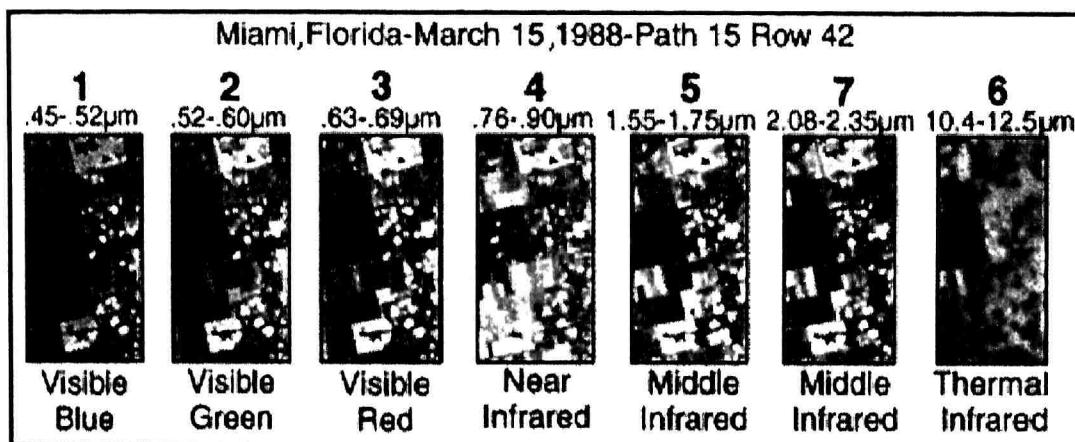
Teknologi dan pengetahuan tentang "hyperspectral dan ultraspectral" dijangka akan berkembang pada masa depan. Tetapi pada peringkat ini, ia masih tidak lagi effisien, effektif, praktikal dan ekonomikal untuk digunakan secara operasional. Oleh yang demikian, kajian ini bertumpu pada penggunaan data multispektral yang menampilkan kelebihan dari sudut efisiensi "ruang storan", "kadar pengurusan", "kadar pemprosesan" data.

Data multispektral yang dibekalkan di pasaran termasuklah **SPOT, Landsat dan Ikonos**. SPOT membekalkan 2 jenis data, iaitu data pankromatik (resolusi 10m) dan 3 band multispektral (2 band "visible" dan 1 band "infrared" dengan resolusi 20m). Sistem SPOT merangkumi SPOT1, SPOT2 dan SPOT4 yang sedang beroperasi. Satu kelebihan SPOT4 adalah data **SWIR ("short wave infrared")**nya yang dikatakan berkesan dalam kajian tumbuhan. Sistem SPOT juga mampu melakukan **pencerapan data "off-nadir"** untuk pemodelan stereoskopik, iaitu mengambil imej muka bumi tidak secara "tegak atas kawasan pencerapan", ia hanya dilakukan dengan permintaan khas pelanggan. Ikonos juga menyediakan 2 jenis data seperti sistem SPOT, data pankromatik **Ikonos mencapai resolusi 1m manakala terdapat 4 band multispektral ("blue, green, red, infrared") dengan resolusi 4m**. Namun, harga data Ikonos tidak mampu dibiayai oleh institusi dan firma kecil dan pembekalan datanya di Malaysia masih belum stabil lagi.

Landsat 4 mula beroperasi pada 1982; Landsat 5 pada 1984; Landsat 7 pada April 1999, dan data Landsat TM masih merupakan sumber data Remote Sensing yang paling ekonomik dan efisien di pasaran. Ini membawakan ramalan bahawa dalam 10 - 20 tahun yang akan datang, data multispektral ini akan terus memainkan peranan yang kuat dan berpotensi dalam dunia Remote Sensing.

Siri Landsat sebelum ini menggunakan teknologi "**Thematic mapper**" yang menghasilkan 7 band dengan resolusi 30m seperti yang digambarkan dalam Rajah 2.4.

Rajah 2.4: contoh imej "Thematic mapper" 7 band.



Landsat 7 masih mewariskan kelebihan siri Landsat sebelum ini iaitu menyediakan 7 band multispektral. Resolusi ruangan band 6 ("thermal Infrared") berjaya ditingkatkan ke 60m dari 120m sebelumnya. Malah, dengan teknologi "*Enhanced Thematic Mapper Plus*", ia juga menawarkan band pankromatik dengan resolusi 15m.

2.4.3 Perisian yang digunakan untuk analisis data.

Idrisi adalah satu projek dijalankan di bawah Graduate School of Geography, Clark University, dan ia didedikasikan ke atas pembangunan lanjutan dalam soal analisis geografikal berpandukan komputer. Perisian Idrisi dilahirkan dalam projek tersebut. Secara umum, ia adalah satu perisian raster-based GIS yang juga berupaya mengendalikan data vektor dan RDBMS ("relational data base management system"). Analisis permukaan dan data remote sensing adalah kekuatan Idrisi. *Sistem Cad ("computer aided design")*, *ENVI*, *Autodesk world*, *R2V*, *Microsoft office* juga digunakan untuk menyempurnakan semua tugas dalam penyelidikan ini.

2.4.4 Kegunaan data "ancillary" (data sokongan) dan teknik GIS.

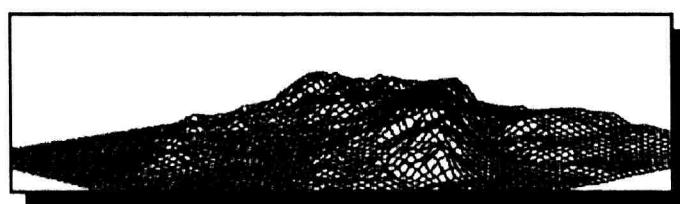
Percubaan dilakukan untuk mengumpulkan data-data sokongan (topografi, cerun dan sebagainya) untuk diintegrasikan dalam proses pengelasan dan menguji sejauh mana ia membantu proses pengelasan data remote sensing. Teknik

pemprosesan GIS seperti penyediaan DEM ("Digital Elevation Model"), derivatif analisis permukaan ("Slope, aspect or slope direction, hillshed"), teknik transformasi ("Principal Component Analysis and Tasseled cap analysis"), "layer-manipulation" seperti tindihan arithmatik dan "map algebra" dilaksanakan dalam usaha pemahaman peranannya dalam penerapan informasi remote sensing.

2.4.5 DEM

Pada generasi awal, Geografi telah dilahirkan sebagai satu ilmu penghuraian muka bumi, ia merupakan satu rekod tulisan tentang fenomena yang dapat diperhatikan ketika itu. Apabila pengetahuan manusia tentang muka bumi semakin mendalam, disedari bahawa kompleksitinya memerlukan satu metodologi "kajian spatial" yang lebih efisien. Maka, revolusi bidang Geografi telah beralih dari kaedah penghuraian kepada metodologi kuantitatif pada 1950an (*Chorley 1972*).

Rajah 2.5: Contoh DEM.



Dengan adanya kuasa dan teknologi pemprosesan data yang semakin canggih, disiplin Geografi tidak lagi terhad kepada analisis satu atau dua dimensi, tetapi tiga dimensi muka bumi yang lebih mendekati penampilan realiti.

DEM sebagai satu perwakilan dunia 3-dimensi dalam kajian ini telah digunakan untuk memahami taburan atas kawasan kajian dengan lebih baik. DEM ("Digital Elevation Model" menggambarkan permukaan bumi tanpa litupan) atau DTM ('Digital Terrain Model" menggambarkan muka bumi termasuk kanopi tutup bumi) seperti dalam Rajah 2.5 adalah satu permukaan raster di mana setiap pikselnya mempunyai perwakilan numerik (DN) yang menggambarkan nilai "terrain" atau elevasi. Namun,

proses pemodelan ini tidak terhad kepada kajian permukaan bumi; ia juga digunakan dalam kajian Geologi, Kimia malah bidang perindustrian (Mcculagh 1998).

2.4.6 "Accuracy assessment".

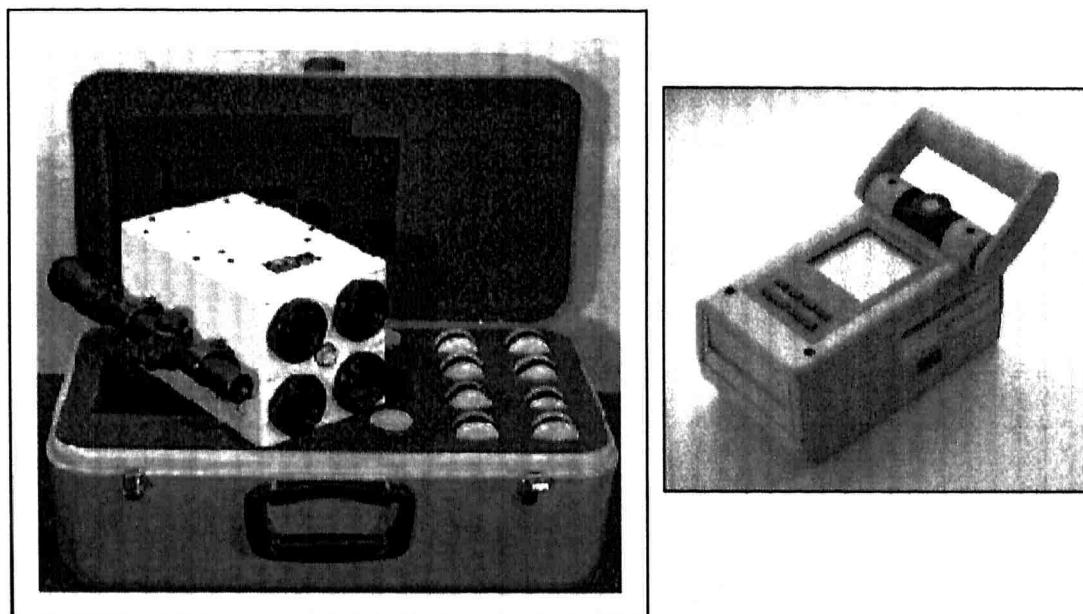
Tahap ketepatan teknik-teknik pengkelasan akan dinilaikan supaya terbitnya satu panduan tentang kualiti informasi output dari data remote sensing. Dalam tujuan penilaian kejituhan, ada pengkaji yang menggunakan kaedah "*non-site spesific*", ada yang lebih suka menggunakan kaedah "*site spesific*". "Non-site spesific" menggunakan bahan rujukan yang boleh dipercayai sebagai perbandingan dengan hasil pengkelasan data Remote Sensing. "Site spesific" pula menggunakan visual lawatan lapangan sebagai perbandingan. Dalam kajian ini, kaedah "Hybrid" dipraktikkan di mana kedua-dua kaedah tersebut akan dicantumkan. Penilaian dilakukan ke atas hasil pengkelasan dengan bantuan informasi peta dan juga data lapangan sebagai rujukan utama.

2.4.7 Kajian lapangan.

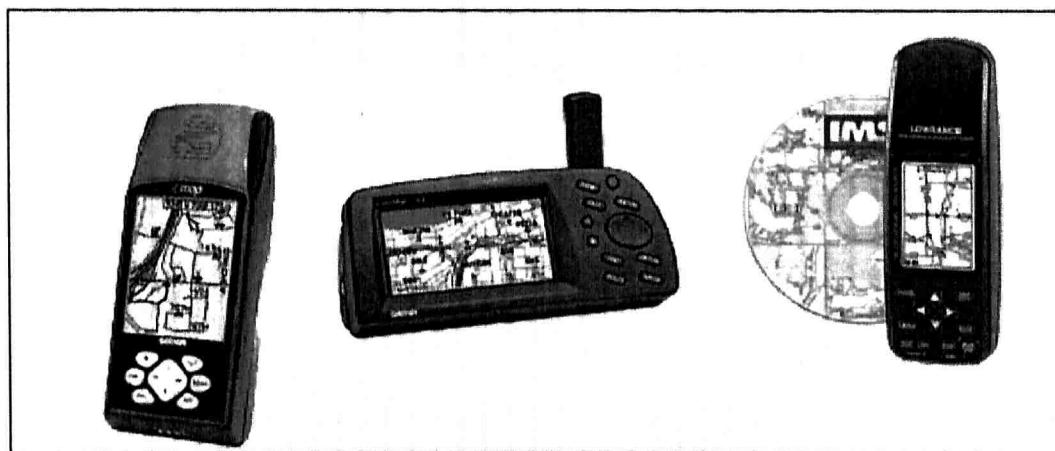
Seperti mana yang dibincangkan dalam bahagian pengenalan, data remote sensing adalah satu pemodelan dunia realiti. Oleh yang demikian, *kajian data remote sensing sentiasa dilakukan dengan perbandingan variabel dunia realiti*. Salah satu methodologi umum yang diterima dalam dunia remote sensing adalah "*fields spectroscopic*" di mana data elektromagnetik dikutip dari lapangan untuk diperbandingkan (atau dipadankan) dengan data remote sensing. Namun, kaedah ini memerlukan satu peralatan yang memakan belanja berpuluhan-puluhan ribu Ringgit Malaysia iaitu *radiometer lapangan* (Rajah 2.6) diiringi dengan peralatan *GPS* ("*Global Positioning System*"). GPS (Rajah 2.7) adalah sistem yang dipakai untuk mengenal-pasti koordinat lokasi sampel di lapangan dengan teknologi satelit. Kajian ini telah dilakukan tanpa peralatan ini kerana kos yang tidak mampu ditampung. *Metodologi pemerhatian lapangan*, idenifikasi fitur, pencerapan informasi tambahan

berkaitan dengan fitur kajian dilakukan untuk tujuan perbandingan data remote sensing dengan dunia realiti.

Rajah 2.6: Contoh-contoh radiometer lapangan.



Rajah 2.7: Beberapa contoh GPS di pasaran.



Bab 2 telah memberikan satu gambaran jelas tentang masalah kajian dan ulasan penulisan terhadap idea serta kajian yang berkaitan. Objektif kajian juga digariskan dan disertakan dengan cadangan methodologi dalam usaha menyelesaikan masalah kajian serta mencapai objektif kajian. Bahagian seterusnya memberikan satu pengenalan kepada kawasan-kawasan kajian terpilih serta cara kajian lapangan dilaksanakan.