

BAB 5

Peneguhan nilai dengan GIS dan alternatif lain

5.0 Kaedah pengelasan alternatif

Bab 4 memeriksa kaedah pengelasan konvensional dan menilai kelebihan dan kelemahan teknik masing-masing. Bab ini meninjau pula sejauh mana peneguhan nilai teknik GIS dalam pencerapan informasi dari data Remote Sensing. Antaranya teknik yang dieksperimen termasuklah pemodelan GIS (DEM), teknik pemprosesan hyperspektral serta analisis "layer manipulation"(Bab 6). GIS bukan hanya terhad kepada data vektor atau pemetaan digital semata-mata. Secara makro, GIS melibatkan 3 bahagian besar iaitu "software", "hardware" dan "human expertise" yang menyediakan kapasiti input, thruput dan output informasi geografi. Ini bermakna ia meliputi pelbagai elemen seperti perisian, perkakasan, data dan informasi geografi, kepakaran dan pengetahuan ("knowledge"). Kajian ini adalah percubaan untuk mengubah elemen-elemen terpilih dalam GIS untuk menguji kesannya terhadap aspek pencerapan informasi dari data remote sensing. Teknik hyperspektral dan "layer manipulation" sudah tentu memenuhi objektif ini kerana kedua-duanya adalah topik di bawah elemen "kepakaran dan pengetahuan".

Sebenarnya terdapat beberapa idea baru dalam teknik pengelasan, tetapi cuma teknik tertentu saja diuji dalam kajian ini seperti yang dirangkakan di bahagian pertama bab ini. Antaranya adalah seperti Pengelasan Konteks ("Context Classification"), Teori bukti, Pengelasan berdasarkan Pengetahuan ("Knowledge-based analysis"), "Hyperspectral" dan sebagainya. Bahagian seterusnya memberikan satu pengenalan umum tentang teknik-teknik ini.

5.0.1 Pengelasan Konteks.

Pengelasan konteks berbeza dengan pengelasan spektral seperti "Piped", "Mindist" dan "Maxlike". Pengelasan Spektral adalah analisis tempatan ("local"), ia hanya mengambil kira ciri spektral sesuatu piksel yang dianalisisnya manakala

Pengelasan Konteks turut mempertimbangkan aspek wilayah ("regional"), ia mengambil kira ciri piksel-piksel berjiran semasa pengelasan. Satu cara yang komprehensif untuk melaksanakan Pengelasan Konteks adalah dengan menjalankan "filter" ke atas data mentah. Proses "filter" melibatkan teknik "tingkap bergerak" yang memaksa pemprosesan data mengambil kira ciri spektral piksel yang berjiran. Pengelasan dilakukan ke atas data yang telah dituraskan dengan proses "filter".

GIS adalah sesuatu bidang multi-disiplin dan berurusan dengan pelbagai sumber data. Pemprosesan data semakin rumit kerana semakin banyak data spatial yang tidak numerik (seperti "rancangan pembangunan", peta geologi, peta jaringan pengangutan dan sebagainya) dicerap dalam pangkalan data GIS. Satu cara untuk mengendalikan data bukan numerik ini adalah dengan mendigitkan data tersebut untuk membolehkan manipulasi selanjutnya. *Cara alternatif untuk menguruskan data bukan numerik termasuklah "Teori bukti" dan "Pengelasan berdasarkan pengetahuan"* (Richards J.A., 1993).

5.0.2 Teori Bukti ("The Theory of Evidence")

Teori bukti ("The Theory of Evidence"): data dari pelbagai sumber dilihat secara berasingan, keputusan (atau dikenali sebagai bukti) dari pelbagai sumber ini akan digabungkan untuk memutuskan label sesuatu piksel yang ingin dikelaskan. Contohnya pengelasan yang ingin dikaji adalah fitur1, fitur2, fitur3 dan fitur4. Sekiranya teknik statistikal seperti "Likelihood" dilaksanakan, didapati piksel yang dipertimbangkan mempunyai kebarangkalian 0.4 sebagai fitur1, 0.15 sebagai fitur2, 0.05 sebagai fitur3 manakala 0.2 sebagai fitur4. Namun, satu perkara yang harus dipertimbangkan ialah, piksel tersebut berkemungkinan terdiri dari fitur selain dari fitur 1-4. Maka, terdapat satu unsur " v " mewakili fenomena ketidak pastian contohnya dalam kes tadi, " v " adalah 0.2 (dimana 1.0-0.4-0.15-0.05-0.2). Ini bermakna tahap keyakinan piksel berkenaan terjatuh

dalam fitur 1-4 adalah setinggi 80% (ketidak pastian =20% atau $p=0.2$). Kesemua "bukti" ini boleh dipermudahkan dalam formula: $bukti1 < f1, f2, f3, f4, v > = < 0.4, 0.15, 0.05, 0.2, 0.2 >$.

Jika terdapat sumber data lain yang ingin diambil kira dalam pengelasan ini, kaedah formulasi bukti seperti atas dilaksanakan walaupun ia data bukan numerik. Dengan erti kata lain, berdasarkan sumber data lain, terdapat maklumat yang menghasilkan bukti (tahap kebarangkalian untuk dikelaskan sebagai sesautu fitur) berbeza, contohnya: $bukti2 < f1, f2, f3, f4, v > = < 0.6, 0.05, 0.05, 0.25, 0.05 >$. Kedua formula bukti ini akan diadunkan pada tahap akhir untuk mengetahui berapa tinggi keyakinan piksel berkenaan dikelaskan sebagai sesuatu fitur.

5.0.3 "expert system".

Pengelasan berasaskan Pengetahuan juga dikenali sebagai "expert system". Data remote sensing yang dilaksanakan pengelasan spektral ("Maxlike", "Mindist", "Piped" dan sebagainya) boleh menghasilkan keputusan yang dipertikaikan kerana ia hanya berdasarkan semata mata ciri spektral piksel berkenaan.

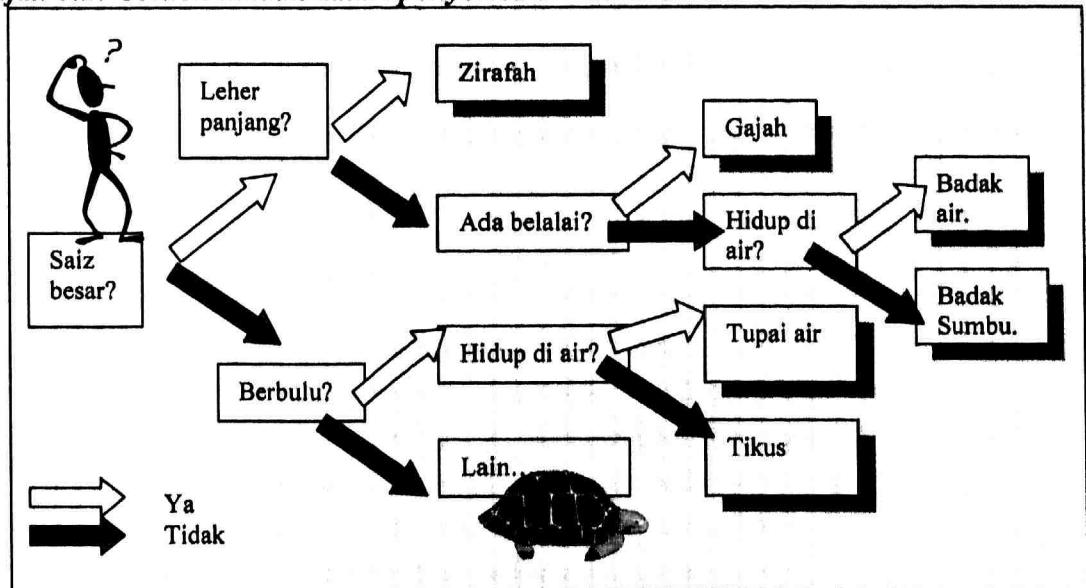
Berbanding dengan algoritm yang digunakan oleh seseorang ahli geografi, fitur berwarna merah jambu atas "hardcopy" komposit multispektral difahami sebagai tumbuhan. Berdasarkan pemerhatian mata kasar, masih tidak dapat dikenal pasti apakah jenis tumbuhan berkenaan. Ahli geografi akan cuba menggunakan sumber data lain untuk membantu pemahamannya terhadap fitur tersebut. Foto Radar boleh dirujuk dan sekiranya tone cerah diperhatikan pada lokasi berkenaan, maka kemungkinan fitur tersebut disempitkan kepada pokok hutan atau ladang (tekstur permukaan kenopi kasar menghasilkan tone cerah dalam data Radar). Sebaliknya sekiranya tone gelap diperhatikan, ia bermakna permukaan kawasan tersebut agak licin, dengan maklumat ini, bolehlah

diputuskan bahawa fitur yang diperhatikan adalah rumput ataupun pertanian seperti gandum dan padi (kenopi yang seragam ketinggian). Kajian lanjutan ke atas sumber data lain seperti peta tanah, peta geologi, peta guna tanah dan sebagainya boleh membawa kepada keputusan yang lebih menyakinkan.

Mesin, komputer, teknik pemprosesan numerik yang sedia ada tidak dapat melaksanakan kesemua ini yang dilakukan oleh ahli geografi, kerana inilah kepakaran dan pengetahuan khusus dalam bidang mereka. Oleh sebab itu, terdapat percubaan untuk "melatih" supaya mesin juga berupaya memproseskan data dengan elemen "pengetahuan" atau "kepakaran" dan ia dikenali sebagai "knowledge-based classification" dalam bidang Remote Sensing.

Giarratano dan Riley, 1998 dalam karya mereka "*Expert System: Principles and Programming*" memberikan satu contoh komprehensif untuk menghuraikan bagaimana "expert system" menyelesaikan masalah. Masalah dalam contoh tersebut (Rajah 5.1) adalah untuk meneka apakah jenis binatang yang dimaksudkan. Pengetahuan tentang ciri-ciri haiwan telah dikumpulkan untuk analisis apakah kemungkinan haiwan yang ingin diteka.

Rajah 5.1: Contoh mudah dalam penyelesaian masalah.



5.0.4 Pengelasan "Hyperspektral".

Pengelasan Hyperspektral adalah idea baru dilahirkan bersama dengan bermulanya populariti data "hyperspectral". Memandangkan data "hyperspectral" melibatkan isipadu data yang cukup besar, pengelasan "hyperspectral" akan tertumpu pada kaedah penyempitan fokus kajian atau penyingkiran data yang kurang diminati atau kurang bermakna. Kaedah ini diuji dalam kajian ini kerana ia merupakan idea terbaru dalam bidang pengelasan data numerik.

5.1 Pemodelan GIS: "Digital Elevation Model".

Pembinaan DEM (Digital Elevation Model) dalam GIS boleh diterapkan sebagai satu lapisan tambahan untuk analisis data remote sensing. Model adalah satu ringkasan atau perwakilan dunia realiti. *DEM juga satu model simbolik yang menggambarkan muka bumi di dunia realiti, ia terdiri dari satu permukaan raster di mana setiap pikselnya mencerminkan nilai ketinggian lokasi tersebut* (Bonham-Carter, 1994).

Biasanya pembinaan DEM bermula dengan pengumpulan data ketinggian di kawasan kajian (garis kontur atau bacaan ketinggian pada lokasi-lokasi sampel). *Terdapat beberapa kaedah untuk menyediakan data ketinggian digital, antaranya adalah seperti kaedah penyurihan elektronik ("electronik digitising"), "screen digitising", pengimbasan ("image scanning") atau pengimportan data.* Kajian ini telah mencuba kaedah pengimbasan dalam penyediaan DEM.

Prosesnya adalah seperti berikut:

1. Penyurihan garis kontur dari peta Topografi berskala 1:50,000.
2. Pengimbasan data kontur atas kertas surih dan disimpan sebagai format .Tiff.
3. Penggunaan perisian R2V ("Raster to Vector") untuk mengubah format data.
4. Pengisian nilai ("assign value") atau ID setiap garis kontur (berformat vektor).
5. Eksport kontur vektor ke dalam .DXF yang boleh diterima perisian GIS lain.
6. Interpolasi. Garis kontur vektor dimodelkan sebagai satu permukaan DEM.

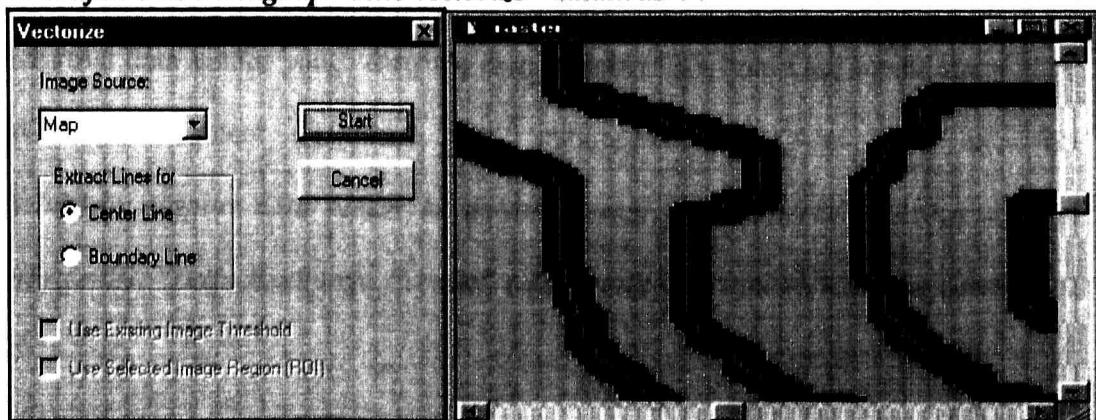
5.1.1 Pengimbasan garis kontur.

Data kontur telah diperolehi dari peta Topografi berskala 1:50,000. Setelah penyurihan garis kontur dilakukan ke atas kertas surih, ia telah diimbas menggunakan peranti pengimbas. Hasil pengimbasan telah disimpan dalam format .Tiff, salah satu format grafik yang boleh dibaca oleh *perisian R2V keluaran syarikat "Able software"*. Perisian selain R2V yang mampu melakukan proses vektorisasi ("raster - vektor") adalah seperti *Mapscan* dan *Cartalinx*.

5.1.2 Proses vektorisasi.

Perisian R2V menyediakan pelbagai kemudahan untuk mengubah data raster (grafik) ke dalam format vektor serta peralatan untuk menyunting dan menguruskan data vektor. Imej grafik (raster) tersebut diproseskan dengan kemudahan "*auto vectorize*" dalam perisian R2V. Rajah 5.2 menunjukkan tetingkap untuk melaksanakan "*auto vectorize*", parameter "extract lines for" rujuk pada kaedah vektorisasi. Rajah 5.2 (kanan) menjelaskan bagaimana kaedah ini berfungsi. Garis kontur asal disimpan dalam format grafik (raster), jadi setiap garis diwakili dengan satu jalur tebal (diwarnakan hitam dalam rajah). Kaedah "center line" membolehkan garis kontur raster berkenaan digeneralisasikan sehingga satu garis vektor (garis putih dalam rajah) terbentuk antara tebing kiri dan kanan garis tebal ini.

Rajah 5.2: Tetingkap "*auto vectorize*" dalam R2V.



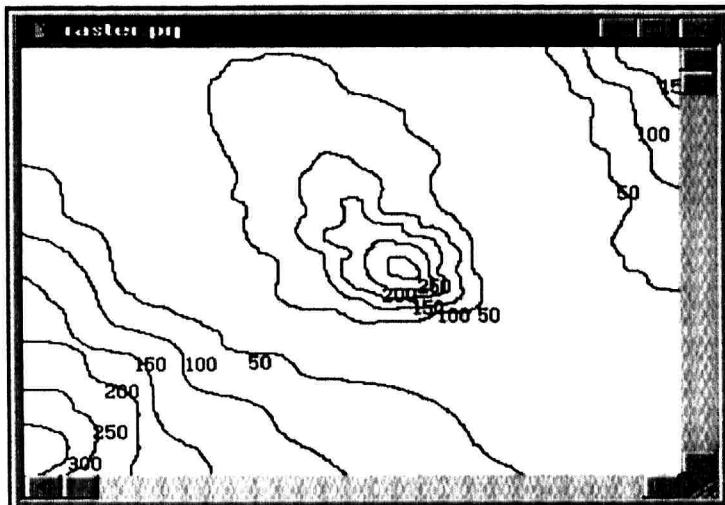
5.1.3 Penyuntingan vektor.

Kemudahan penyuntingan vektor disediakan dalam menu utama R2V. Penyuntingan "node" seperti menambah, memadam dan memindahkan "node" serta penyuntingan garis vektor seperti memadam, memindah dan mengabungkan garis dilaksanakan untuk melengkap data vektor berkenaan. Contohnya satu garis kontur boleh dibentuk oleh 5 keratan garis vektor yang nampaknya bersambungan tetapi dari segi topologi, setiap keratan merupakan satu entiti individu. Untuk memudahkan kerja pemberian ID ke atas garis kontur, keratan-keratan seperti ini harus digabungkan untuk menjadi satu garis vektor tanpa keratan kecil.

Proses seterusnya adalah pengisian attribute ke atas garis vektor yang mana pada asalnya tiada sebarang nilai ketinggian. Dari menu utama perisian R2V, pemilihan "*Assign Line ID*" dilakukan untuk memberikan ID atau nilai ketinggian ke atas garis kontur. Parameter "Current ID Value" dan "Increase ID every time by" dalam tetingkap "Assign line ID" membolehkan nilai ketinggian dilabelkan ke atas garis vektor, ia bertambah mengikut kadar (contohnya selang 50m) antara ID garis terpilih kini dengan ID garis yang dipilih sejurus selepas ini. Ia memudahkan kerja pemberian ID kerana tidak perlu sentiasa menaipkan nilai ID, cuma perlu klik atas garis demi garis mengikut turutan ketinggiannya contohnya bermula dengan nilai 50m, diikuti dengan garis 100m, 150m, 200m dan seterusnya. Pemberian nilai ketinggian (ID) ke atas garis kontur vektor menghasilkan satu paparan seperti Rajah 5.3. Garis vektor yang telah mempunyai ID boleh dieksport ke dalam format data vektor yang diterima oleh perisian GIS lain. Dari menu utama R2V, pilihan "export vector" diaktifkan untuk memaparkan tetingkap "save as". **R2V membolehkan eksport data vektor ke dalam format seperti perisian Arcview (.shp), Mapinfo (.mif), "Data Exchange Format" (.dxsf) yang diterima oleh semua sistem CAD**

(*"Computer Assisted Design"*), *Point (.pnt)*, *Line (.arc)*, dan juga format lain seperti *.xyz* dan *.sdl*.

Rajah 5.3: Garis kontur yang telah siap diberikan ID atau nilai ketinggian.



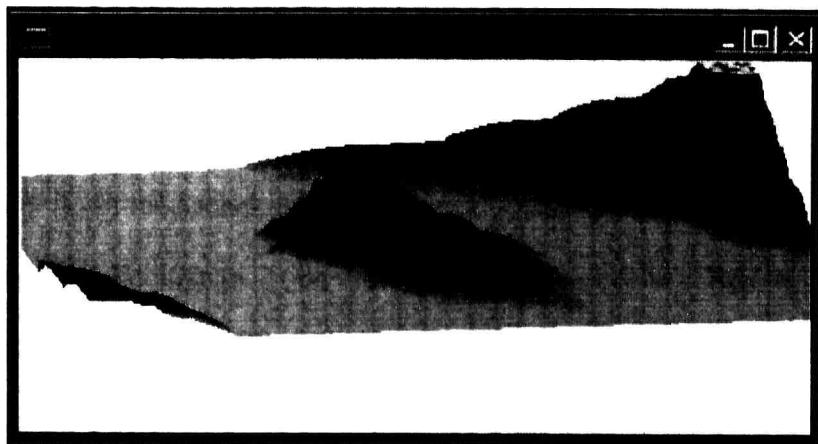
5.1.4 Interpolasi permukaan ketinggian dalam perisian R2V.

Interpolasi adalah analisis ruangan di mana dengan adanya data ketinggian pada lokasi-lokasi sampel, satu permukaan elevasi diterbitkan. Proses ini juga dikenali sebagai "*Contouring*", "*Surface modelling*" dan "*Triangulated Irregular Network*" (Bonham-Carter, 1994). Ia boleh dilaksanakan dengan arahan "*3D Data*" dalam menu utama R2V dan memilih "*Create 3D dem file*".

Paparan hasil analisis DEM boleh diperiksa pada Rajah 5.4. Parameter paparan seperti "Zoom", "Azimuth" dan "Apex" boleh diubah dalam tetingkap "3D Setting" untuk mencari sudut pandangan yang sesuai. "Zoom" digunakan untuk mengawal jarak pandangan dari permukaan DEM. "*Azimuth*" mengawal arah pandangan sama ada dari utara, barat dan sebagainya. "*Apex*" membolehkan paparan DEM dilihat dari pelbagai sudut pandangan seperti tegak dari langit, condong 40 darjah dan sebagainya. Butang "Animation" merupakan kemudahan pandangan mengelilingi DEM tersebut secara

automatik. Ia memodelkan pandangan dari helikopter yang mengelilingi permukaan bumi tersebut.

Rajah 5.4: Paparan DEM.



5.1.5 Interpolasi permukaan ketinggian dalam perisian Idrisi.

Satu masalah DEM yang dihasilkan oleh R2V adalah ia cuma untuk tujuan paparan visual saja tanpa informasi lokasi sebenar di muka bumi. DEM juga boleh disediakan dalam perisian Idrisi. Data garis kontur (vektor) sebelum ini telah dieksport dalam format "Data Exchange Format". Dalam perisian Idrisi, gunakan module "File" - "Import/export" - "Import" - "Desktop Publishing Format" - "DXFIDRIS" untuk mengimport data DXF tersebut ke dalam format Idrisi.

Selepas data tersebut berjaya dilimparkan dalam format Idrisi (laitu format .vec), ia perlu digeokod (pendaftaran sistem koordinat) semula. Masalah ini terjadi kerana dalam proses pengimbasan, sistem koordinat peta tidak dapat difahami oleh pengimbas, grafik selepas pengimbasan memakai satu sistem koordinat "plane" yang tiada koordinat geografi. Module Idrisi "Reformat" - "Resample" digunakan untuk mengatasi masalah ini. "Resample" memerlukan satu "correspondence file" (Rajah 5.5) di mana ia merekodkan permindahan kordinat asal (grafik atau "plane") ke koordinat baru (peta).

"Correspondence file" adalah teks fail yang boleh disediakan dengan mana-mana perisian pemprosesan kata ("word processor"). Struktur fail tersebut bermula dengan baris pertama yang merujukkan bilangan titik kawalan yang disediakan. Baris kedua merujukkan titik kawalan pertama, bermula dengan koordinat asal imbasan (x, y), diikuti dengan koordinat geografinya (x, y) dan struktur ini diteruskan ke baris berikutnya. Bilangan titik kawalan yang direkodkan dalam "correspondence file" bergantung kepada kaedah "Resample" yang ingin dilaksanakan. Tahap Linear dalam parameter "Mapping function" memerlukan sekurang-kurangnya 3 titik kawalan untuk menjayakan "Resample".

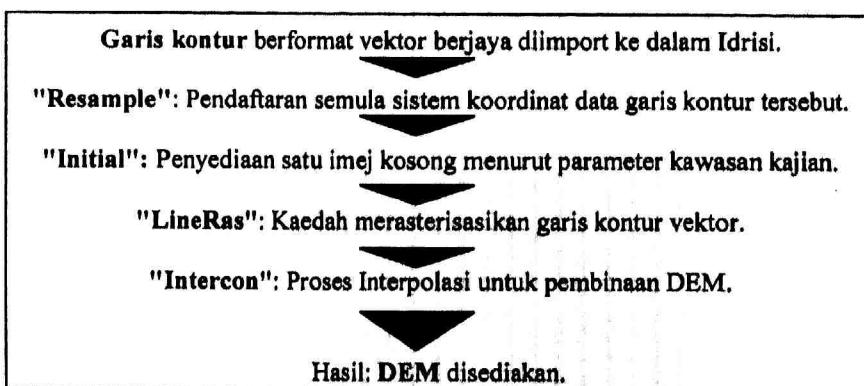
Rajah 5.5: "Correspondence file" untuk proses "Resample".

```

4
1 798 200000 300797
1 1 200000 300000
798 1 200797 300000
798 798 200797 300797

```

Rajah 5.6: Pemprosesan Idrisi untuk menghasilkan DEM.



Garis kontur vektor setelah digeokod akan dirasterisasikan supaya dapat diinputkan ke dalam langkah interpolasi. Sebelum proses rasterisasi dilaksanakan, satu imej kosong hendaklah disediakan terdahulu supaya hasil rasterisasi dapat disimpan dalamnya. Arahan untuk menyediakan satu fail imej kosong adalah "*Initial*" di bawah menu utama "*Data entry*".

Module Idrisi "*Reformat*" - "*Raster/Vector conversion*" - "*Lineras*" digunakan untuk merasterisasi (vektor - raster) garis kontur vektor ke dalam format raster. Hasilnya disimpan dalam imej yang dicipta dengan arahan "Initial". Kini telah wujud data garis kontur berformat raster dalam pangkalan data.

"*Data entry*" - "*Surface Interpolation*" - "*Intercon*" dilaksanakan untuk menyediakan DEM. Selain nama imej input dan output, "*Intercon*" meminta data ketinggian anggaran pada 4 penjuru imej tersebut. Anggaran ketinggian ini dilakukan dengan memeriksa peta Topografi. Contohnya penjuru kiri atas ("upper left corner") telah melepas garis kontur 300m tetapi tidak mencapai 350m, maka ia boleh dianggarkan sebagai 340m sekiranya kedudukannya lebih mendekati garis kontur 350m. Cara anggaran yang sama dilakukan ke atas keempat-empat penjuru imej tersebut. Proses "*Intercon*" ini tamat apabila skrin memaparkan output DEM (Rajah 5.7). Elevasi tinggi diwarnakan cerah manakala elevasi semakin rendah diwarnakan gelap.

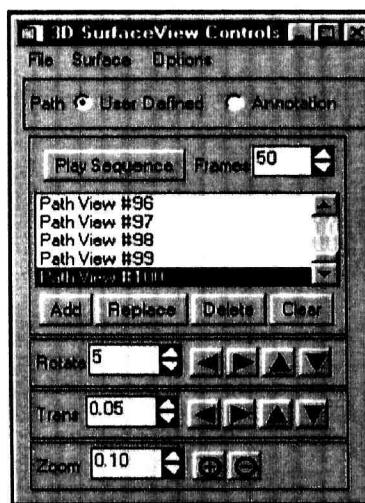
Rajah 5.7: Contoh paparan DEM.



5.1.6 Pemeriksaan visual DEM dalam perisian ENVI.

Paparan DEM dengan perisian ENVI menampakkan kelebihannya berbanding dengan perisian lain. Setelah diaktifkan perisian ENVI, pilih satu adunan komposit ("Blue, Green, Red") yang sesuai, kemudian klik atas menu utama "**Basic Tools**" - "**3D surface view**". Tetingkap "**Associated DEM Input File**" muncul untuk pemilihan nama DEM yang dikehendaki dalam paparan. Kemudian parameter paparan permukaan 3D DEM harus diputuskan dalam tetingkap "**3D SurfaceView Input Parameters**". Parameter tersebut termasuklah resolusi paparan, "vertical exaggeration", saiz piksel dan sebagainya. Rajah 5.8 menunjukkan tetingkap kawalan untuk menjalankan *animasi "fly-thru"* di mana pandangan udara seperti burung ("bird's eye view") melalui permukaan DEM tersebut diaturcaraikan. Elemen seperti arah pandangan, sudut pandangan, jarak pandangan dan laluan penerbangan dapat didefinisikan dalam tahap ini.

Rajah 5.8: Tetingkap kawalan animasi "fly-thru" permukaan DEM.



2 imej telah dikenalpasti untuk analisis pemodelan GIS kali ini. Imej Kampar serta imej Gopeng telah digunakan kerana memaparkan ciri topografi yang menarik untuk pemodelan DEM. Rajah 5.9 dan 5.10 menunjukkan kehebatan animasi DEM dalam perisian ENVI. Ia juga memberikan *satu nafas baru dalam analisis visual ke atas data*

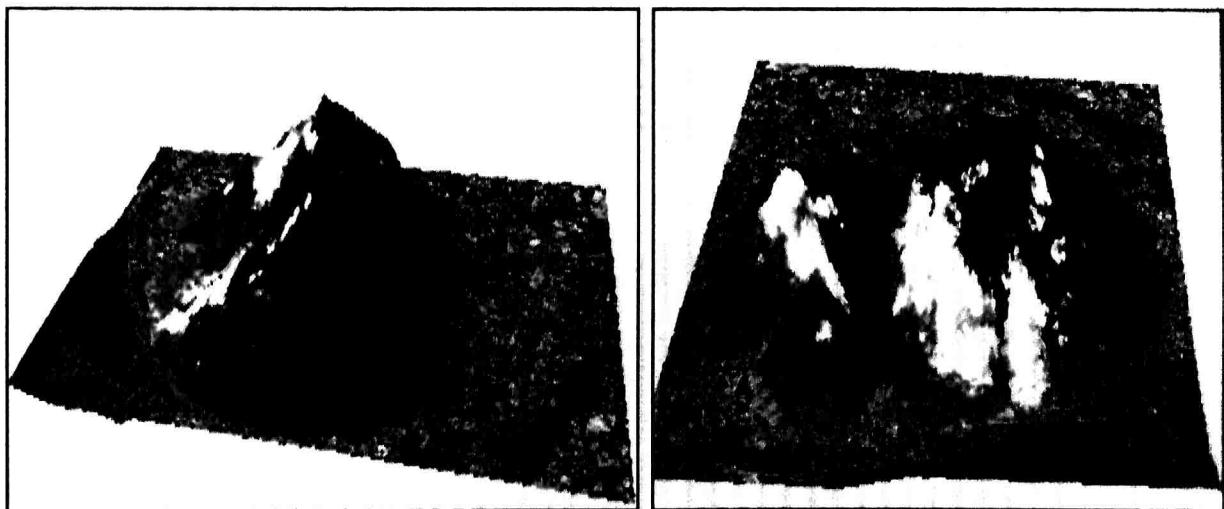
remote sensing. Analisis data remote sensing yang dialaskan ke atas permukaan DEM memberikan satu gambaran jelas tentang kawasan kajian. Rajah 5.12 pula memaparkan perbandingan antara animasi DEM dengan foto yang ditangkap di lapangan.

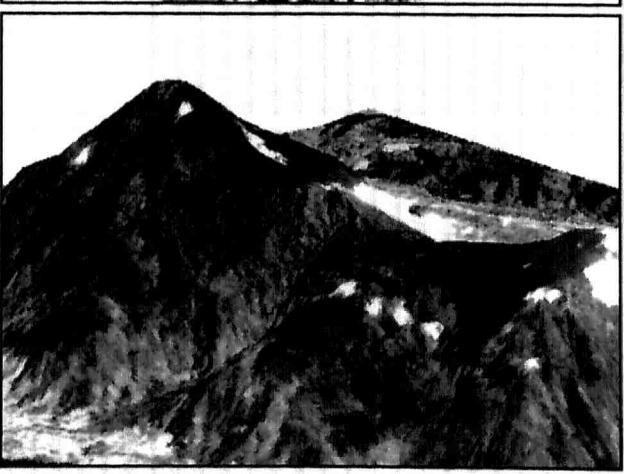
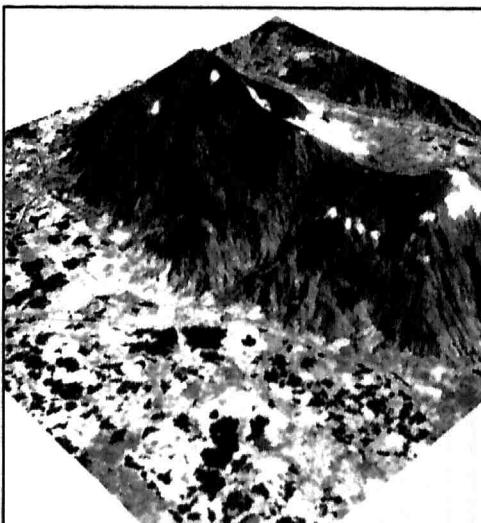
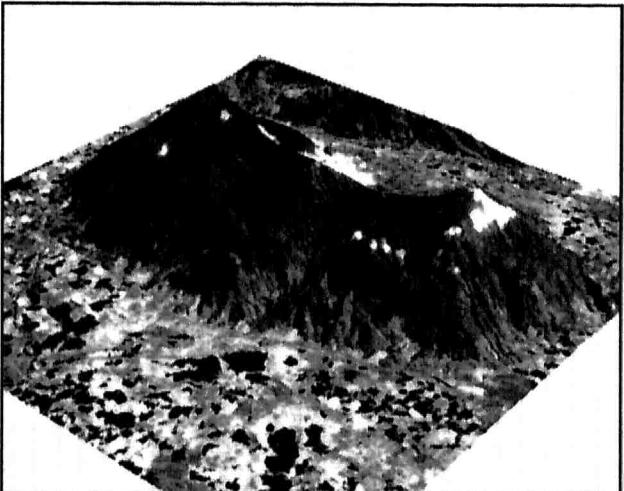
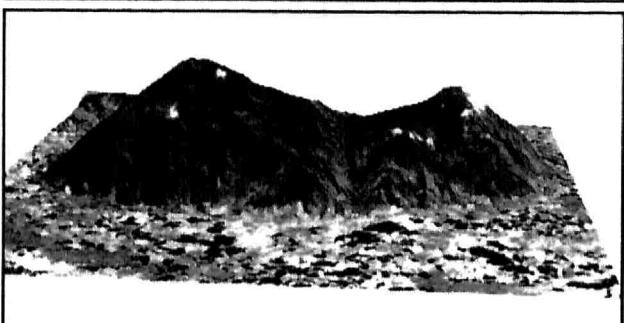
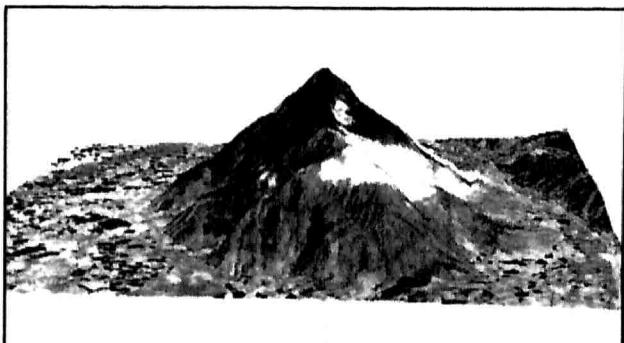
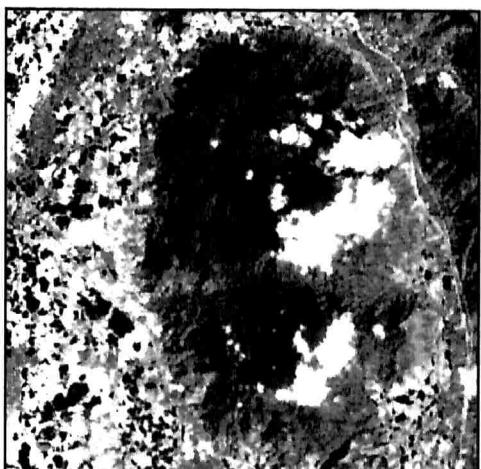
Fenomena fitur tumbuhan pada dua cerun sesuatu bukit mencatetkan nilai pantulan berbeza amat senang dikenali dalam permodelan sebegini. Gangguan awan juga amat jelas ditonjolkan dalam permodelan ini. Persembahan animasi "fly-thru" memberikan satu gambaran visual yang menarik kepada orientasi spatial fitur-fitur di kawasan kajian. Kelebihan ini menjadikan analisis data remote sensing lebih menyakinkan.

5.2 Derivatif analisis DEM.

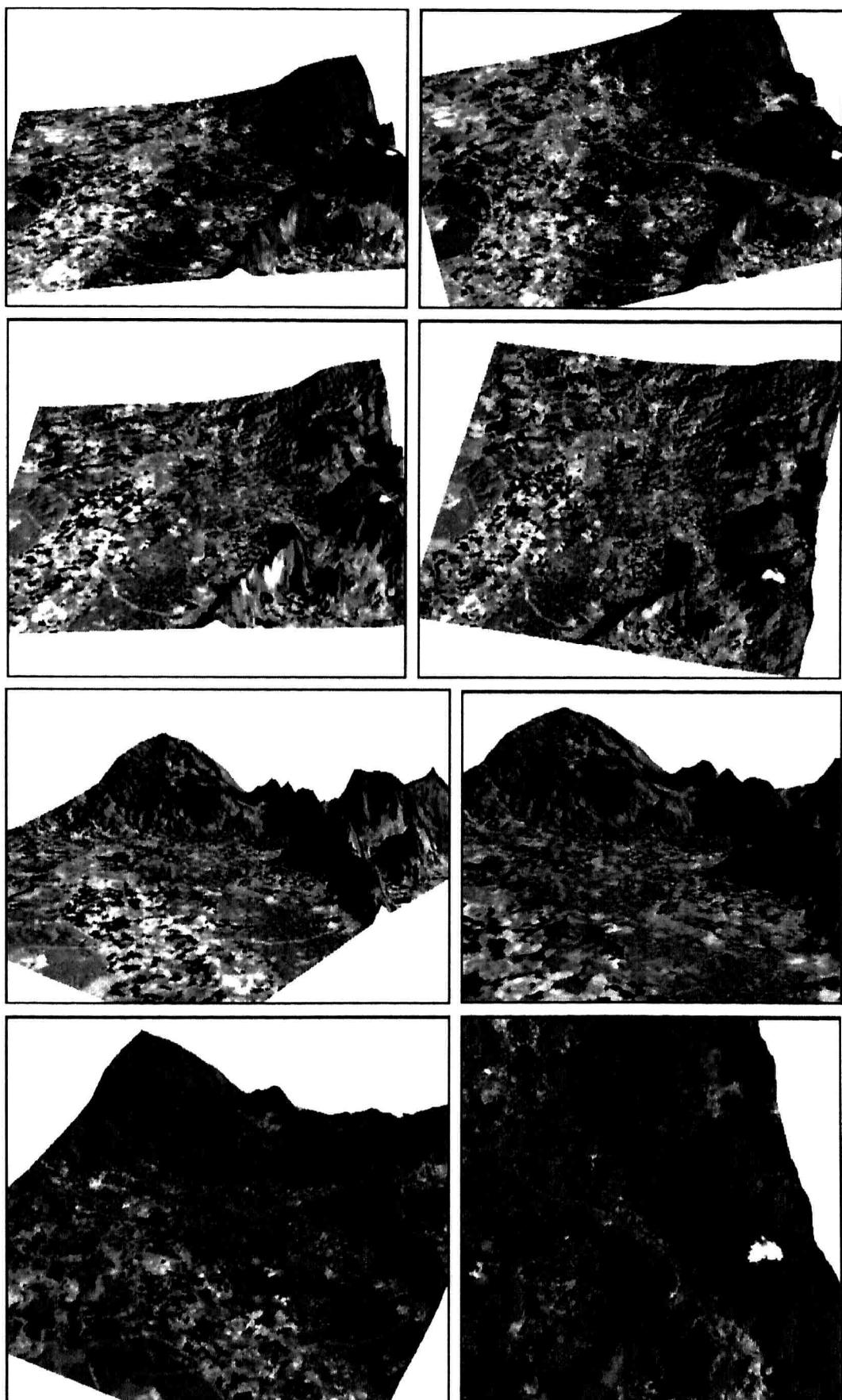
Pengetahuan GIS membolehkan informasi lanjutan diterbitkan dari data DEM yang disediakan. Tahap-tahap analisis permukaan ("surface analysis") yang terlibat dalam mencungkil informasi lanjutan ini boleh dikenali sebagai derivatif analisis DEM. Ia termasuklah "Slope analysis", "Aspect analysis" dan "Hillshade analysis".

Rajah 5.9: DEM pada 10 parameter pandangan berbeza untuk imej Kampar.

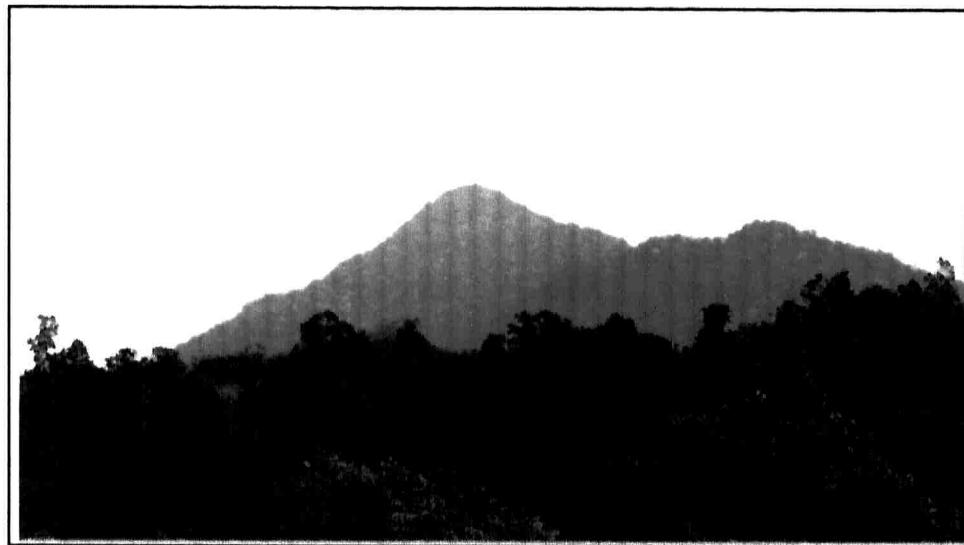
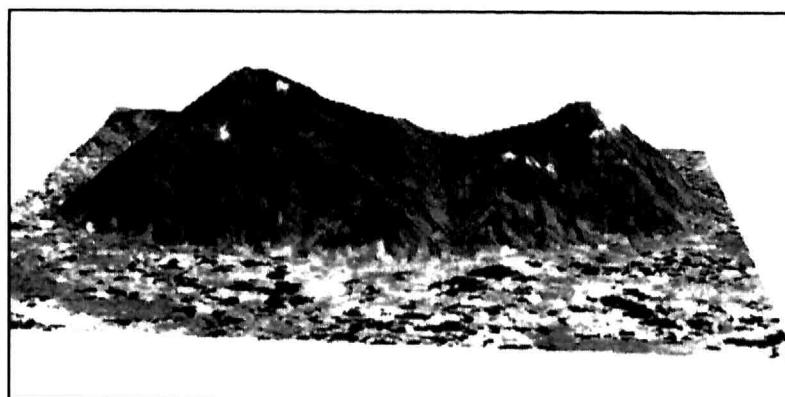




Rajah 5.10: DEM dari 8 parameter pandangan berbeza ke atas imej Gopeng.



Rajah 5.11: Perbandingan visual animasi DEM (atas) dengan foto lapangan (bawah) ke atas kawasan tinggi sekitar Kampar.



5.2.1 "Slope analysis".

Dalam perisian Idrisi, module "Surface" digunakan untuk tujuan ini. Tahap analisis pertama disebut sebagai analisis cerun ("slope analysis"). DEM diinputkan dalam pemprosesan ini, kecuraman cerun ("gradient") dikirakan untuk menandakan perubahan ketinggian secara relatif antara piksel. Sebenarnya setiap piksel mempunyai 4 piksel berjiran (atas, bawah, kiri dan kanan), darjah cerun dikirakan ke atas piksel-piksel berjiran ini. Piksel output "Slope analysis" menandakan cerun maksimum antara 4 piksel berjiran tersebut dan kaedah ini dikenali sebagai prosedur "rook's case" dalam "Technical reference Idrisi".

5.2.2 "Aspect".

Tahap analisis kedua atau derivatif kedua dikenali sebagai "*Aspect analysis*". Informasi cerun dari tahap pertama akan diproseskan lebih lanjut lagi untuk mengetahui "arah cerun" di kawasan kajian. "Aspect" menghasilkan output dalam unit darjah perpuluhan di mana nilai "aspect" menandakan azimuth piawai iaitu 0 - 360 darjah bermula dari arah Utara. "Aspect" 0 rujuk pada arah Utara, 90 darjah rujuk pada arah Timur, 180 darjah adalah Selatan dan seterusnya. Bagi ruang yang mencatetkan nilai cerun = 0 (datar), "aspect" bernilai -1 akan diberikan menandakan tiada arah cerun kerana kawasan mendatar.

5.2.3 "Hillshading".

Derivatif ketiga adalah "analytical hillshading". Dengan tersedianya informasi "aspect", satu animasi bayangan cerun boleh dilakukan. Analisis ini memerlukan data "sun azimuth" dan "sun elevation" semasa penangkapan data Remote sensing kawasan kajian diinputkan. "Sun azimuth" merujukkan arah cahaya matahari, contohnya arah Barat diwakili dengan azimuth 270 darjah. "Sun elevation" pula merujukkan kedudukan matahari secara menegak, 0 darjah menandakan matahari searas dengan muka bumi, 90 darjah menandakan matahari berada tegak atas permukaan bumi.

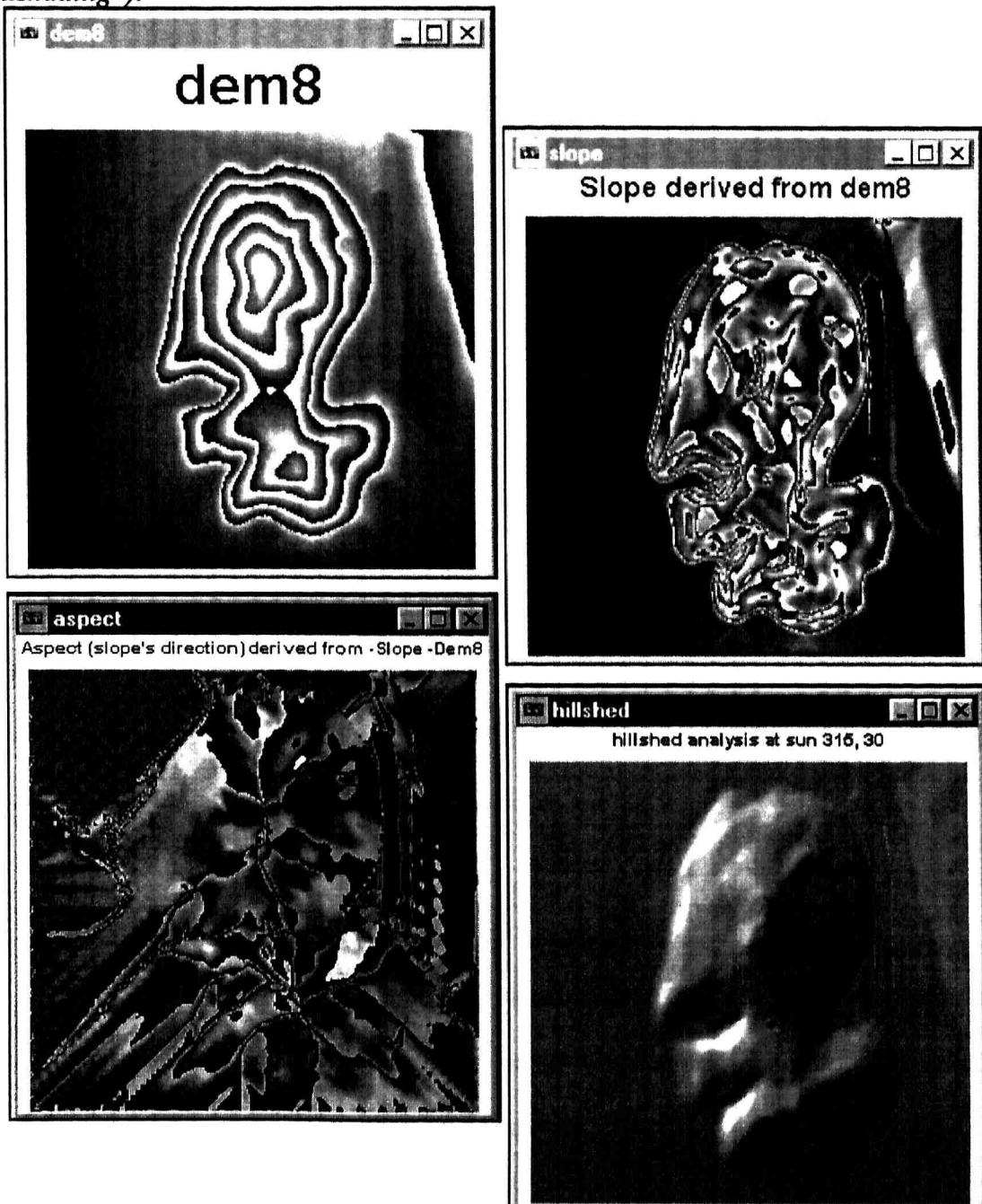
Dengan terterbitnya informasi "hillshade" untuk kawasan kajian, dapatlah dijangkakan cerun mana yang terlindung dari cahaya matahari sejajar dengan topografi kawasan kajian, animasi arah masuk cahaya matahari juga boleh dilakukan untuk mendapat satu gambaran yang lebih realistik.

Optikal Remote Sensing amat bergantung kepada cahaya matahari, ini bermakna kawasan yang tidak tersampai oleh matahari mengalami masalah ketiadaan informasi.

Cerun-cerun terlindung ini tidak merekodkan nilai Dn (pantulan) yang mewakili fitur sebenarnya akibat pengaruh topografi.

Dengan adanya "Hillshade analysis", pemahaman yang lebih mendalam tentang keadaan topografi boleh diusahakan, ia menyediakan penjelasan kuantitatif tentang masalah "fitur sama pada dua belah cerun merekodkan ciri spektral yang berbeza" dan seterusnya memberikan cahaya kepada kemungkinan menyelesaikan masalah tersebut.

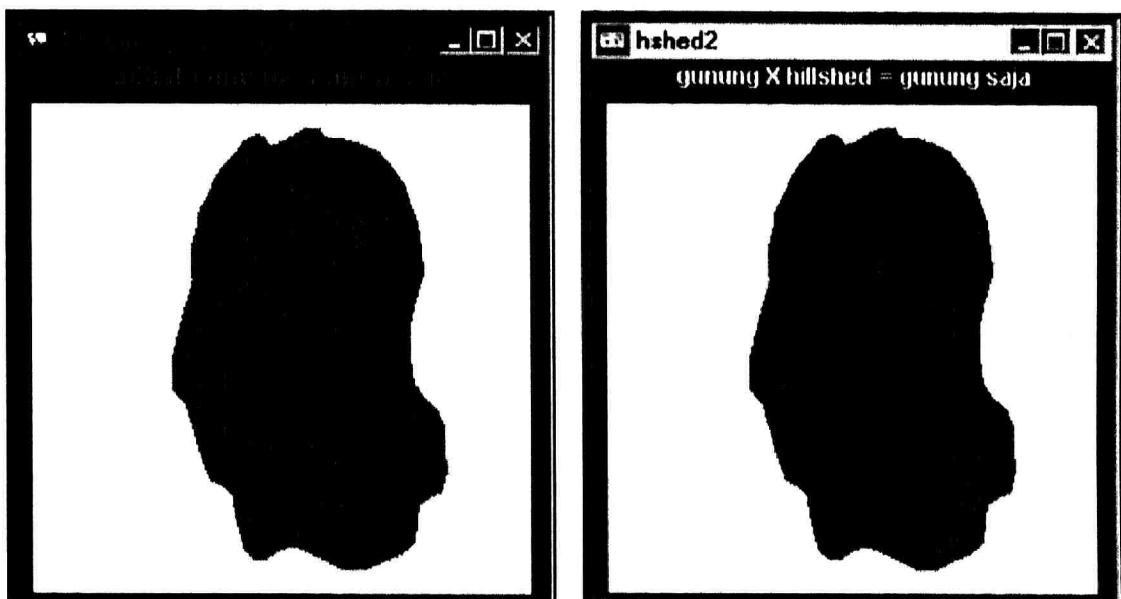
Rajah 5.12: Hasil-hasil derivatif analisis DEM ("Slope", "Aspect" dan "Hillshading").



5.2.4 Pengkhususan kajian atas kawasan bergunung: kaedah "Masking".

Untuk menjalankan kajian ini, kawasan tinggi (di mana letaknya Hutan Simpanan Kampar) dalam imej Kampar telah diasingkan dari imej asal. Satu "mask" (Rajah 5.13, imej bertajuk "gunung") disediakan dengan pendigitan sempadan kawasan tinggi Kampar. Imej mask ini terdiri dari dua Dn di mana Dn 1 mewakili kawasan tinggi manakala Dn 0 mewakili kawasan yang tidak berkenaan.

Rajah 5.13: "Mask" kawasan tinggi (kiri) dan hasil "Overlay" (kanan).



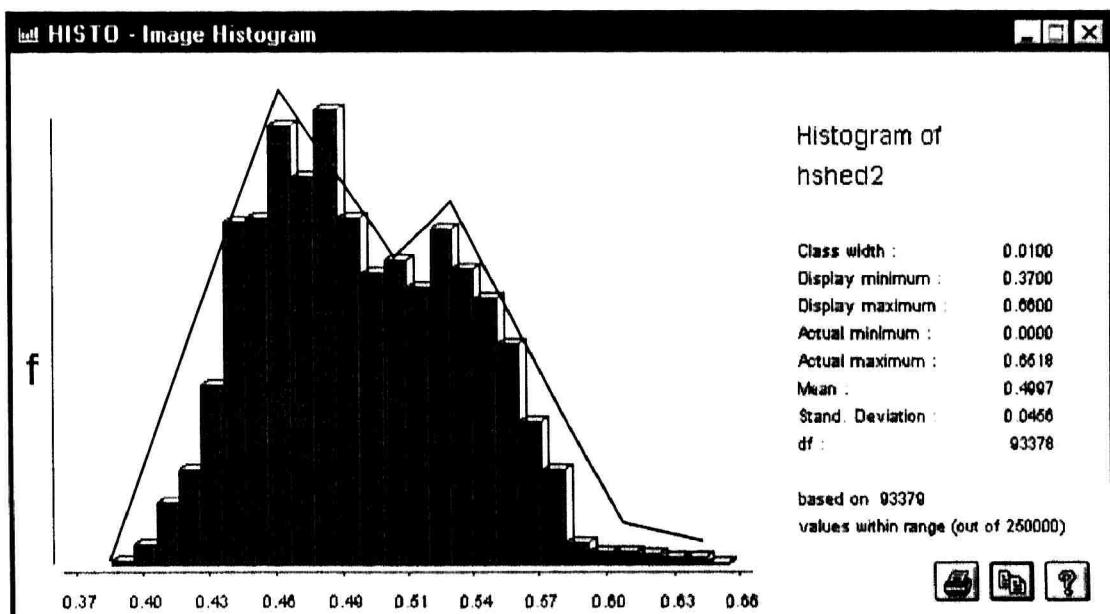
Pemprosesan "Overlay" dilaksanakan di mana imej "mask" didarabkan dengan data "hillshade" dan menghasilkan imej bertajuk "hshed2" dalam Rajah 5.13. Dengan adanya hasil "overlay" ini, kajian boleh dikhususkan ke atas zon yang diminati iaitu kawasan bergunung. Imej ini akan diinputkan ke dalam Bahagian 5.2.5.

5.2.5 Kajian kuantitatif atas informasi "hillshade".

Untuk kajian kuantitatif ke atas imej berkenaan, kaedah "histo" dalam perisian Idrisi digunakan untuk memeriksa taburan datanya. Terdapat dua output analisis "Histo" yang boleh diperiksa, iaitu secara grafik atau numerik.

Rajah 5.14 menggambarkan output "Histo" secara grafik, di mana paparan histogram taburan data imej "hshed2" diplotkan. Lurah taburan data adalah nilai pembahagian arah cerun (hadap cahaya atau terlindung), secara visual, ia dijangkakan lebih kurang pada nilai 0.50. Untuk mengkaji dengan lebih lanjut, "Histo" digunakan sekali lagi dengan pemilihan output "numerik". Hasilnya adalah seperti apa yang dijadualkan dalam Rajah 5.15.

Rajah 5.14: Paparan grafik histogram bagi taburan data imej "hshed2".



Rajah 5.16: Paparan jadual "Histo" ke atas imej "hshed2".

Class	Lower Limit	Upper Limit	Frequency	Prop.	Cum. Freq.	Cum. Prop.
2	0.3900	0.3999	28	0.0001	28	0.0001
3	0.4000	0.4099	358	0.0014	386	0.0015
4	0.4100	0.4199	1152	0.0046	1538	0.0062
5	0.4200	0.4299	1783	0.0071	3321	0.0133
6	0.4300	0.4399	3359	0.0134	6680	0.0267
7	0.4400	0.4499	6462	0.0258	13142	0.0526
8	0.4500	0.4599	6518	0.0261	19660	0.0786
9	0.4600	0.4699	8291	0.0332	27951	0.1118
10	0.4700	0.4799	7316	0.0293	35267	0.1411
11	0.4800	0.4899	8598	0.0344	43865	0.1755
12	0.4900	0.4999	6521	0.0261	50386	0.2015
13	0.5000	0.5099	5486	0.0219	55872	0.2235
14	0.5100	0.5199	5732	0.0229	61604	0.2464
15	0.5200	0.5299	5216	0.0209	66820	0.2673
16	0.5300	0.5399	6295	0.0252	73115	0.2925

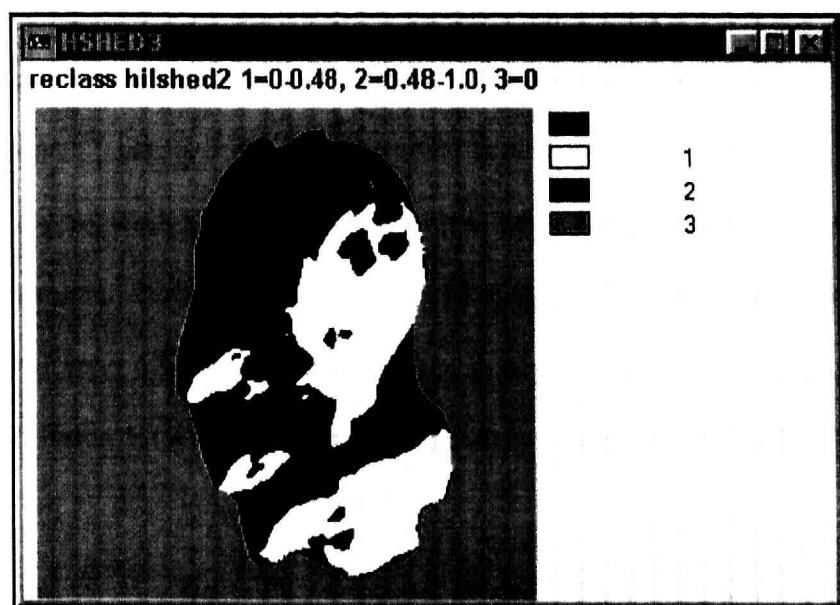
17	0.5400	0.5499	5534	0.0221	78649	0.3146
18	0.5500	0.5599	4989	0.0200	83638	0.3346
19	0.5600	0.5699	4140	0.0166	87778	0.3511
20	0.5700	0.5799	2664	0.0107	90442	0.3618
21	0.5800	0.5899	1769	0.0071	92211	0.3688
22	0.5900	0.5999	381	0.0015	92592	0.3704
23	0.6000	0.6099	210	0.0008	92802	0.3712
24	0.6100	0.6199	209	0.0008	93011	0.3720
25	0.6200	0.6299	163	0.0007	93174	0.3727
26	0.6300	0.6399	108	0.0004	93282	0.3731
27	0.6400	0.6499	90	0.0004	93372	0.3735
28	0.6500	0.6599	7	0.0000	93379	0.3735

Jelas dalam Rajah 5.15, nilai pembahagian antara dua belah cerun (satu hadap, satu lagi terlindung dari cahaya) terletak pada nilai 0.52. Nilai "hillshade" 0.52 merekodkan frekuensi 5216, inilah lurah taburan yang diperhatikan dalam Rajah 5.14.

5.2.6 Percubaan untuk mengatasi masalah "kesan arah cerun".

Module "Reclass" idrisi digunakan untuk mengkelaskan semula nilai "hillshade" kepada dua kelas arah cerun yang utama pada nilai ambang 0.52. Rujuk rajah 5.17 di mana imej hasil dari pengkelasannya dinamakan sebagai "hshed3".

Rajah 5.16: Pengkelasannya semula imej "hshed2" kepada dua kelas arah cerun yang utama.



Rajah 5.17 menggambarkan imej "gunung2". Ia merupakan imej komposit Kam345 (adunan Kampar band 3, 4 dan 5) yang telah dipotong menurut "mask" kawasan bergunung di Kampar. Apabila diperiksa ciri taburan data imej tersebut (Rajah 5.18), didapati tumbuhan hutan semula jadi atas kawasan gunung merekodkan dua puncak spektral. Inilah dikatakan sebagai *masalah "kesan arah cerun" di mana tumbuhan atas cerun terlindung mencatatkan nilai spektral yang lebih rendah (sekitar Dn 48) berbanding tumbuhan sama atas cerun yang menghadap cahaya (sekitar Dn 85)*. Puncak-puncak yang kecil di hujung histogram tersebut rujuk pada fitur awan di mana bertaburan sekitar nilai Dn 125, 160 dan 215.

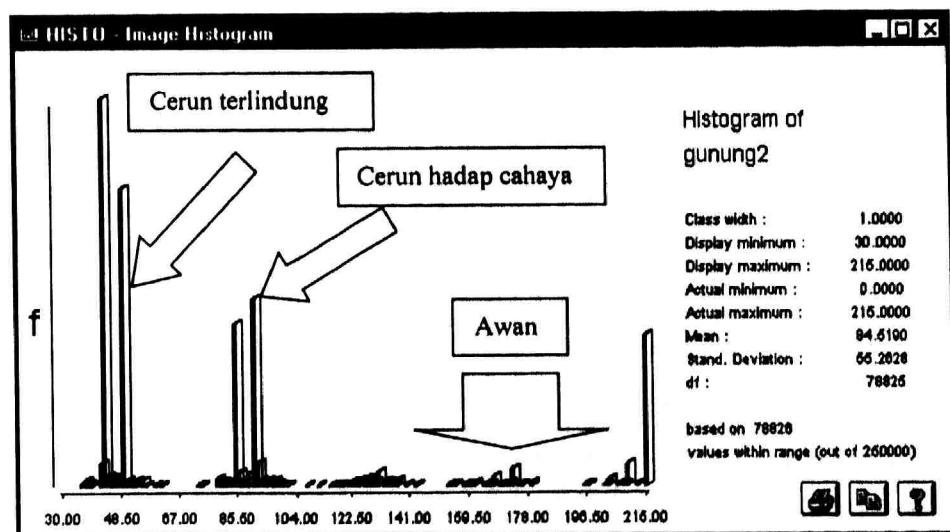
Memandangkan nilai ambang "hillshade" yang membahagikan dua belah cerun telah dikenal pasti dalam bahagian 5.2.5, ia boleh digunakan untuk percubaan mengatasi masalah "kesan arah cerun" ini. Imej "hshed3" dalam Rajah 5.17 dikelaskan semula di mana pemberat yang lebih tinggi diagihkan ke atas cerun terlindung. Apabila imej pemberat ini diadunkan dengan imej asal, akan terhasil satu imej di mana ciri spektral untuk fitur berkenaan adalah seragam walaupun terletak pada dua belah cerun yang berbeza intensiti penerimaan cahaya mataharinya. Buktinya boleh diperiksa dalam Rajah 5.19 dan 5.20.

Perbandingan antara Rajah 5.17 dengan 5.19 menunjukkan keadaan paparan "sebelum dan selepas" pembaikian "kesan arah cerun". Adalah jelas Rajah 5.19 memaparkan visual yang lebih seragam untuk fitur tumbuhan hutan walaupun terletak pada arah cerun bertentangan. Perbandingan Rajah 5.18 dengan 5.20 pula menggambarkan bagaimana pemberat yang digunakan membolehkan histogram dua puncak spektral untuk fitur hutan gunung (Rajah 5.19) dikumpulkan sebagai satu puncak dalam Rajah 5.21.

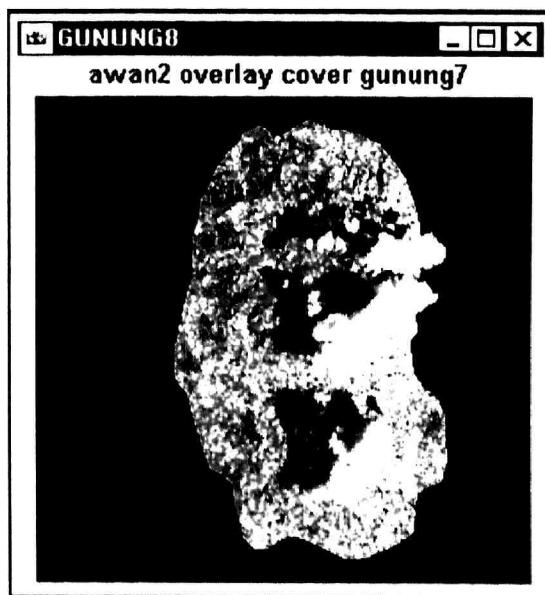
Rajah 5.17: Potongan kawasan gunung (nilai Dn imej komposit 3, 4 dan 5).



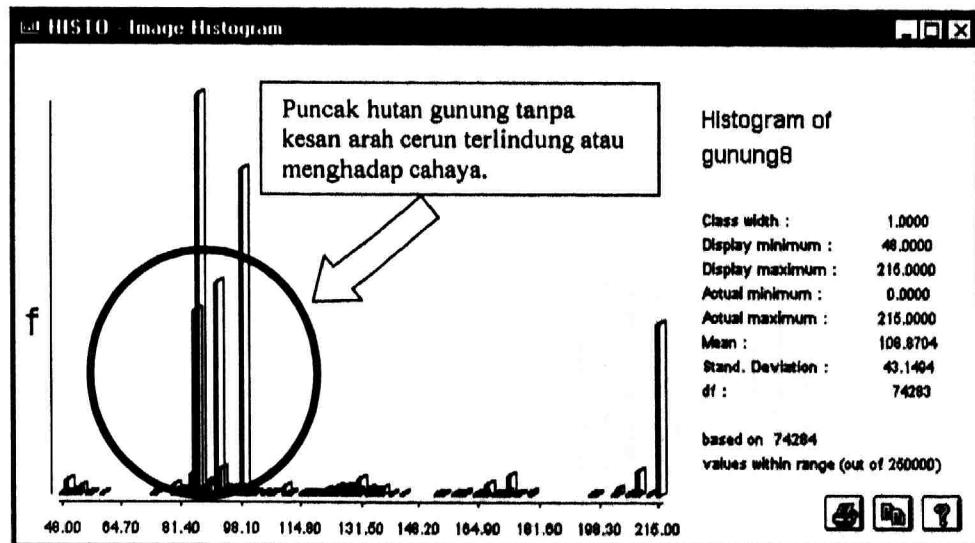
Rajah 5.18: Paparan histogram bagi taburan data "gunung2".



Rajah 5.19: Hasil pemberat diagihkan ke atas dua cerun yang berbeza arahnya.



Rajah 5.20: Taburan histogram bagi imej "gunung8" hasil pembaikkan "kesan arah cerun".

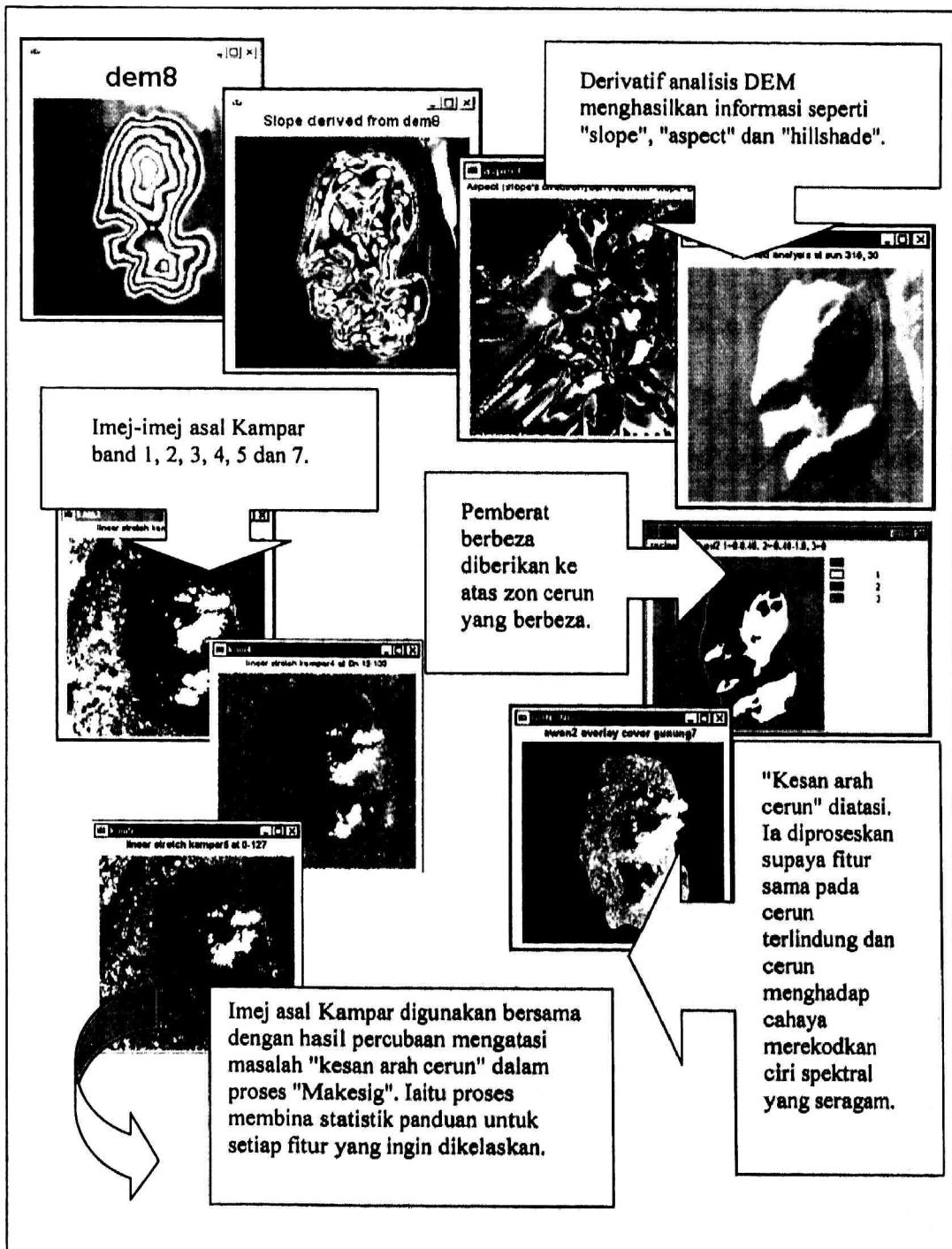


5.3 Peranan data "ancillary" (data sokongan) dalam pengelasan.

Satu perkara yang menjadi persoalan: adakah teknik GIS seperti Analisis permukaan dapat memainkan peranan dalam proses pengelasan data remote sensing? Analisis permukaan memerlukan data sokongan seperti bacaan elevasi dari peta topografi. Bahagian kajian ini cuba mengintegrasikan data remote sensing dengan hasil Analisis

permukaan atau pemodelan GIS untuk tujuan pengelasan dan menguji keberkesanannya dalam membantu proses pengelasan.

Rajah 5.21: Integrasi hasil Analisis permukaanGIS dengan data remote sensing.



5.3.2 Keputusan percubaan integrasi data sokongan GIS dengan data remote sensing.

Dua pengelasan "Mindist" telah dilaksanakan pada tahap ini. Pengelasan pertama dijalankan ke atas data asal sahaja iaitu imej Kampar1, 2, 3, 4, 5 dan 7. Ia merupakan ujikaji kawalan supaya perbandingan dapat dilakukan ke atas hasil pengelasan kedua. Pengelasan kedua melibatkan penggunaan data asal disertai dengan data sokongan iaitu imej "Kam345b" (hasil derivatif analisis permukaan GIS).

Pengelasan pertama telah menghasilkan keputusan seperti yang dipaparkan dalam Rajah 5.23, di mana ia mencatetkan kesilapan keseluruhan sebanyak 25%. Rajah 5.24 pula menggambarkan hasil pengelasan kedua. *Persoalan yang ingin dijawapi pada peringkat ini ialah: adakah teknik integrasi data remote sensing dengan data sokongan akan memberikan keputusan yang lebih menyakinkan?* Jawapannya jelas dalam Rajah 5.24 di mana pengelasan "Mindist" dengan segala parameter yang sama telah mencapai kesilapan keseluruhan serendah 13.1%.

Fitur hutan dijangkakan menghadapi masalah "Kesan arah cerun" kerana fitur yang sama itu bertumbuh pada cerun terlindung serta cerun yang menghadap cahaya. Perbanding antara dua "Matriks penilaian ketepatan" dalam Rajah 5.23 dan 5.24 menampakkan satu peneguhan apabila fitur "hutan" mencapai "error1%" 30% pada pengelasan kedua manakala 50% pada pengelasan pertama.

5.3.3 Kesimpulan awal.

Daripada semua analisis yang dijalankan setakat ini, dibuktikan jelas bahawa ketepatan pengelasan dapat diperteguhkan jika diintegrasikan dengan teknik GIS dan data-data sokongan. Walau bagaimana pun, terdapat beberapa pertimbangan yang harus difikirkan dengan lebih terperinci.

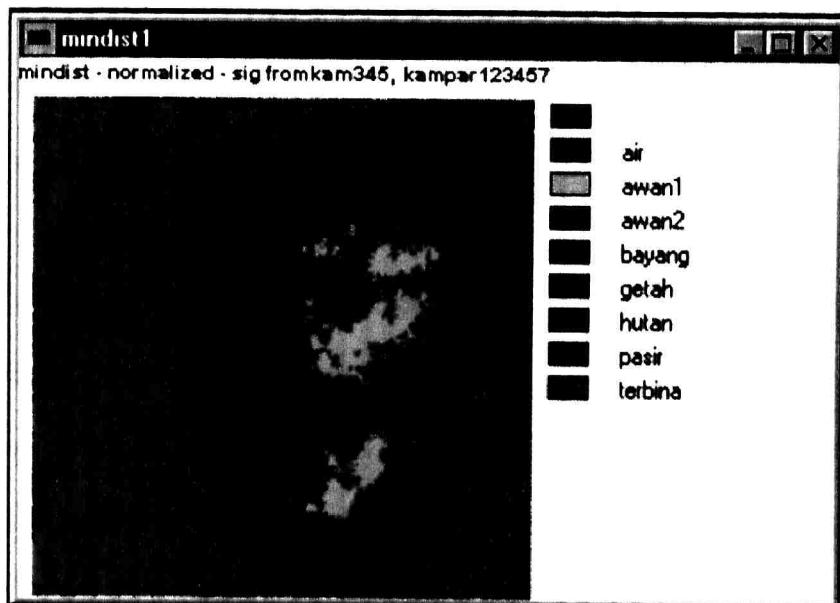
Rajah 5.23: Matriks penilaian ketepatan pengelasan pertama "Mindist" (band-band asal sahaja).

		1 terbina	2 hutan	3 pasir	4 air	5 awan1	6 bayang	7 awan2	8 getah	Jumlah	Error1	Error1 %
1	terbina	8		10		1		1		20	12	70
2	hutan		10				5		5	20	10	50
3	pasir			14	3			3		20	6	30
4	air				17	1	2			20	3	15
5	Awan1			2	16			2		20	4	20
6	bayang						20			20	0	0
7	Awan2			1				18	1	20	2	10
8	getah		3						17	20	3	15
	Jumlah	8	13	27	17	20	26	26	23	160		
	Error2	0	3	13	0	4	6	8	6		40	
	Error2 %	0	23.1	48.1	0	20	23.1	30.8	26.1			25

**Rajah 5.24: Matriks penilaian ketepatan pengelasan kedua "Mindist"
(Integrasi GIS dan RS).**

		1 terbina	2 hutan	3 pasir	4 air	5 awan1	6 bayang	7 awan2	8 getah	Jumlah	Error1	Error1 %
1	terbina	18		2						20	2	10
2	hutan		14				3		3	20	6	30
3	pasir	2		18						20	2	10
4	air			1	19					20	1	5
5	Awan1			1		19				20	1	5
6	bayang		1				19			20	1	5
7	Awan2			5				15		20	5	25
8	getah		3						17	20	3	15
	Jumlah	20	18	27	19	19	22	15	20	160		
	Error2	2	4	9	0	0	3	0	3		21	
	Error2 %	10	22.2	33.3	0	0	13.6	0	15			13.1

Rajah 5.25: Contoh hasil pengelasan "Mindist" dengan teknik integrasi GIS dan RS.



Pemprosesan data sokongan serta integrasinya dengan data remote sensing memerlukan tahap kepakaran tertentu dalam bidang GIS dan Remote sensing. Keperluan ini menghadkan potensinya dalam mencapai salah satu objektif kajian, iaitu untuk menggariskan satu panduan pengelasan yang komprehensif.

Data sokongan diperolehi dari pelbagai sumber di mana ketepatannya tidak dapat dipastikan. Telah dibincangkan sebelum ini bahawa data asal remote sensing mengalami sedikit sebanyak erotan atau kesilapan, tidak kira dari segi radiometrik, geometrik maupun atmosferik. Sekiranya data sokongan juga mengalami kesilapan, pemprosesan integrasi data remote sensing dengan data sokongan akan mengakibatkan fenomena yang dikenali sebagai "*Penokok-tambahan kesilapan*" ("*error propagation*"). Semakin banyak proses yang dilakukan ke atas kesilapan ini, tahap kesilapannya dilipat-gandakan.

Tambahan lagi, teknik integrasi begini masih tidak stabil kerana setiap individu berbeza boleh menghasilkan keputusan pengelasan yang pelbagai. Masalah ini juga masih bertentangan dengan impian atau objektif kajian untuk mencari satu piawaian pengelasan yang lebih menampakkan keseragaman dan kestabilan.

5.4 Teknik pengelasan alternatif: Pengelasan berkonsepkan "Pseudo Hyperspectral".

Bahagian awal Bab 5 telah cuba mengaplikasikan data sokongan ("ancillary data" yang dijanakan melalui kaedah permodelan GIS) ke dalam teknik pengelasan dan kesimpulan awal telah dibincangkan dalam bahagian 5.3.3. Sebagai satu kajian sambungan, satu lagi teknik pengelasan alternatif diperiksa keberkesanannya serta keobjektifannya dalam pencerapan informasi guna tanah dari data Remote Sensing. Elemen yang dikaji kali ini adalah teknik pengelasan yang masih baru di dunia Remote Sensing Malaysia, iaitu pemprosesan "Hyperspectral".

5.4.1 Pengenalan Perisian ENVI dan Pengelasan "Pseudo Hyperspectral".

Antara banyak teknik atau metodologi untuk analisis serta pencungkilan informasi data remote sensing, perisian ENVI oleh Research System Inc. menyediakan teknik-teknik analisis hyperspektral. Penilaian dilaksanakan ke atas teknik ini untuk melihat sejauh mana ia membantu dalam tugas pengurusan data multispektral dan pencerapan informasi bertema. Satu perisian Envi 3.2 (versi terkini semasa kajian dijalankan) telah diperolehi daripada Research System Inc. sebagai satu versi penilaian yang berfungsi hanya untuk 4 minggu.

Teknik "Hyperspectral processing" tersebut melibatkan *dua peringkat penyempitan data* sebelum menghasilkan peta bertema sebagai output terakhir pemprosesan. Pada tahap pertama, data mentah diproseskan dalam program **MNF** ("*Minimum Noise Fraction*") sebagai satu langkah menyempitkan data spektral yang hendak dikaji. Kemudian, pemprosesan dilanjutkan ke **program PPI** ("*Pixel Purity Index*") untuk menajamkan fokus kajian ke atas data "spatial" terpilih.

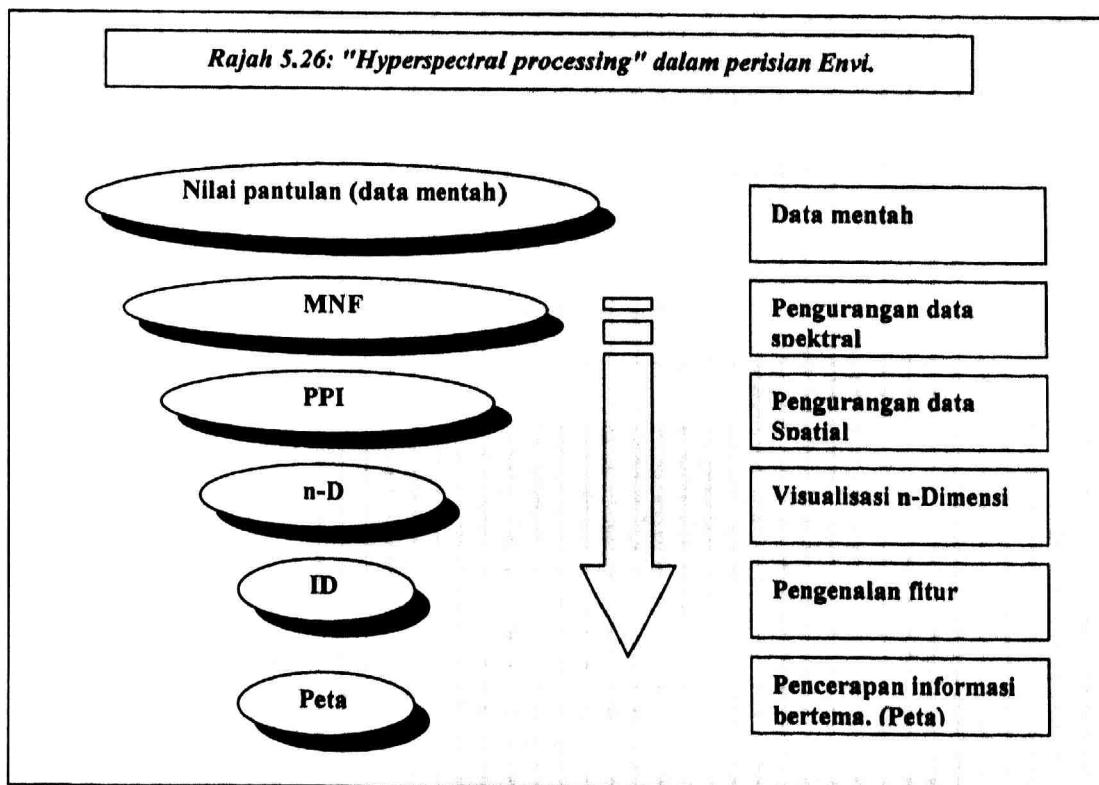
Baki data yang menjadi fokus kajian selepas 2 peringkat penyempitan data (spektral dan spatial), akan *dikaji orientasi spektralnya dalam konsep ruang multi-*

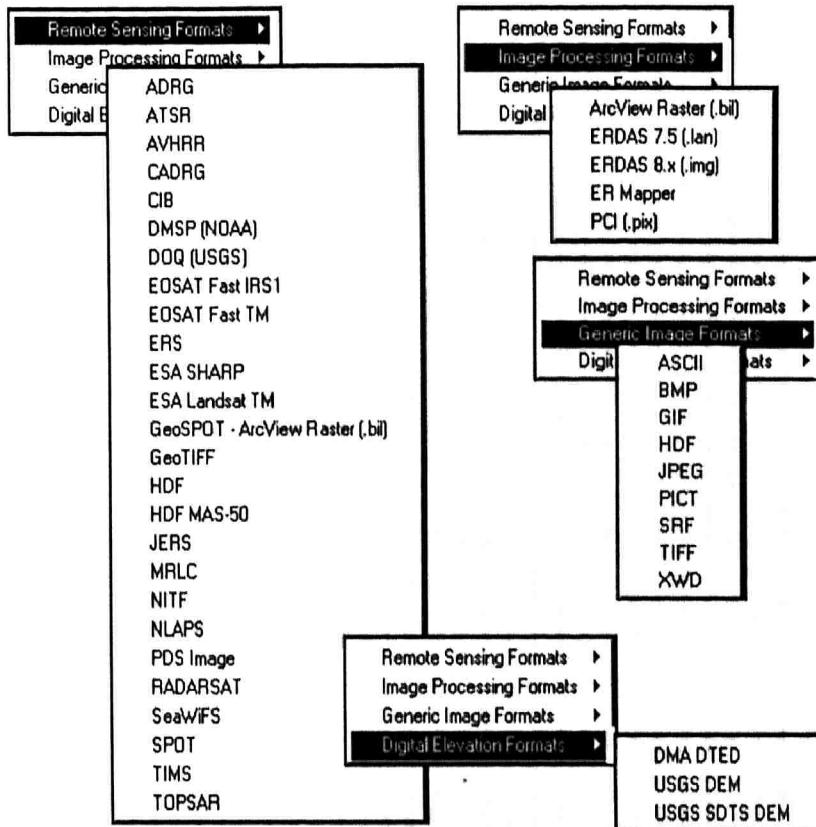
dimensi (tidak terhad kepada 2 paksi). Dari pemprosesan visualisasi begini, fitur-fitur tertentu dikenali dan dilabelkan sebagai satu fitur individu. Proses ini diringkaskan dalam Rajah 5.26.

5.4.2 Pengimportan data untuk perisian Envi.

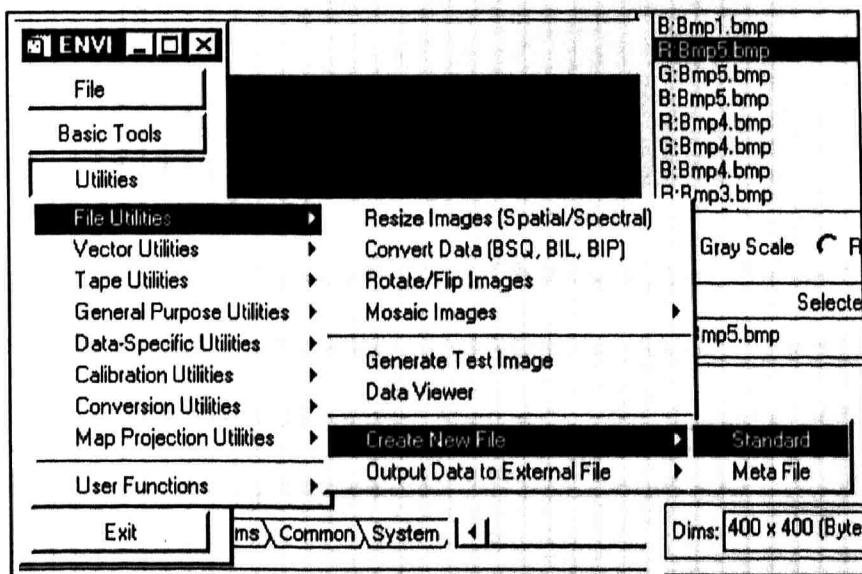
Pengimportan tahap pertama.

Envi membaca data imej berformat .evf ("envi file") dan juga format lain (Rajah 5.27). Namun, imej yang digunakan dalam kajian ini wujud dalam **format Idrisi (.img)** yang tidak tersenarai dalam format yang diterima oleh Envi. Jadi data .img Idrisi terpaksa dieksport ke dalam satu format yang difahami oleh Envi. Salah satu cara ialah eksport data .img ke dalam format imej generik .bmp.

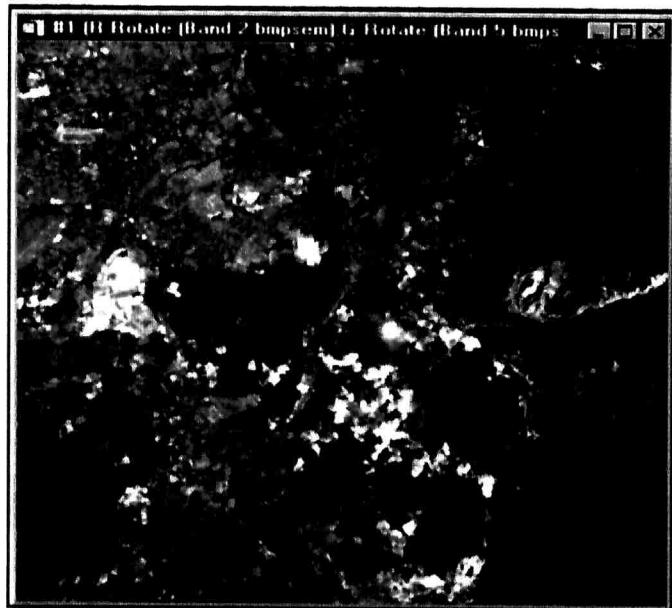


Rajah 5.27: Format data yang diterima oleh perisian Envi.

Untuk tujuan menyimpan semua fail grafik (.bmp) individu (satu band satu fail bmp) dalam satu fail berformat Envi (satu fail mengandungi semua band), pilih **menu utama "utilities" - "file utilities" - "create new file" - "standard"** dalam menu Envi (Rajah 5.28).

Rajah 5.28 Menu menyediakan fail berformat ENVI.

Rajah 5.29: Contoh paparan imej Ipoh (Adunan band 2, 5 dan 7) setelah diperbetulkan orientasinya.



Rajah 5.30: Paparan imej Batu Gajah (bgajah) menurut adunan band 4, 5 dan 2.

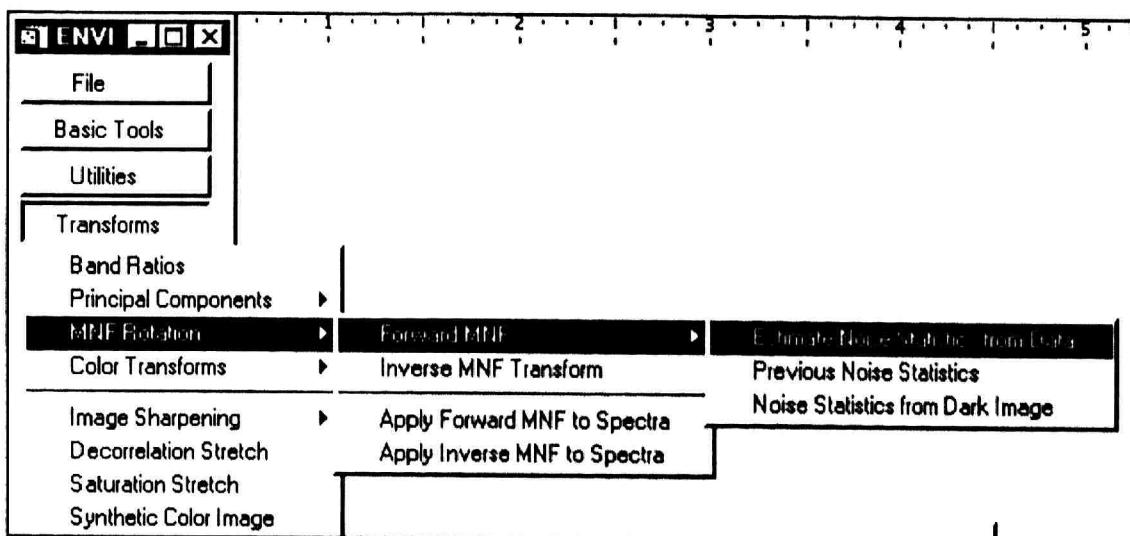


5.4.3 Tahap penyempitan spektral: MNF ("Minimum Noise Fraction").

Proses MNF bertujuan menajamkan fokus kajian ke atas data spektral terpilih. Ia mirip fungsi PCA ("Principal Components Analysis") yang digunakan dalam bidang pemprosesan data remote sensing multispektral. Dua transformasi utama dijalankan dalam

proses MNF. *Transformasi pertama berdasarkan "noise covariance matrix"* di mana paksi baru diorientasikan supaya tiada korelasi "data" dengan "noise" dalam band berasingan. *Transformasi kedua melibatkan "Principal Components Transformation".*

Rajah 5.31 Menu untuk melaksanakan Transformasi.

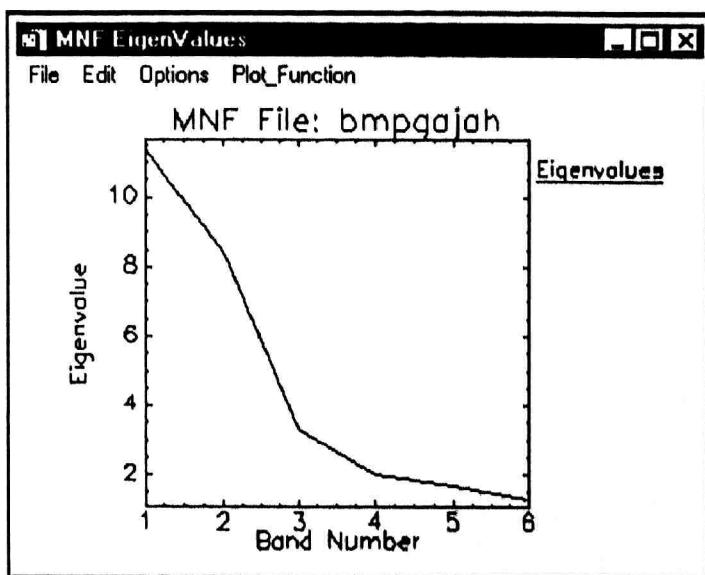


Pada menu utama perisian ENVI, pilih menu "*Transform*" - "*MNF Rotation*" - "*Forward MNF*" - "*Estimate Noise Statistics from the data*" (Rajah 5.31). Tetingkap "*MNF Transform Input File*" muncul di skrin. Maklumat seperti nama "*input file*", bilangan serta *pilihan band ("spectral subset")* yang ingin diproseskan dalam MNF serta pilihan kawasan tertentu dalam imej ("*Spatial subset*" dan "*Mask band*") diisikan. Kemudian, satu tetingkap lain muncul dengan tajuk "*Forward MNF Transform Parameter*". Keputusan tentang bilangan band output MNF perlu dijawab pada bahagian ini. Isikan nama untuk output statistik serta output imej, kemudian tekan butang "ok" untuk memulakan pemprosesan MNF.

Apabila pemprosesan MNF selesai, *satu plot "eigenvalue" dilaporkan di skrin* (Rajah 5.32). Rujuk pada plot "eigenvalue" ini, eigenvalue semakin menurun bila menghampiri band MNF yang tinggi. Secara statistik, ia menggambarkan taburan data

yang dipadatkan dalam 3 band pertama MNF, manakala band 4, 5 dan 6 lebih merupakan kandungan "noise".

Rajah 5.32: Plot keluk MNF "EigenValues".



5.4.4 Pemeriksaan awal hasil MNF.

"Noise" telah diasingkan ke dalam band 4, 5, 6 dan data telah didominankan dalam band MNF 1,2 dan 3 seperti yang dijangkakan. **Setiap band MNF cenderung menekankan spektral bagi fitur-fitur tertentu.**

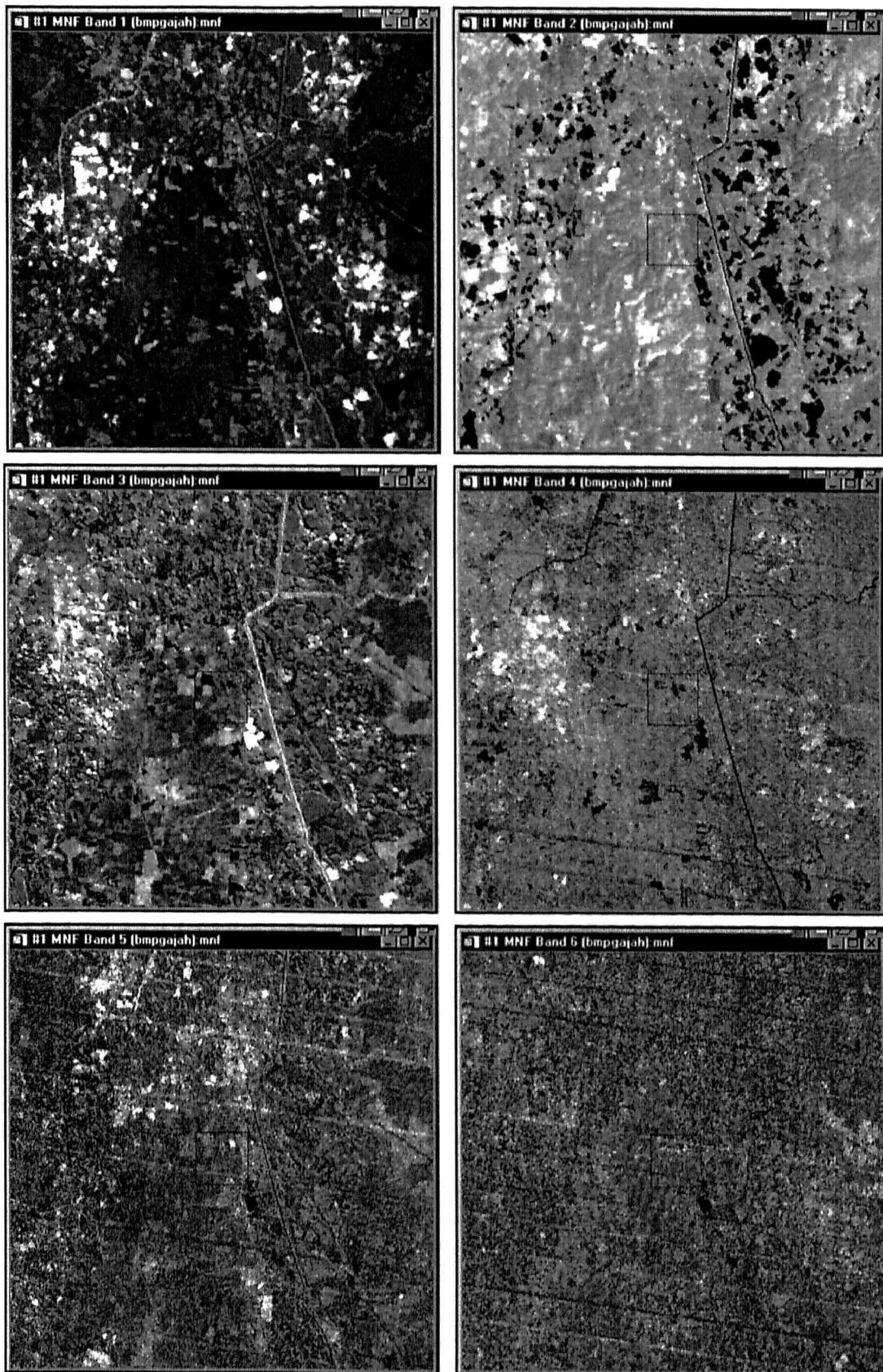
Paparan band 1 MNF menampakkan penonjolan data awan dan urban. Band 2 MNF mempunyai visual yang jelas tentang perbezaan badan air dengan kawasan tumbuhan. Band 3 MNF menonjolkan kepelbagaiian tumbuhan dengan perbezaan kecerahan serta ciri teksturnya. Band 4 masih mempunyai sedikit data yang mungkin berguna sebagai kes anomal, tetapi biasanya anomal tidak memainkan peranan dalam tugas pengelasan litupan bumi. Band 5 dan 6 MNF tidak memberikan sebarang informasi secara visual.

Ia memudahkan pemprosesan data selepas ini kerana kajian akan ditumpukan ke atas spektral dalam band 1,2 dan 3 MNF dan "noise" akan diabaikan.

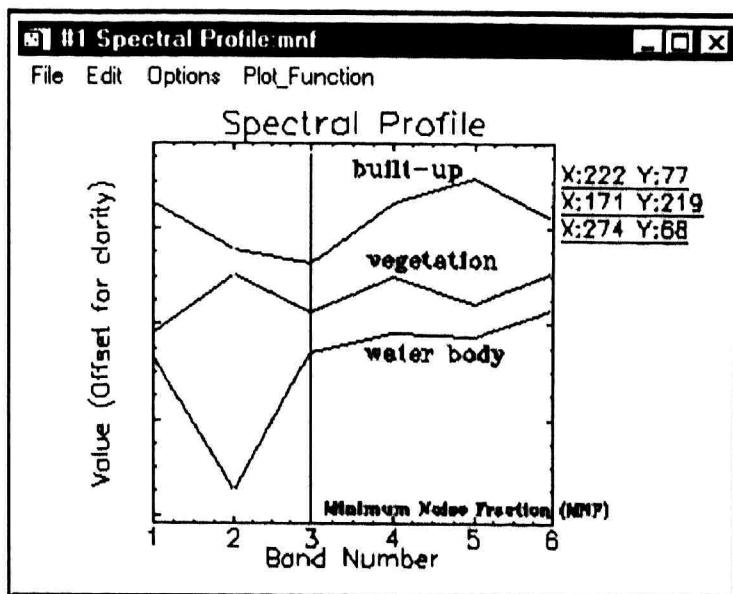
Rajah 5.33: Band 1-2 (baris1: dari kiri ke kanan) hasil transformasi MNF.

Band 3-4 (baris2: dari kiri ke kanan) hasil transformasi MNF.

Band 5-6 (baris3: dari kiri ke kanan) hasil transformasi MNF.



Rajah 5.34: Profil fitur terpilih dalam Band MNF.



5.4.5 Pemeriksaan ciri spektral pada band MNF.

Rajah 5.34 menunjukkan profil spektral bagi fitur terpilih dalam band MNF. Secara makro, didapati *perbezaan spektral antara fitur dalam band tinggi MNF (4, 5 dan 6) adalah sedikit (garis spektral yang agak rapat) berbandingkan band rendah MNF (1, 2 dan 3)*.

"Kawasan terbina" dalam Band 1 MNF digambarkan dengan nilai spektral tertinggi, jarak perbezaan antara spektral "kawasan terbina" dengan fitur "badan air" serta "tumbuhan" juga agak jauh. Pada band yang sama, ciri spektral untuk "tumbuhan" dengan "badan air" adalah agak rapat. Ciri-ciri ini menjelaskan bagaimana visual band 1 MNF menonjolkan fitur "awan" dan "kawasan terbina" tetapi fitur lain agak termendap.

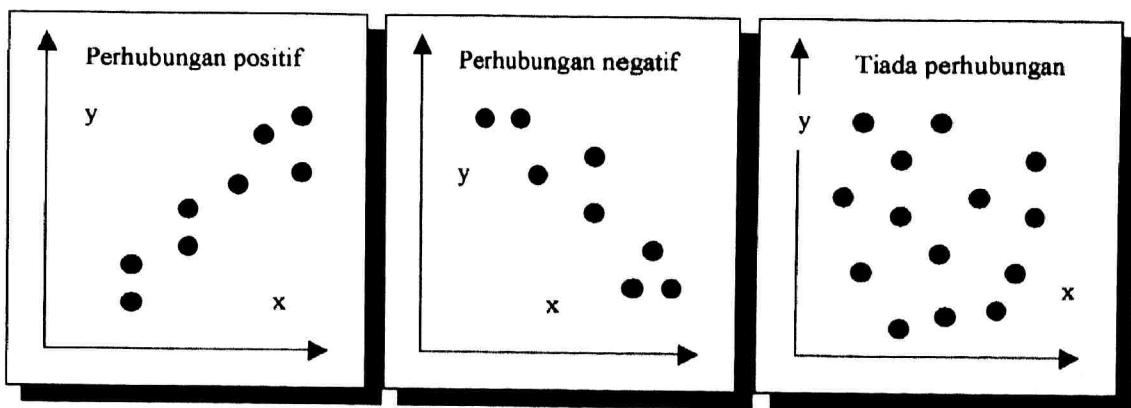
Pada band 2 MNF, profil spektral "badan air" adalah diminimumkan, manakala nilai "kawasan terbina" dengan "tumbuhan" adalah lebih menyerlah. Secara visual, band 2 MNF terpapar satu perbezaan yang amat jelas antara fitur badan air (gelap) dengan fitur darat (cerah).

Perbezaan visual antara fitur dalam band 4, 5 dan 6 MNF adalah amat kabur. Ia dicirikan dengan garis profil spektral yang agak rapat antara fitur. Tambahan lagi, selepas proses MNF, band 4, 5 dan 6 banyak ditaburkan dengan "noise" yang memberikan paparan visual dengan kesan "salt and pepper". "Salt and pepper" adalah istilah dalam bidang visualisasi yang menghuraikan keadaan imej yang mempunyai taburan titik yang tidak seragam dengan persekitarannya. Titik "noise" ini boleh terjadi secara tersusun ataupun taburan secara rawak. Kebiasaannya, "noise" tidak membawa makna atau informasi, hanya dalam kes-kes terhad ia memberikan gambaran tentang kejadian "anomali".

5.4.6 Regresi dan korelasi antara band MNF.

Dalam statistik, regresi merujukkan satu garis perwakilan dilukis untuk menggambarkan taburan data antara dua variabel. Untuk kes regresi linear, ia mengambil struktur formula " $y = ax + b$ " di mana " y " adalah variabel bersandar ("dependent variable"), " x " adalah variabel bebas ("independent variable"), " a " adalah cerun garis berkenaan ("gradient") manakala " b " adalah nilai penyilangan garis perwakilan dengan paksi Y. **Korelasi (r)** pula secara kuantitatif menghuraikan kekuatan perhubungan antara dua variabel ini. Ia berjulat antara $-1 < r < +1$. Kes $r = -1$ bermakna perhubungan negatif sempurna antara variabel (x dan y) di mana sekiranya nilai " x " bertambah, nilai " y " akan menurun setimpal dengan perambahannya nilai " x ". Kes $r = +1$ bermakna perhubungan positif antara dua variabel tersebut di mana jika nilai " x " bertambah, nilai " y " turut bertokok. Kes $r = 0$ bermaksud tiada perhubungan antara dua paksi.

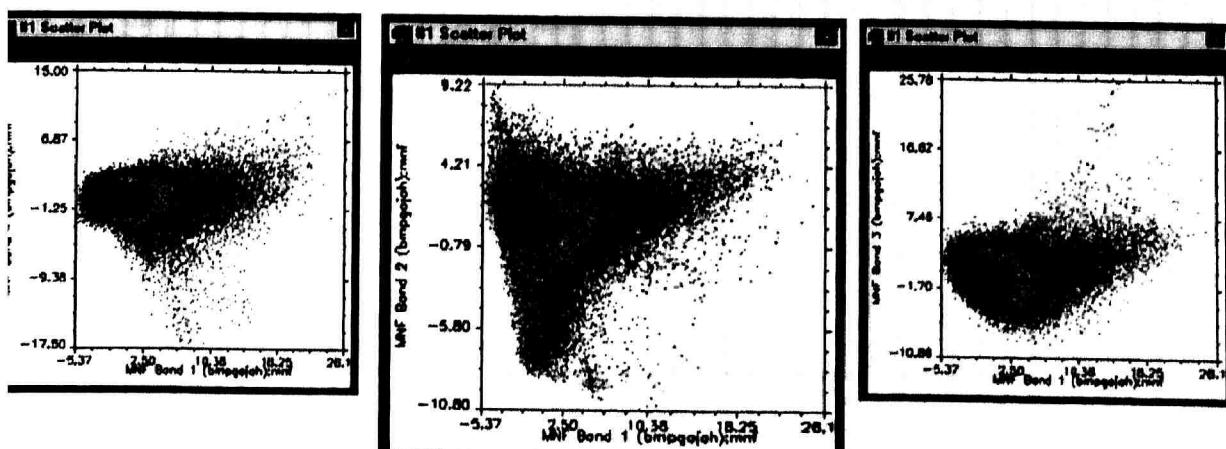
Rajah 5.35: Perhubungan antara variabel menurut corak taburan datanya.

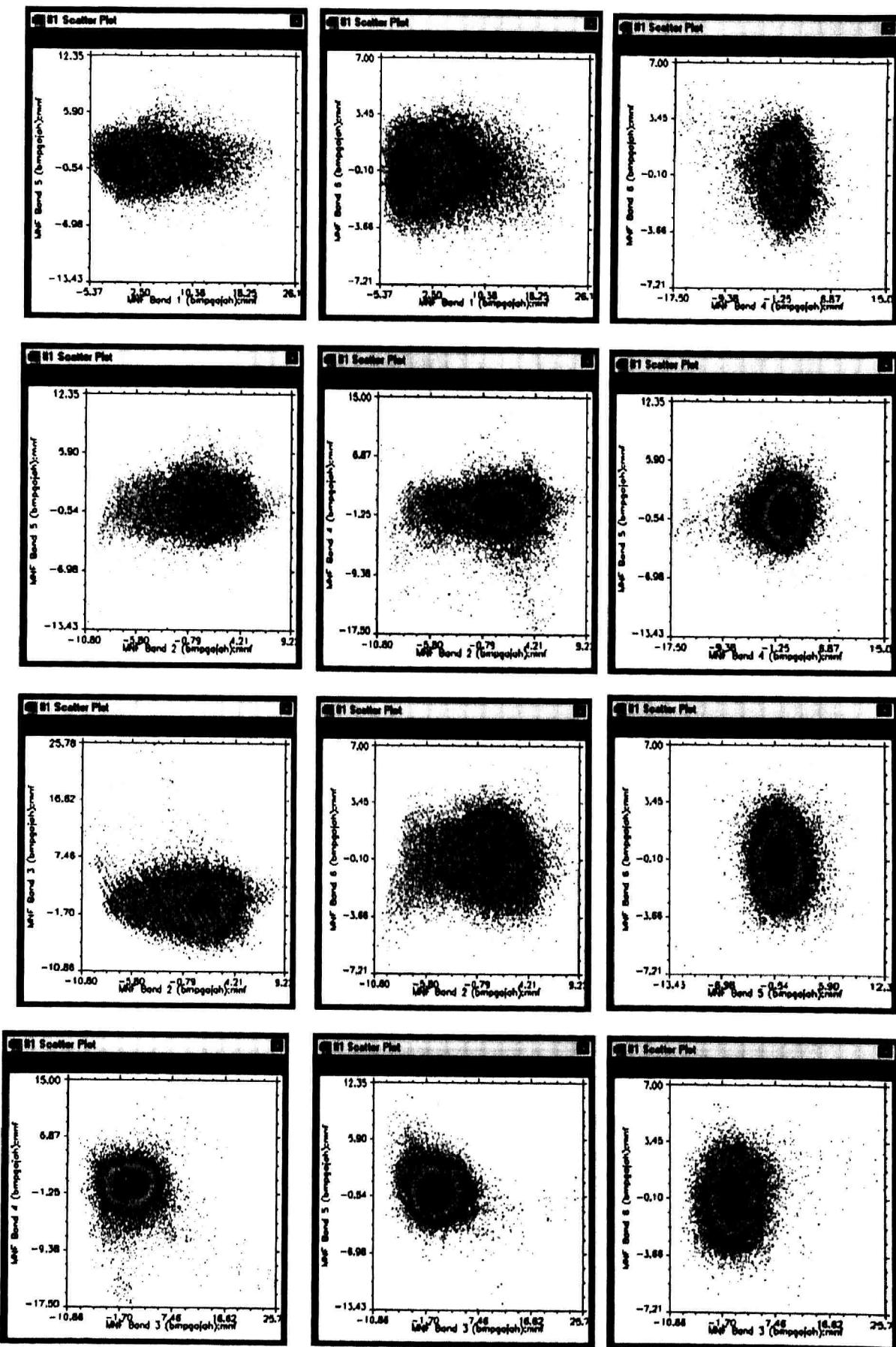


Spektral antara band MNF diplotkan untuk melihat perhubungan antara band di mana satu band dipilih sebagai paksi x manakala satu band lagi sebagai paksi y. Satu siri graf telah disediakan dari kerja perbandingan begini. Dibuktikan dalam siri graf tersebut (Rajah 5.36), kesemua plot menggambarkan bahawa tiada perhubungan (mirip Rajah 5.35 kanan) antara mana-mana band MNF.

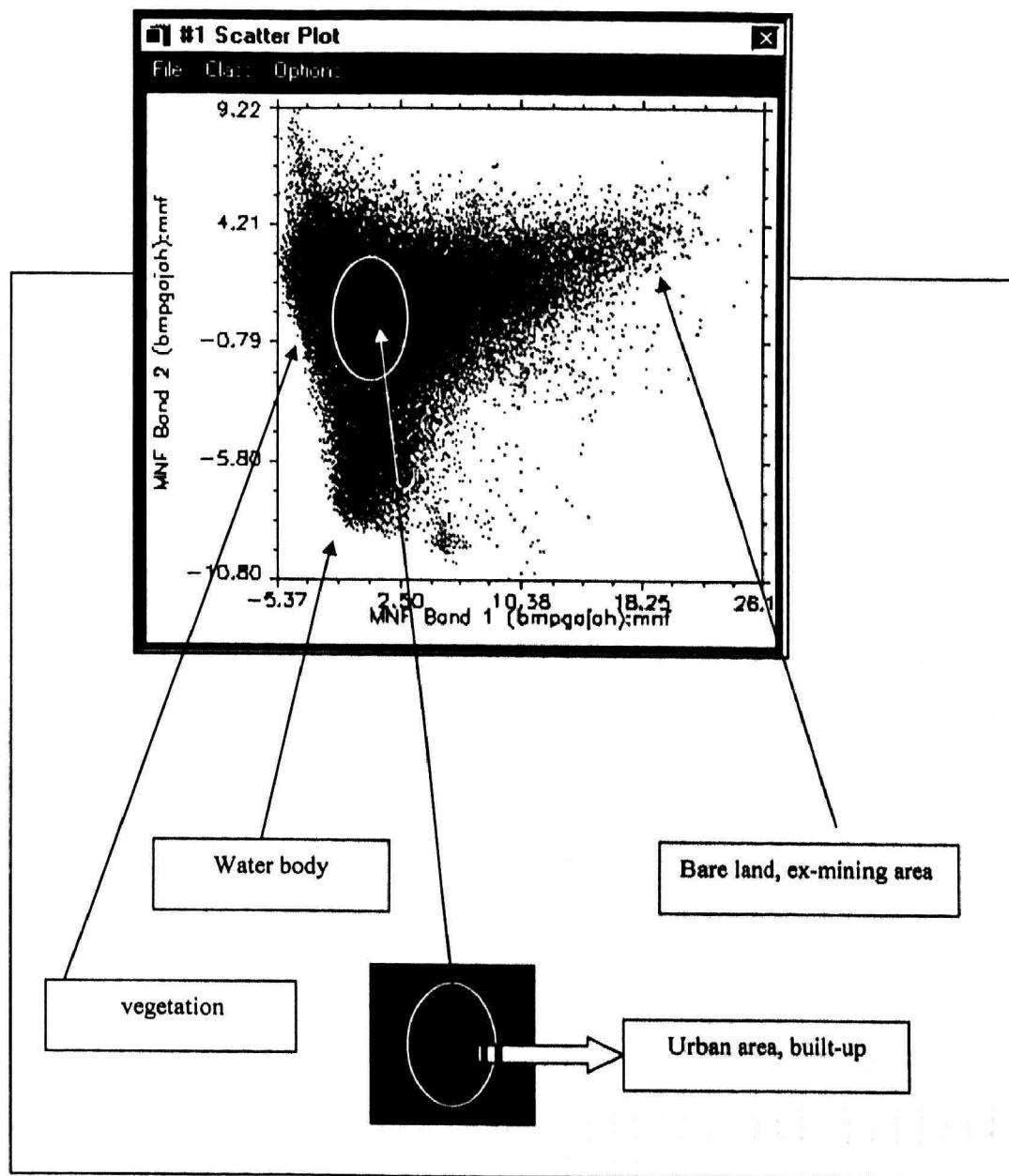
Pemeriksaan dilaksanakan ke atas graf ini dan didapati cuma plot yang melibatkan band 1, 2 dan memberikan visual yang jelas tentang fitur litupan bumi di kawasan kajian (diorakkan dalam plot sebagai bentuk penjuru, bentuk tidak regular atau bentuk ekor dalam taburan spektral). Bentuk taburan bulatan berpusat diperhatikan dalam plot di mana band 4, 5 dan 6 dijadikan kedua-dua paksi perbandingan. Bentuk taburan seperti ini adalah mustahil untuk mengenali fitur muka bumi di kawasan tersebut.

Rajah 5.36: Taburan data antara band MNF, 15 plot direkodkan.





Rajah 5.37: Taburan data pada band 1 dan 2 MNF yang dipadankan dengan fitur terpilih.



5.4.7 "Pixel Purity Index" (PPI): pengurangan data spatial.

PPI berfungsi untuk mengesan piksel yang tulen spektralnya (pantulan pada piksel itu semata mata pantulan dari sejenis fitur) berbanding dengan piksel yang mungkin mengalami "pantulan campuran fitur". Secara ringkasnya, proses ini melibatkan pemeriksaan taburan data spektral dalam n-dimensi (pemeriksaan pelbagai dimensi).

Taburan dalam n-dimensi yang dianggap ekstrem (taburan yang terpesong dari majoriti data) dipilih sebagai piksel yang berkemungkinan mewakili kewujudan satu fitur individu litupan bumi.

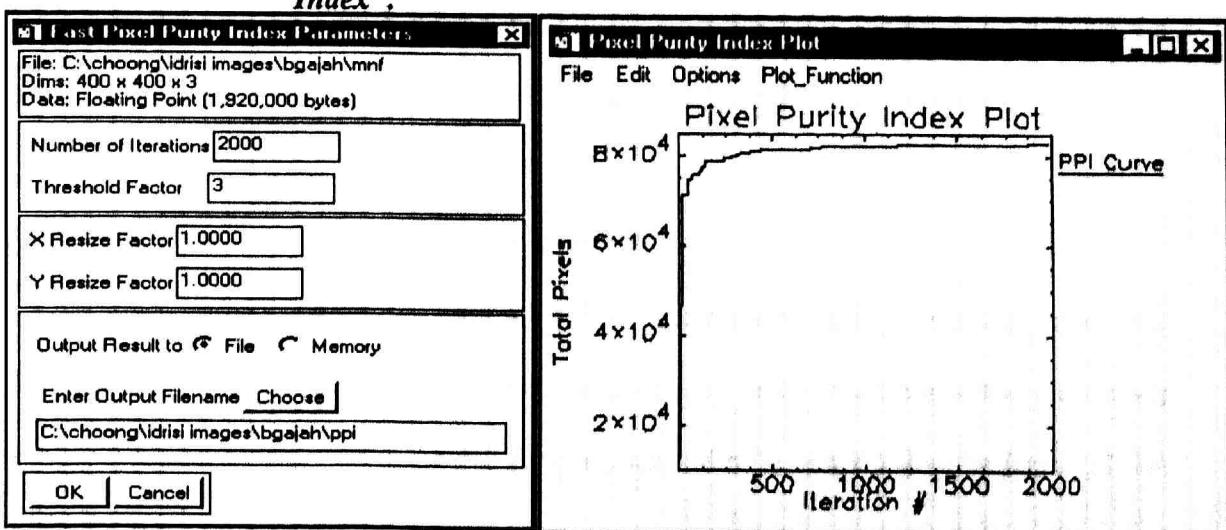
Disebabkan data MNF menjadi input dalam proses PPI, maka data yang diproseskan adalah data tanpa elemen "noise". Ini bererti taburan ekstrem dalam n-dimensi tidak mungkin dibawakan oleh elemen "noise" yang tidak bermakna atau tidak mewakili fitur muka bumi.

Pada output PPI, Dn ("digital number") sesuatu piksel merujuk kepada frekuensi piksel tersebut direkodkan sebagai taburan ekstrem (tulen) semasa pemeriksaan n-dimensi. Jadi, kajian selanjutnya hanya tertumpu pada piksel-piksel cerah yang dikategorikan sebagai pantulan tulen sahaja.

Prosedur untuk melaksanakan PPI adalah: **Pilih "spectral tools" dalam menu utama ENVI 3.2 - "Pixel Purity Index" - "fast". Satu tetingkap "Fast Pixel Purity Index Input File" dipaparkan di skrin.**

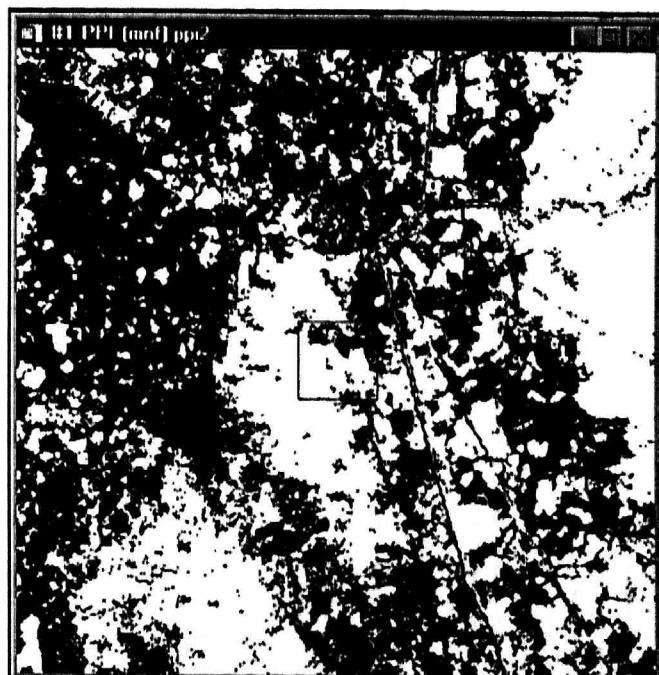
Selesai pemilihan band MNF dalam tetingkap **"Fast pixel Purity Index Input File"**, satu tetingkap **"Fast Purity Index Parameters"** diutarakan di skrin (Rajah 5.38 kiri).

Rajah 5.38: Parameter yang diperlukan untuk PPI serta plot hasil "Pixel Purity Index".



Pemprosesan PPI tamat dengan paparan hasil "Pixel Purity Index Plot" (Rajah 5.38 kanan) di skrin. Graf tersebut menunjukkan bilangan piksel diperiksa oleh proses PPI pada ulangan pemprosesan ("iterations") 1000 atau 2000 telah mencapai tahap pemprosesan yang marginal di mana bentuk keluk PPI ("PPI curve") stabil tanpa perubahan besar. Ini membuktikan ulangan pemprosesan yang dipilih dalam "Fast Pixel Purity Index Parameter" adalah memuaskan (nilai >1000 ulangan dikira stabil).

Rajah 5.39: Paparan hasil PPI di mana warna cerah adalah piksel tulen dan sebaliknya.



Imej hasilan PPI menggambarkan piksel yang berkemungkinan besar sebagai satu fitur tulen dengan warna cerah, piksel campuran fitur diwarnakan gelap. Jadi fokus spatial kajian selanjutnya mampu dipersempitkan pada ruang (piksel-piksel) cerah sahaja.

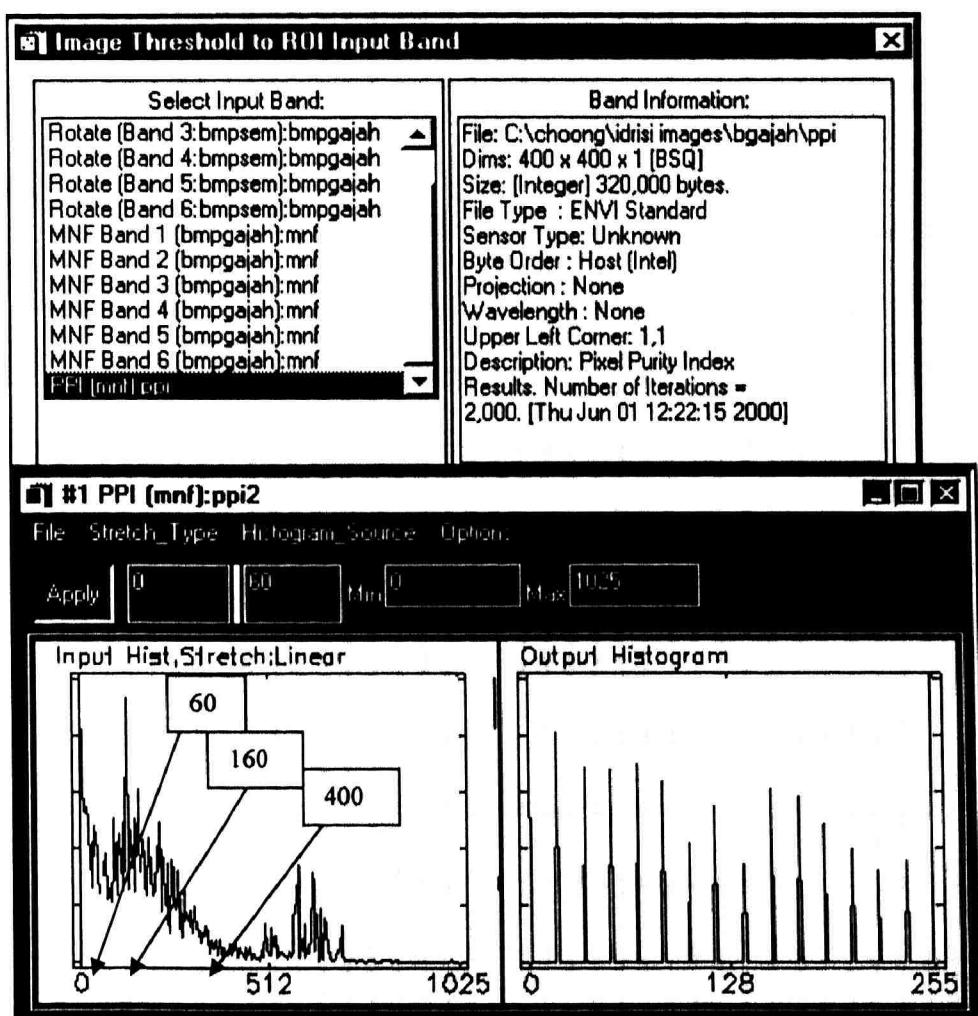
5.5 Kaedah Pengkelasan "Pseudo hyperspectral".

Untuk tujuan pencerapan informasi dari data remote sensing, "training area" atau "Region of interest" perlu disediakan. Satu perkara yang perlu dipertimbangkan pada tahap ini: apakah julat indeks dalam hasil PPI yang harus dipilih untuk kajian lanjutan? (Telah

diketahui piksel cerah yang harus diperiksa, tetapi secara kuantitatif, secerah mana yang dikatakan sebagai cerah?)

Dalam erti kata lain, apakah nilai indeks yang mengambangkan piksel tulen dengan piksel campuran fitur? Histogram data PPI dipaparkan apabila menu ENVI "Function" - "*Region of interest*" - "*Image Threshold to ROI*" dipilih. Satu tetingkap baru "*Image Threshold to ROI input band*" (Rajah 5.40) muncul di skrin, nama PPI dipilih untuk melaksanakan tugas ini dan kemudian histogram PPI dipaparkan.

Rajah 5.40: Tetingkap pemilihan imej untuk disediakan ROI serta histogram imej PPI.



Pemeriksaan histogram imej PPI (Rajah 5.40 bawah) mendapat ada satu "lurah" antara dua mode (puncak taburan data) yang boleh dijelaskan sebagai nilai ambang antara

piksel campuran fitur dengan piksel tulen. Namun, pemeriksaan nilai ambang yang lebih rendah juga dikaji untuk melihat kesannya. Tiga nilai ambang (400, 160 dan 60) dipilih mengikut corak "puncak dan lurah" keluk taburan data PPI tersebut.

5.5.1 Visualisasi spektral dalam n-dimensi.

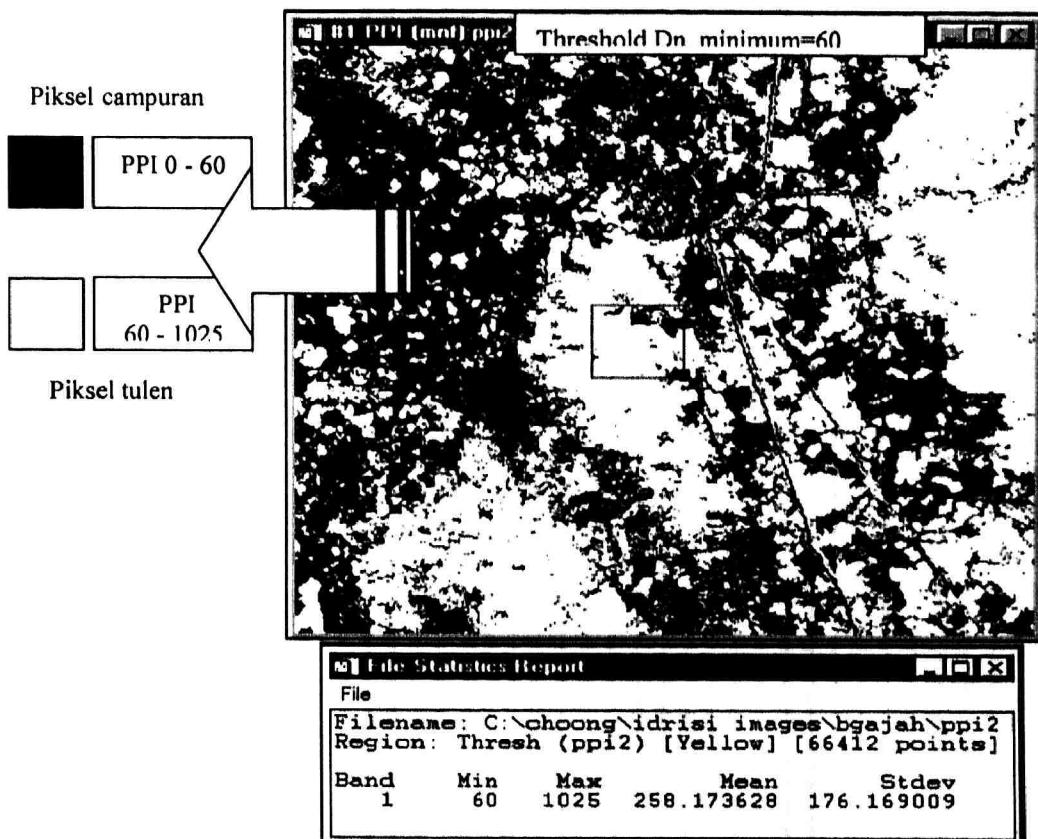
Spektral boleh dibayangkan sebagai titik-titik yang ditaburkan dalam plot n-dimensi. Nilai "n" dalam istilah n-dimensi merujukkan jumlah band yang ada. Kedudukan sesuatu titik atau koordinatnya dalam n-dimensi mempunyai "n" bacaan (biasanya 3 dimensi distrukturkan dengan koordinat x,y,z; namun untuk n-dimensi, ia berstruktur $b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$) kerana setiap band merekodkan satu nilai D_n (pantulan atau radian) piksel berkenaan.

Taburan spektral dalam n-dimensi boleh dijadikan satu peralatan untuk meramalkan bilangan fitur di kawasan kajian. Input ke dalam proses visualisasi n-dimensi adalah hasil MNF (pengurangan spektral) dan PPI (pengurangan spatial). Kemudahan "n-D Visualization" dalam *ENVI 3.2 membolehkan pemeriksaan spektral pelbagai dimensi dilaksanakan secara interaktif ataupun secara putaran sudut pandangan automatik ("real-time rotation")*. *Ini merupakan kali pertama visualisasi spektral multi-band dapat diselidik dalam banyak dimensi dengan mudah dan komprehensif.*

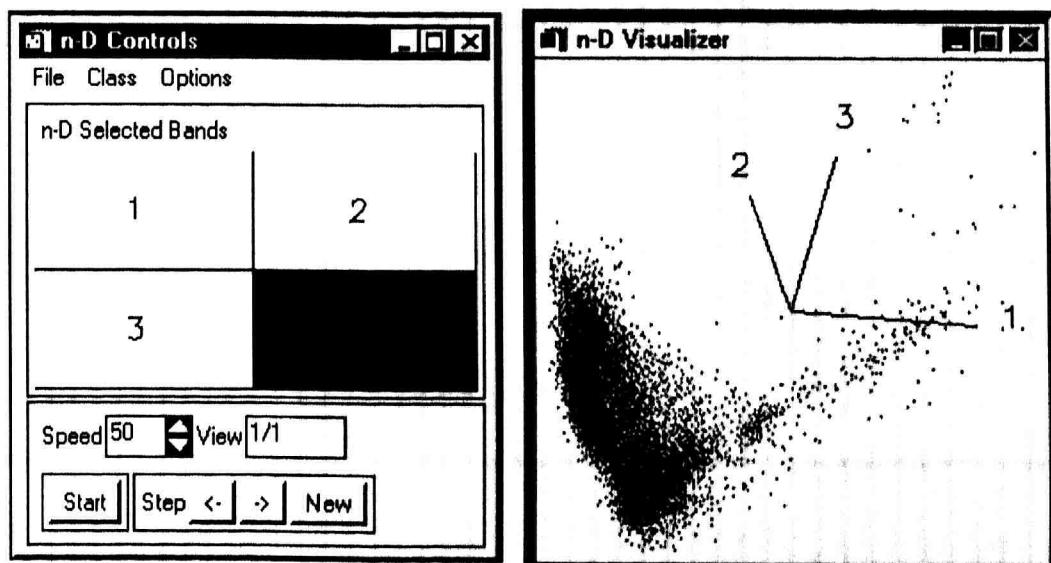
Pada menu utama, pilih "*Spectral Tools*" - "*n-Dimensional Visualizer*" - "*Visualize with New Data*" untuk melancarkan kemudahan plot n-dimensi. Pada tetingkap "*n-D Visualizer Input File*", pilih band 1, 2 dan 3 imej MNF yang tiada elemen "noise" dengan cara klik pada butang "*spectral subset*". Untuk memfokuskan pemeriksaan spektral pada piksel terpilih dalam proses PPI saja, satu ROI bagi PPI yang menggunakan nilai ambang ("threshold D_n ") 60 juga diaktifkan. Dalam tetingkap "*File statistics Report*" (Rajah 5.41), *didapati terdapat 66,412 piksel yang dirangkumi dalam ROI piksel tulen*

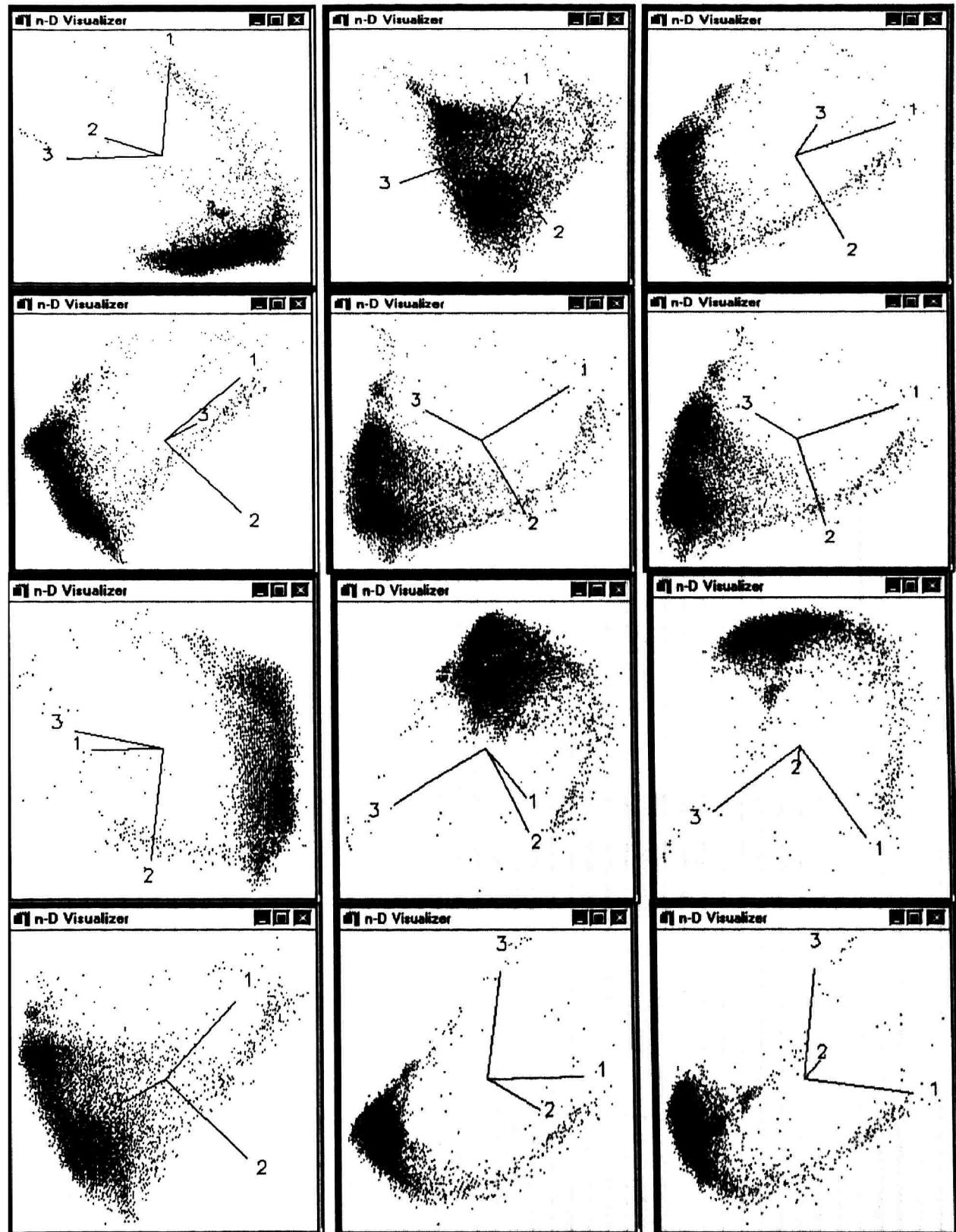
tersebut (PPI yang diambil pada nilai 60, maka 66,412 piksel ini wujud dalam julat indeks 60 - 1025). ROI bertindak sebagai satu "mask" pada kes tahap ini, ia menyempadankan ruang atas imej yang harus dikaji.

Rajah 5.41: Iimej PPI (nilai ambang = 60) serta laporan statistiknya.



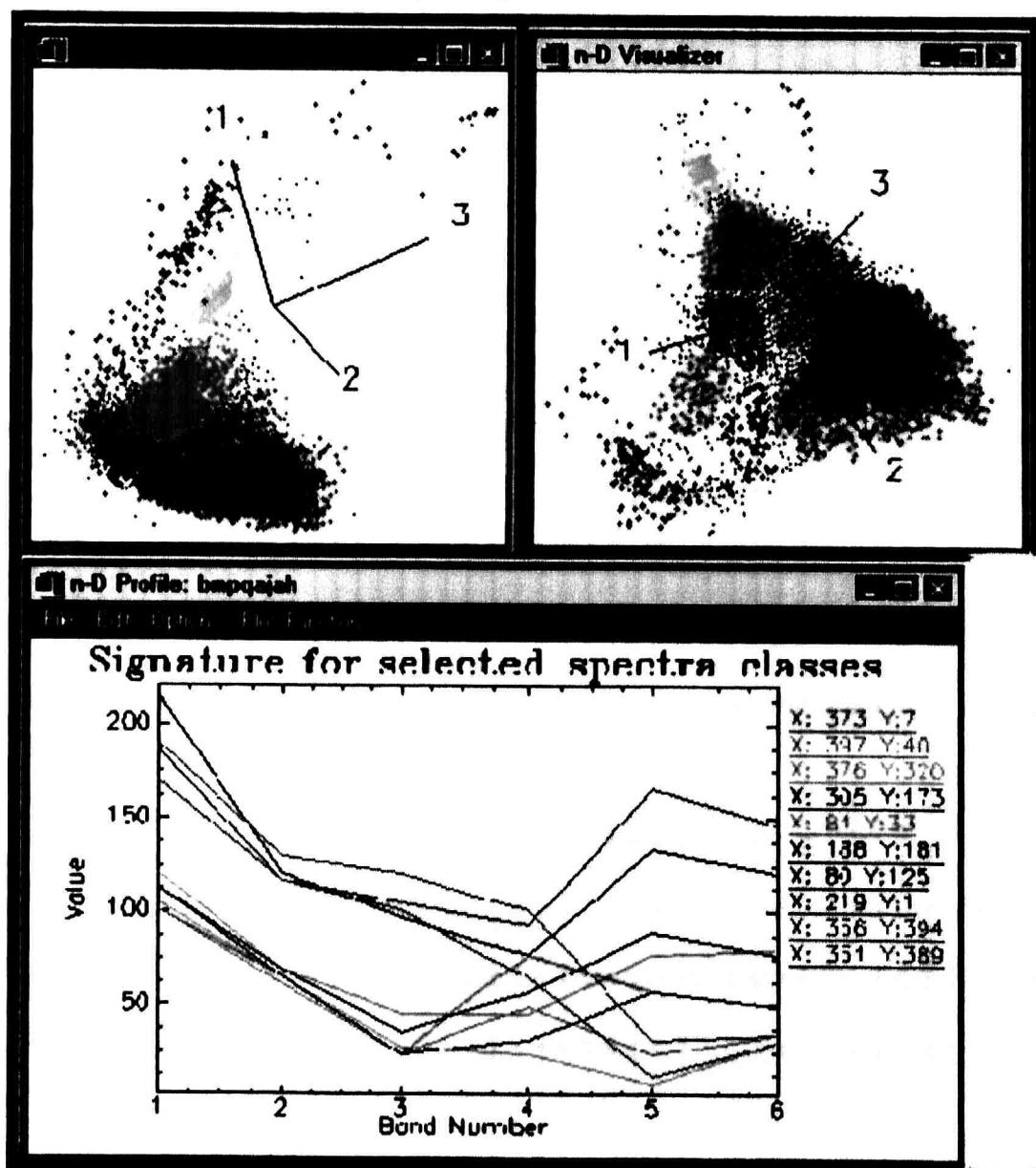
Rajah 5.42: Tetingkap kawalan plot n-dimensi dengan 13 contoh taburan bagi PPI (nilai ambang 60).





Kelompokan data dalam paparan n-Dimensi mungkin mewakili kewujudan sesuatu fitur individu. Untuk membuktikan tanggapan ini, ciri profil spektral diperiksa. Merujukkan tetingkap "n-D visualizer", kelompokan yang boleh dikesan adalah lebih kurang 10 kumpulan. Data bagi setiap kelompok ini cuba diperiksa dengan kemudahan "z profile" ENVI 3.2. Jelas dalam Rajah 5.43, setiap kelompok diwakili dengan profil spektral yang agak unik. Garis profil (Rajah 5.43 atas) diwarnakan menurut warna kelompok dalam plot 3D (Rajah 5.43 bawah) yang diwakilinya..

Rajah 5.43: Kelompok pada 2 sudut pandangan 3D (atas) serta Profilnya merentasi band (bawah).



5.5.2 Percubaan beberapa Senario nilai ambang PPI.

Selain daripada nilai 60, ROI (Mask) juga disediakan untuk PPI pada nilai ambang 160 dan 400. PPI dengan nilai ambang 160 bermakna, indeks PPI asal berjulat 0 - 160 kini diandaikan sebagai piksel campuran fitur (piksel gelap) manakala julat indeks 160 - 1025 dianggap sebagai piksel tulen (piksel cerah). Menurut "*File Statistics Report*", terdapat sebanyak 42,499 piksel dirangkumi dalam julat ini (Rajah 5.44). Secara spatial, piksel-piksel ini digambarkan dengan warna kelabu (Rajah 5.44). Piksel-piksel inilah yang akan diteliti dalam bahagian "n-D Visualizer".

Berbanding dengan nilai ambang 60 yang mempunyai 66,412 piksel, taburannya (nilai ambang Ppi 160) dalam plot 3-dimensi adalah lebih mudah diperiksa. Ciri ini memudahkan pengesanan kelompokan taburan. Dalam Rajah 5.44, terdapat 8 plot 3-dimensi ke atas taburan data ini.

Ditelitian dalam imej PPI tersebut (ambang = 160), *fitur seperti badan air, ladang getah biasanya dirangkumi dalam "mask" piksel tulen. Kawasan urban, terbina, bekas lombong dalam imej kebanyakan dikategorikan sebagai piksel campuran.* Keadaan ini adalah komprehensif kerana kawasan fitur-fitur berkenaan adalah kompleks dengan campuran pelbagai fitur, contohnya kawasan urban boleh dibayangkan sebagai kombinasi fitur bangunan (pelbagai material bumbung), pokok, rumput, jalan dan sebagainya. Keadaan yang kompleks ini telah mengakibatkan ketidak-tulenan pantulan dari piksel-piksel tersebut.

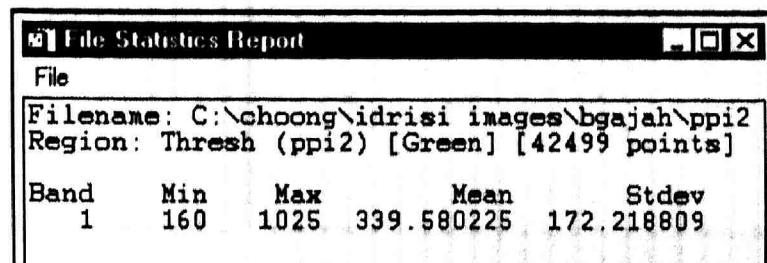
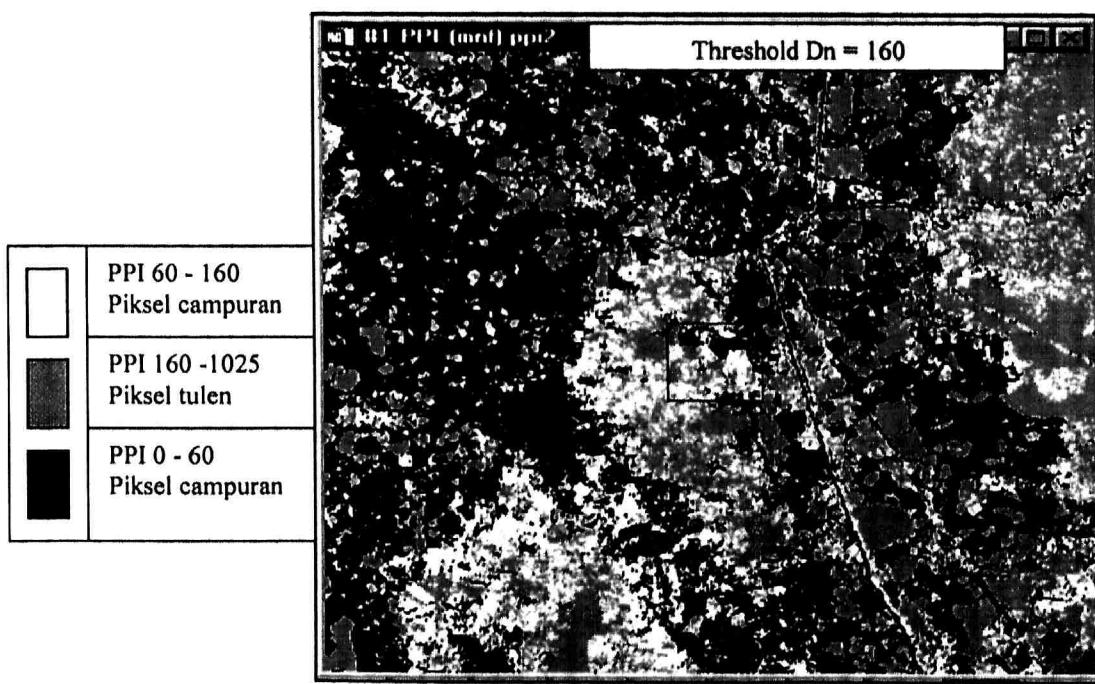
Seperti yang dijangkakan, ROI untuk PPI pada nilai ambang 400 cuma meliputi satu keluasan yang kecil atas imej kawasan kajian. Nilai ambang 400 bermakna indeks PPI asal bernilai 0- 400 dianggap piksel fitur campuran manakala indeks 400 - 1025 diandaikan sebagai piksel tulen. Merujukkan "*File Statistics Report*" (Rajah 5.45), *cuma 12,413*

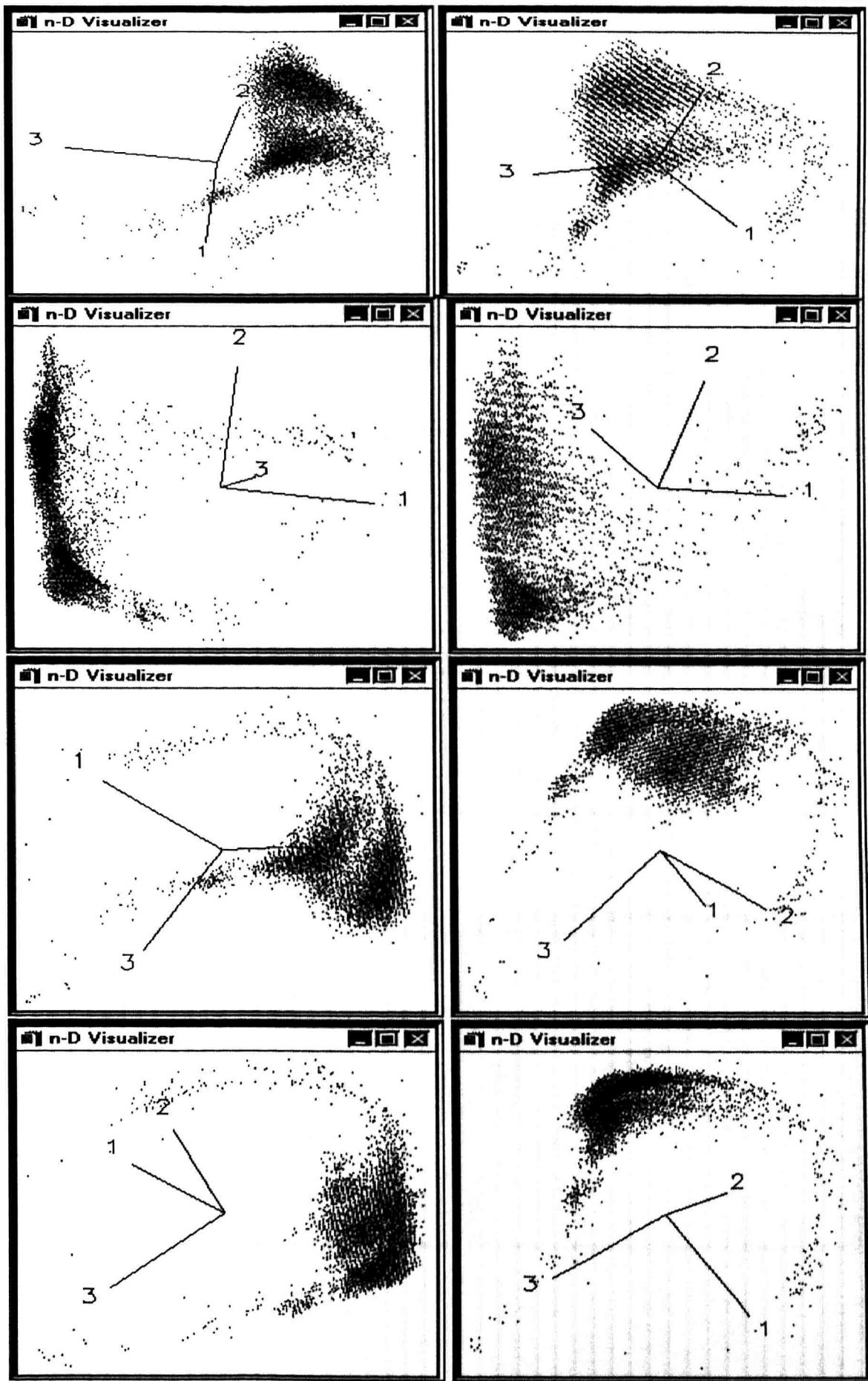
piksel dalam imej terpilih sebagai piksel tulen yang harus diperiksa lebih lanjut. Dalam paparan imej, kawasan piksel terpilih ini sekali lagi diwarnakan kelabu (Rajah 5.45).

Selepas penelitian ke atas 8 graf 3-dimensi ini (Rajah 5.45 bawah), dapat diputuskan bahawa ciri kelompokan data adalah jelas. Dalam kes ini, dapat diperhatikan hanya fitur seperti badan air dikategorikan sebagai piksel-piksel tulen. Badan air biasanya cuma mengandungi elemen air sahaja dan bukan campuran fitur lain (kecuali sekiranya mempunyai tumbuhan yang terapong di sekitar tasik).

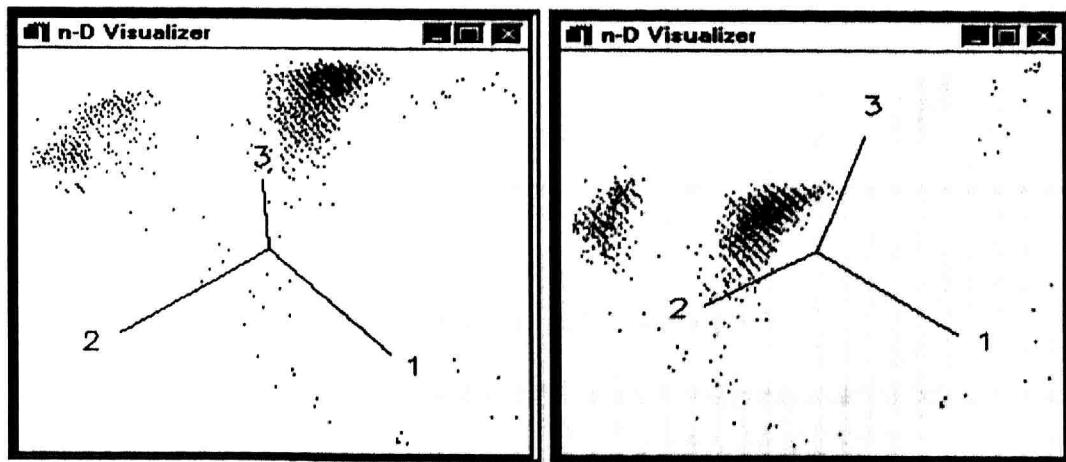
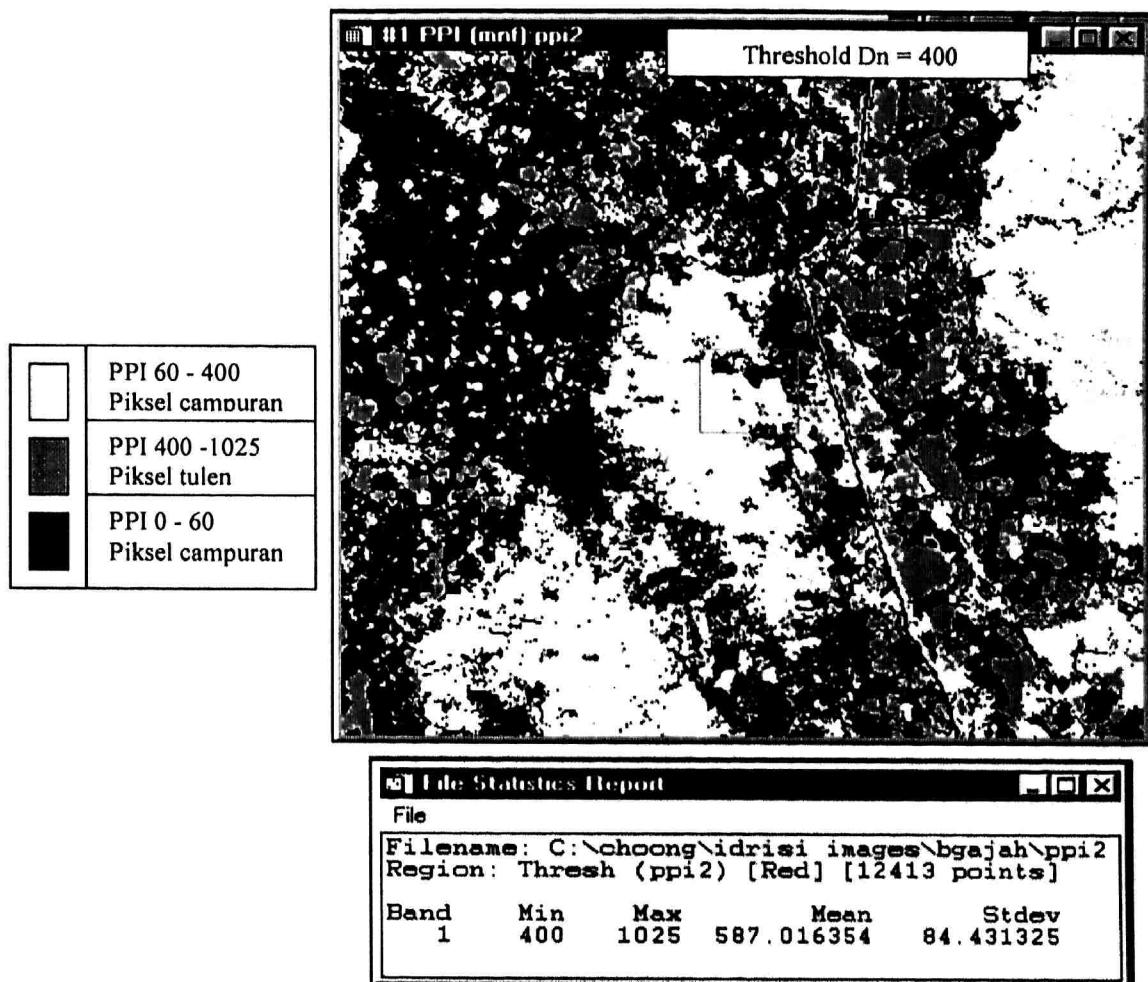
Ada persoalan bahawa piksel badan air akan mengalami pengaruh pantulan dari material dasar badan air, dan seterusnya menjadikan piksel badan air tidak tulin ciri spektralnya. Namun, dalam kes Landsat, ketersampaian pencerapan hanya terhad pada satu kedalaman air yang cetek, oleh yang demikian, pengaruh dasar badan air ke atas pantulan sesuatu piksel badan air adalah tidak ketara.

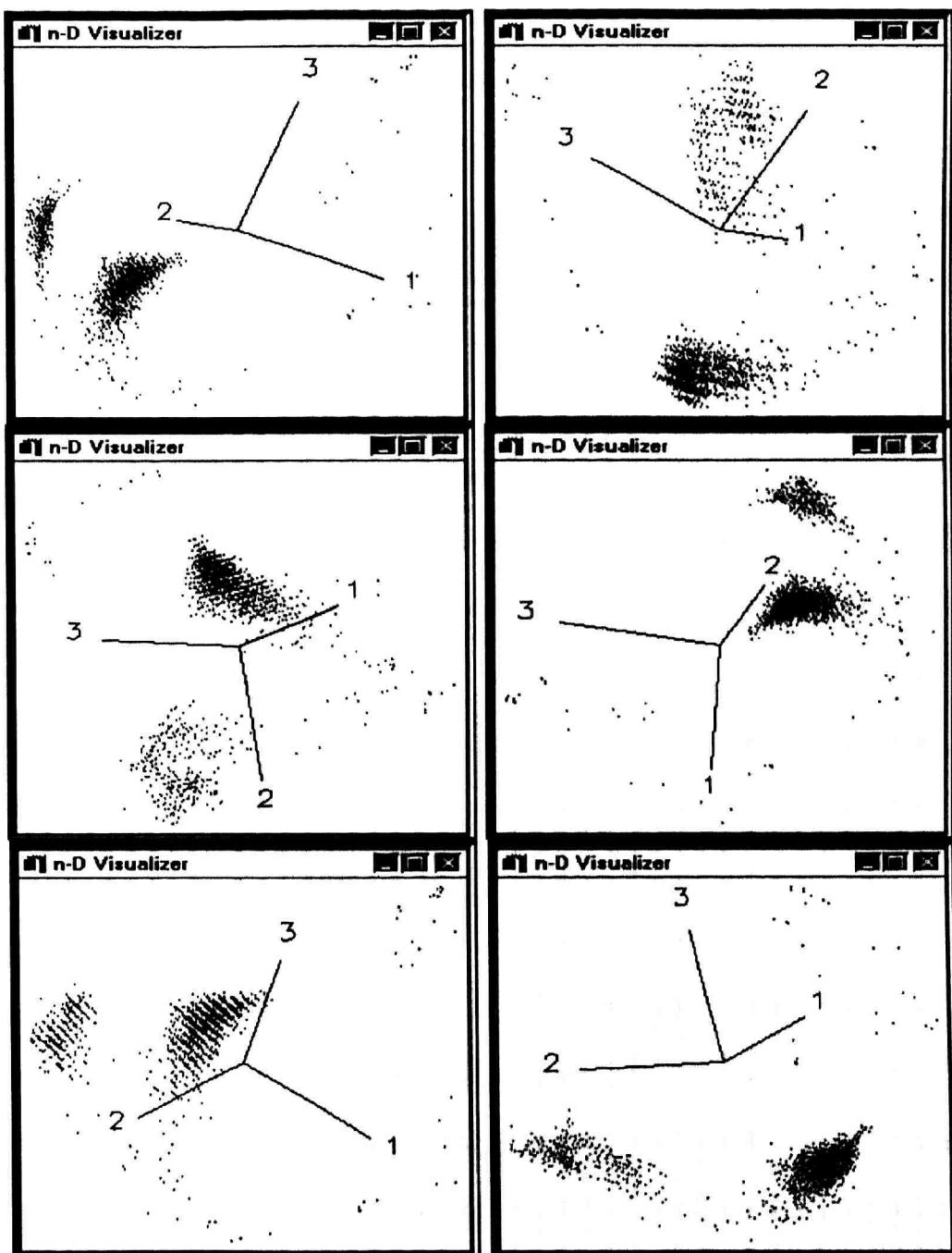
Rajah 5.44: Imej PPI (nilai ambarang 160). statistiknya serta 8 taburan datanya dalam 3D





Rajah 5.45: Imej PPI (nilai ambang 400), statistiknya serta 8 taburan datanya dalam 3D





5.5.3 Kesimpulan pemeriksaan Senario nilai ambang PPI.

Imej PPI dalam Rajah 5.43, 5.44 dan 5.45 telah menggambarkan perbezaan spatial (imej) dan spektral (taburan n-dimensi) antara senario nilai ambang yang digunakan dalam pemilihan piksel tulen. Nilai ambang yang tinggi (400) mengakibatkan data yang sedikit

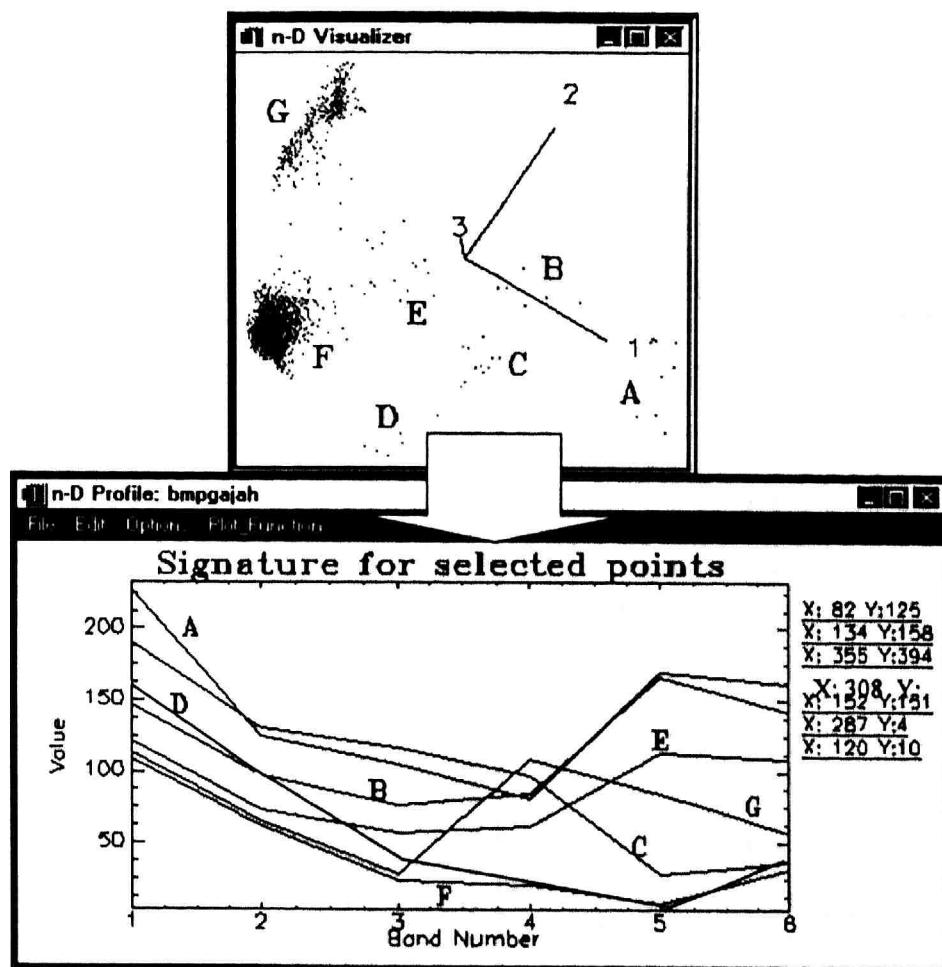
dipilih (indeks 400 - 1025 sahaja) manakala nilai ambang rendah (60) melibatkan bilangan piksel (indeks 60 - 1025) yang lebih terpilih untuk pemeriksaan seterusnya.

Walaupun PPI dengan nilai ambang 400 hanya merangkumi data terhad, ia mempunyai kelebihan tertentu. Dalam contoh Rajah 5.46, ciri kelompokan dikesan dan dilabelkan sebagai A - G. Setelah pemeriksaan data rujukan, didapati piksel terpilih dalam kes ini didominasi oleh badan air. Ini bererti bahawa dalam badan air sendiri, masih boleh dikenal-pasti kelas-kelas berbeza berdasarkan perbezaan spektral dalam ruang n-dimensi. Rajah yang sama (rajah bawah) juga menggambarkan perbezaan profil setiap kelompokan ini merentasi band. ***Elemen yang terfikir untuk menjelaskan perbezaan ciri badan air ini adalah seperti perbezaan kedalaman air, kejernihan, keseimbangan kimia, ketenangan permukaan air dan sebagainya.***

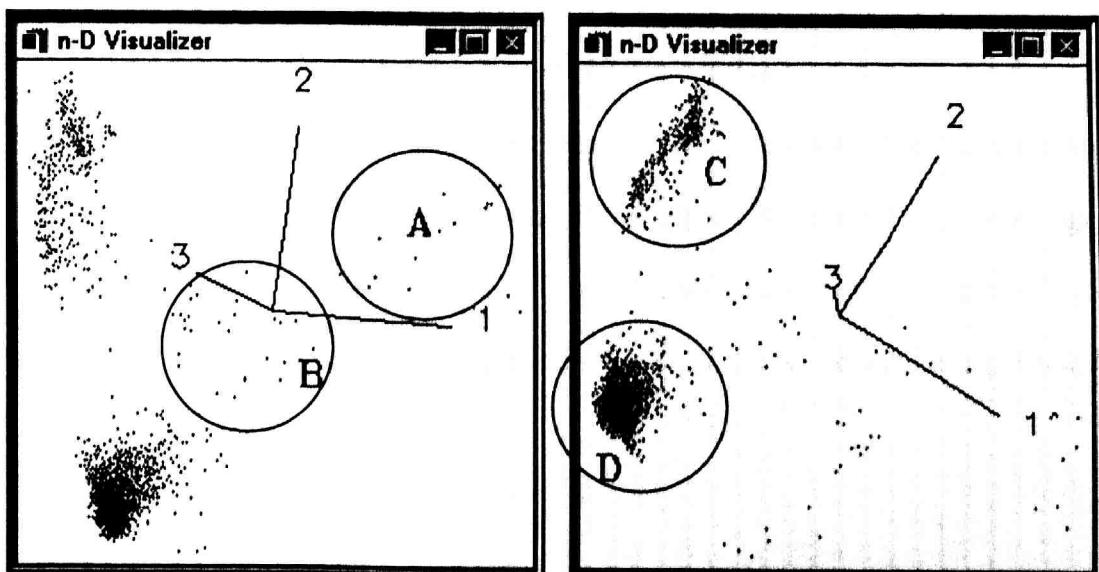
Rajah 5.46 mungkin dipertikaikan ketepatan profil spektralnya kerana setiap keluk spektral hanya dicerap dari satu sampel piksel sahaja (x,y setiap sampel disenaraikan di sebelah kanan).

Sebagai satu langkah pembuktian, Rajah 5.47 menunjukkan 4 kelompokan terpilih (A - D) dari parameter yang sama. Sampel-sampel piksel dalam setiap kelompok ini diperiksa profil spektralnya merentasi band dalam Rajah 5.48. Didapati walaupun corak keluk profil bagi 4 kelompok ini adalah sama secara umum, iaitu "bentuk v: tinggi - turun - naik semula". Namun, terdapat perbezaan antara kelompok A - D. Contohnya, keluk profil bagi kelompok "A" capai tahap minimum pada band 4, "B" pada band 3 dan 4, "C" pada band 5, manakala "D" pada band 3 (sila rujuk Rajah). Pengkelasan akan dilakukan dengan adanya keputusan awal tentang apakah fitur yang diwakili oleh setiap kelompok dalam "n-D Visualizer", ***pengetahuan ini dujadikan "training area" untuk kaedah pengkelasan konvensional selepas ini.***

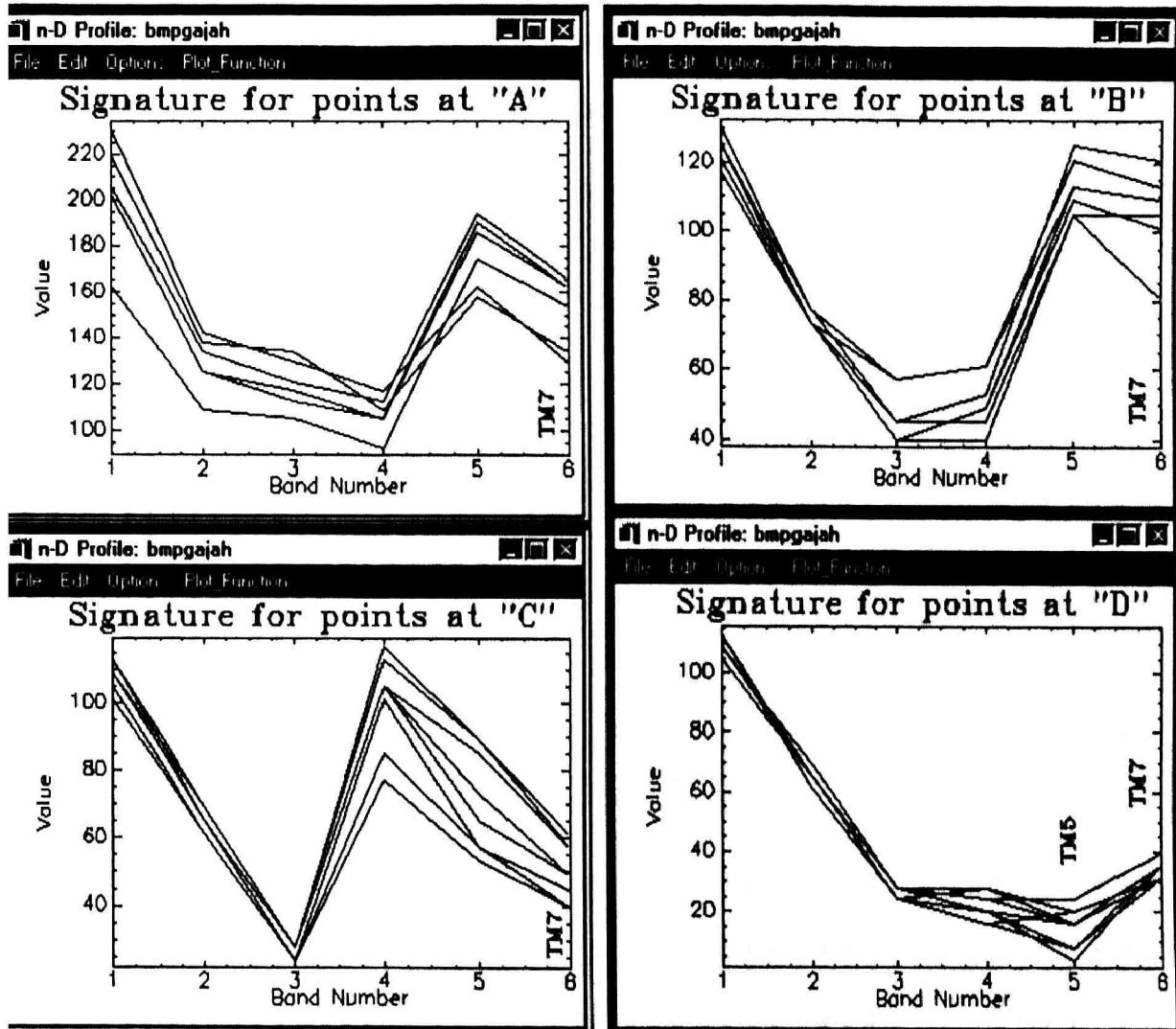
Rajah 5.46: Kelompokan data dalam ruang plot 3D (atas) serta Profil spektralnya merentasi band (bawah).



Rajah 5.47: Kekelompokan data dalam plot 3D.



Rajah 5.48: 4 Profile spektral untuk sampel data dalam kelompok terpilih (Rajah 5.47).



5.6 Penilaian ketepatan pengkelas "Pseudo Hyperspectral".

Penyediaan "training area" fitur-fitur utama dijalankan berdasarkan pemeriksaan ke atas kekelompokan data dalam plot n-dimensi (PPI dengan nilai ambang 160). Imej bgajah (Batu gajah) digunakan dalam kajian ini. "Training area" atau "region of interest" (ROI) telah disediakan untuk litupan bumi seperti: air, getah, kawasan terbina atau penempatan (ptempat), pasir dan tumbuhan (tumb).

Hasil pengelasan telah dinilaikan dengan bahan rujukan dan hasil pemerhatian lapangan. Keputusannya diringkaskan ke dalam Rajah 5.49.

Rajah 5.49 Matriks penilaian ketepatan teknik gabungan "pseudo hyperspectral" dan "maxlike".

		0 unclassified	1 air	2 ptempat	3 pasir	4 getah	5 tumb	Jumlah	Error1	Error1 %
1	Air		20					20	0	0.0
2	ptempat	1		8	1			10	2	20
3	pasir			4	16			20	4	20
4	getah	1				17	3	20	4	15
5	tumb	2				1	7	10	3	30
	Jumlah	4	20	12	17	18	10	80		
	Error2	4	0	4	1	1	3		13	
	Error2 %	100	0.0	33.3	5.88	5.56	30			16.25

Merujuk pada Rajah 5.49, Pengelasan "Pseudo Hyperspectral" mencapai ketepatan keseluruhan yang memuaskan. Ia mencatatkan nilai kesilapan pengelasan serendah 16.25% berbanding dengan cara "maxlike" klasik atau konvensional yang direkodkan dalam Bahagian 4.4 (kesilapan keseluruhan = 23.8%). Ini bermakna dengan kaedah "Hyperspectral", ketepatan pengelasan mampu diteguhkan di mana kesilapannya diturunkan sebanyak 7.55% (23.8-16.25).

5.7 Kesimpulan tentang Pengelasan "Pseudo Hyperspectral".

Dua tahap penyingkiran data dari segi spektral (MNF) dan juga spatial (PPI) adalah berkesan dalam menyalurkan fokus kajian terhadap set data yang berkenaan sahaja. Perisian ENVI menawarkan satu persekitaran pemeriksaan data spektral dan data spatial yang baik. Peneguhan nilai diperhatikan dalam aspek ketepatan hasil pengelasan.

Namun, kaedah ini masih tidak menepati keseluruhan objektif kajian. Salah satu objektif kajian yang ingin dicapai adalah penyediaan satu panduan pengkelasan yang objektif, sistematik dan komprehensif. Kaedah "Hyperspectral" melibatkan banyak elemen subjektif di mana pengguna harus membuat keputusan tertentu ke atas parameter pemprosesan (band MNF yang harus digunakan, nilai ambang PPI yang sukar dipiawaikan serta pemilihan kelompokan spektral dan penyediaan "training area"). Yang pasti, semua elemen ini akan mengakibatkan masalah individu berbeza menjalankan pemprosesan ke atas data sama, tetapi menghasilkan pelbagai keputusan yang tidak seragam.

5.8 Kesimpulan setelah pemeriksaan pelbagai kaedah pengkelasan.

Kajian ke atas kaedah pengkelasan konvensional ("Piped", "Mindist" dan "Maxlike") menyimpulkan bahawa masalah terbesar yang dihadapi adalah kaedah ini tidak begitu stabil dari segi ketepatan pengkelasan. Ia amat tertakluk kepada unsur subjektif atau budi bicara setiap individu yang menjalankan pengkelasan. Adalah mustahil untuk menyediakan satu panduan atau piawaian pemprosesan data dengan kaedah konvensional kerana setiap imej harus dilayan sebagai satu kes individu ("site-spesific" dan "time-spesific").

Integrasi GIS, permodelan GIS, data sokongan, dengan kaedah pemprosesan Remote sensing (kaedah pengkelasan konvensional) menghasilkan satu pencapaian yang memuaskan. Ia telah berjaya menghasilkan satu keputusan ketepatan yang lebih baik berbanding dengan kaedah pengkelasan konvensional. Namun, ia masih mempunyai penghadan dari segi "site-spesific" dan "time-spesific".

Kaedah alternatif yang lain turut dikaji dan salah satu idea pengkelasan terbaru yang dikaji dengan dekat adalah pengkelasan "Hyperspectral". Pengkelasan "Hyperspectral" didapati berupaya menjalankan pengkelasan dengan baik. Namun, ia

masih menghadapi masalah "site-spesific" dan "time-spesific". *Tetapi satu idea penting yang dipelajari dalam kaedah "hyperspectral" adalah "kaedah penyingkiran data".*

Dalam teori "expert system", penyingkiran dilakukan untuk menyelesaikan sesuatu masalah, penyingkiran dilakukan ke atas kemungkinan-kemungkinan yang kurang buktinya. Pemeriksaan kriteria dari peringkat makro ke peringkat mikro membolehkan sesuatu masalah disempitkan kepada sebilangan kemungkinan penyelesaian yang seterusnya diakhiri dengan pencapaian satu penyelesaian bagi masalah tersebut.

Kaedah pengkelasan yang diperiksa dalam kajian ini lazimnya mengamalkan sesuatu algoritm untuk memutuskan kelas guna tanah sesuatu piksel. Sesuatu piksel terus dikelaskan sebagai getah, kelapa sawit, air, dan sebagainya berdasarkan kriteria yang digunakan dalam sesuatu kaedah pengkelasan. Satu idea yang terbangkit ketika ini ialah: bukankah lebih sistematik dan berkesan sekiranya pengkelasan dilakukan berperingkat-peringkat, dari guna tanah umum kepada kelas-kelas individu berskala mikro? Contohnya, pada peringkat umum, imej dikelaskan kepada dua kategori tumbuhan dan bukan tumbuhan. Pengkelasan fitur tumbuhan seperti hutan, getah, kelapa sawit, padang rumput hanya difokuskan pada spatial yang dikategorikan sebagai "kelas tumbuhan" pada tahap pengkelasan umum. Sebaliknya pengkelasan fitur air, urban, tanah dedah pula ditumpukan pada spatial yang dikategorikan sebagai "bukan tumbuhan". Dengan pemprosesan begini, dapat dibanters terjadinya kesilapan seperti fitur padang rumput dikelaskan sebagai kelas urban dan sebagainya.

Salah satu cara untuk memulakan pengkelasan dari definisi makro adalah dengan kaedah "layer manipulation". Ratio antara band dipercayai mampu membezakan kelas makro tumbuhan dengan kelas bukan tumbuhan dengan baik. Aspek ini ditelitian dalam bahagian seterusnya.