

# KAPABILITAS CITRA HIPERSPEKTRAL

Wiweka

Peneliti Bidang Pengembangan Pemanfaatan dan Teknologi Inderaja, LAPAN

## RINGKASAN

Perkembangan teknologi spektroskopi penginderaan jauh telah mencapai 3 (tiga) tingkatan yaitu multispektral, hiperspektral, dan ultraspektral. Kapabilitas setiap tingkatan tergantung pada *spectral range*, *spectral bandwidth*, *spectral sampling*, dan *signal-to-noise ratio (S/N)*.

Migrasi citra multispektral ke hiperspektral sebagai langkah strategis, dalam mengemban kebutuhan informasi spasial bagi keperluan identifikasi sumber daya alam dan kelautan Indonesia. Kedalaman informasi spasial dapat dimanfaatkan untuk pemantauan kelas obyek, bagi kepentingan pertahanan keamanan dan ekonomi.

## 1 PENDAHULUAN

Spektroskopi (<http://wikipedia.com.id>) adalah ilmu yang mempelajari materi dan atributnya berdasarkan cahaya, suara atau partikel yang dipancarkan, diserap atau dipantulkan oleh materi tersebut. Spektroskopi juga dapat didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari interaksi antara cahaya dan materi. Dalam catatan sejarah, spektroskopi mengacu kepada cabang ilmu dimana "cahaya tampak" digunakan dalam teori-teori struktur materi serta analisa kualitatif dan kuantitatif. Dalam masa modern, definisi spektroskopi berkembang seiring teknik-teknik baru yang dikembangkan untuk memanfaatkan tidak hanya cahaya tampak, tetapi juga bentuk lain dari radiasi elektromagnetik dan non-elektromagnetik seperti gelombang mikro, gelombang radio, elektron, foton, gelombang suara, sinar X dan lain sebagainya. Spektroskopi umumnya digunakan dalam kimia fisik dan kimia analisis untuk mengidentifikasi suatu substansi melalui spektrum yang dipancarkan atau yang diserap. Alat untuk merekam spektrum disebut spektrometer. Spektroskopi juga digunakan secara intensif dalam astronomi dan penginderaan jauh. Kebanyakan teleskop-teleskop besar mempunyai spektrograf yang digunakan untuk mengukur komposisi kimia dan atribut fisik lainnya dari suatu objek astronomi atau untuk mengukur kecepatan objek astronomi berdasarkan pergeseran Doppler garis-garis spektral. Jenis

spektroskopi tergantung dari kuantitas fisik yang diukur. Kuantitas yang diukur adalah jumlah atau intensitas dari sesuatu.

Jenis-jenis spektroskopi yaitu

- Spektroskopi elektromagnetik mengukur intensitas radiasi elektromagnetik yang dipancarkan dan jumlah yang diserap dipelajari di spektroskopi elektromagnetik,
- Spektroskopi akustik dan spektroskopi mekanika dinamik adalah mengukur amplitudo getaran-getaran makroskopik dipelajari di Spektroskopi akustik dan spektroskopi mekanika dinamik,
- Spektroskopi energi elektron dan spektroskopi elektron Auger mengukur energi kinetik dari partikel,
- Spektroskopi massa mengukur rasio massa molekul dan atom.

Relasional spektroskopi (A. Plaza, et. all, 2006) dikaitkan dengan kemampuan tingkatan informasi spektral penginderaan jauh yang dihasilkan sebagai berikut :

- Analisa spektral campuran (*spectral mixture analysis*) : menentukan melimpahnya bahan (misal: *precision agriculture*),
- Karakteristik (*Characterisation*) : menentukan variabilitas materi bahan yang diidentifikasi (misal: bulir pasir basah/kering, efek ukuran partikel tanah),
- Identifikasi (*Identification*) : menentukan ciri unik pengkategorian generik (misal: penutup lahan atau pemetaan mineral),

- Diskriminan (*Discrimination*) : menentukan kategori yang lebih dalam dari kategori umum,
- Klasifikasi (*Classification*): memisahkan bahan menjadi kelompok spektral yang sejenis (misal: klasifikasi data perkotaan),
- Deteksi (*Detection*) : menentukan kehadiran bahan, objek, aktivitas atau kejadian.

Keenam tingkatan informasi di atas dapat dihasilkan dari jenis citra multispektral, hiperspektral dan ultraspektral, kini sudah waktunya melakukan migrasi dari multispektral ke hiperspektral. Pertimbangannya adalah keperluan masyarakat atas kedalaman informasi spasial mengenai sumber alam daratan dan lautan, yang dikaitkan dengan pertahanan keamanan, pemantauan, dan pertumbuhan ekonomi.

Liputan lahan pada dasarnya merujuk pada kondisi biofisik yang menutupi bumi meliputi aspek budi daya (*cultivated*) maupun pada aspek nonbudi daya (*noncultivated*). Dapat disebutkan bahwa liputan lahan menitikberatkan pada tutupan (*cover*) lahan itu sendiri. Dalam banyak referensi, liputan lahan sangat berasosiasi dengan istilah penggunaan lahan, walaupun secara esensi keduanya berbeda, namun pada prakteknya dalam beberapa kondisi keduanya dapat merupakan hal yang sama. Istilah penggunaan lahan (*land use*) sendiri merujuk pada suatu areal yang merupakan hasil olahan manusia baik yang bersifat relatif permanen maupun yang bersifat siklus untuk pemenuhan kebutuhan manusia.

Kondisi liputan lahan di Indonesia memiliki tingkat heterogenitas yang cukup tinggi, khususnya pada daerah-daerah urban dan suburban yang secara intensif diusahakan manusia. Heterogenitas liputan lahan yang tinggi pada suatu areal tertentu dengan tingkat pola campuran penggunaan lahan sangatlah bervariasi. Heterogenitas liputan lahan menimbulkan beberapa masalah dalam penentuan klasifikasi liputan lahan (Wiweka, 2006). Heterogenitas tersebut juga menyebabkan kabur (*fuzzy*) dalam pemisahan kelas-kelas

liputan lahannya. Selain itu dalam kaitannya dengan siklus pemanfaatan, sistem tumpang-sari dan proporsi penggunaan lahan dalam suatu kelas tertentu menyebabkan samar (*vague*) untuk penentuan suatu kelas liputan lahan. Siklus penggunaan yang bersifat musiman atau yang bersifat semusim perubahannya dua kali juga merupakan masalah. Sebagai contoh pada musim hujan, areal sawah bisa ditanami padi sawah, namun pada saat kering bisa berubah menjadi palawija atau bahkan tebu. Karena banyak hal yang bersifat temporer maupun kompleksitas lainnya maka pendugaan liputan lahan harus mempertimbangkan berbagai aspek .

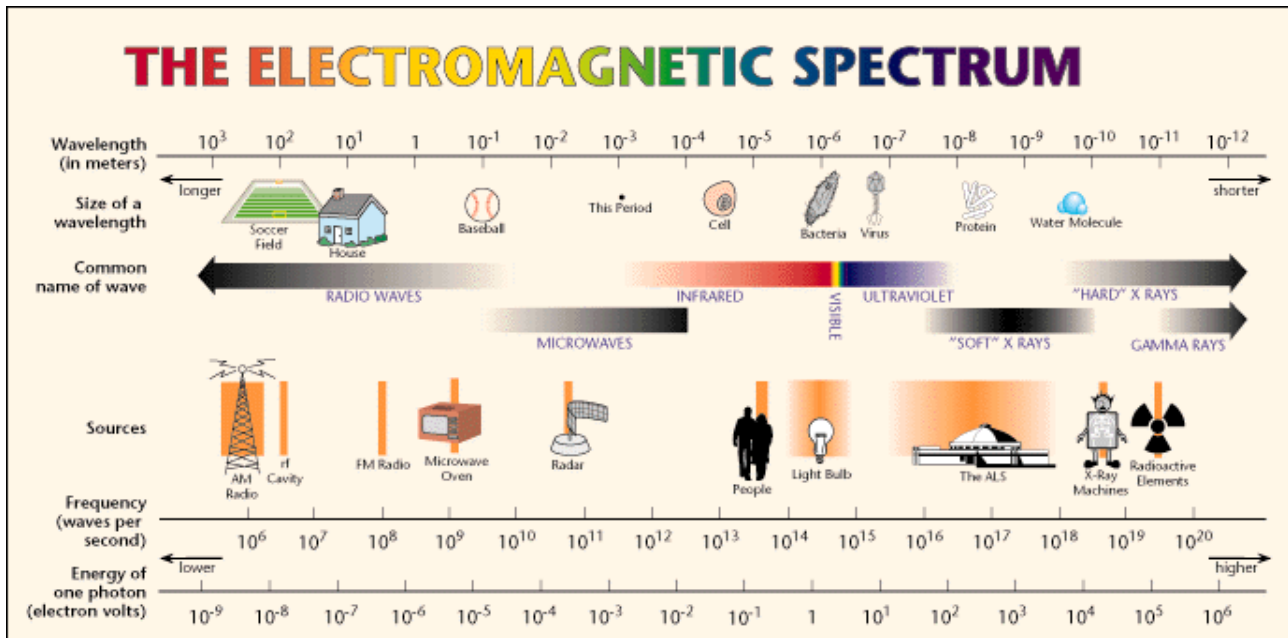
Di samping hal yang berkaitan dengan permasalahan klasifikasi liputan lahan itu sendiri, maka teknologi untuk inventarisasi data seperti hiperspektral mempunyai arti penting atas pertimbangan efisiensi dan tingkat akurasi.

Alinea di atas, memberikan inspirasi bahwa citra hiperspektral dapat menghasilkan peta tematik dengan sejumlah skala dan muatan informasi yang berbeda, ada proses agregasi data dalam perubahan skala besar ke skala kecil

## 2 CITRA HIPERSPEKTRAL

Menurut (Erick JB, 2002), pengertian hiperspektral adalah banyaknya jumlah band panjang gelombang yang terukur antara 100 - 500, dengan perbedaan panjang gelombang  $5\text{nm} < \Delta\lambda < 10\text{nm}$ . Hiperspektral dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan mencirikan materi yang unik serta memiliki potensi ekstraksi informasi lebih akurat dan detail dibanding dengan jenis multispektral. Dalam sub bab ini, akan dikaji ulang sejumlah konsep spektral yang terbaru dan teknik pengolahan yang digunakan berkaitan dengan hiperspektral dan multispektral.

Keuntungan yang diperoleh citra hiperspektral, harus didasari dengan sejumlah konsep spektral yang digunakan di penginderaan jauh. Terminologi spektral berkaitan dengan panjang gelombang, dan energi, serta satuan panjang gelombang adalah micron. Seperti yang terlihat pada Gambar 2-1.

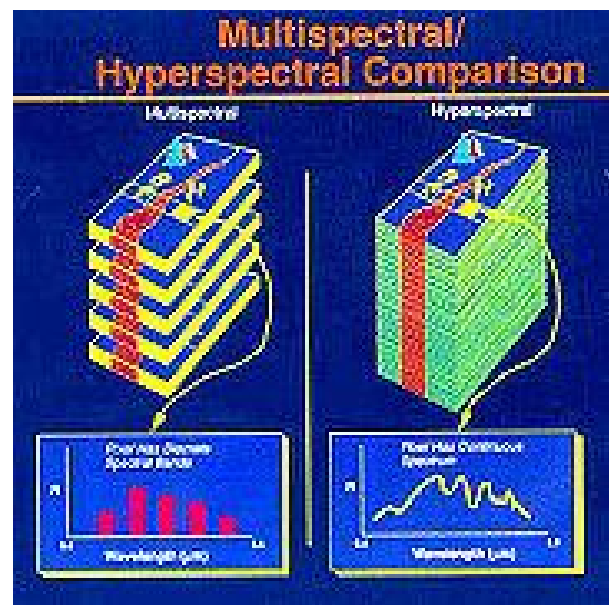


Gambar 2-1: Spektrum gelombang elektromagnetik

Gelombang tampak terletak di 400 nm-700 nm sedang gelombang radio memiliki panjang gelombang lebih dari gelombang tampak. Setiap materi memiliki identitas yang unik akibat pola reflektasi dan absorpsi dari gelombang elektromagnetik yang menyimpannya. Bila delta nilai pantulan panjang gelombangnya sempit dan kecil sekali, maka akan terjadi kontinuitas pada piksel yang merekam pantulan objek, itu terjadi di hiperspektral, Gambar 2-2.

Citra hiperspektral seperti yang terlihat pada Tabel 2-1, kesemuanya mengukur radiasi pantulan dalam satu seri panjang gelombang yang sempit dan kontinu, dibanding dengan multispektral. Dikatakan kontinu dan disebut data hiperspektral bila perbedaan panjang gelombangnya kurang dari 5 nm, aplikasi materi yang sejenis secara spektral dapat dibedakan dan informasi berskala sub piksel dapat diekstraksi, hal ini perlu dikembangkan teknik pengolahan citra yang baru.

Sensor hiperspektral telah dikembangkan oleh sejumlah negara, dengan karakteristik jumlah spektral dan selang spektral yang berbeda, Tabel 2-1.



Gambar 2-2: Konsep hiperspektral

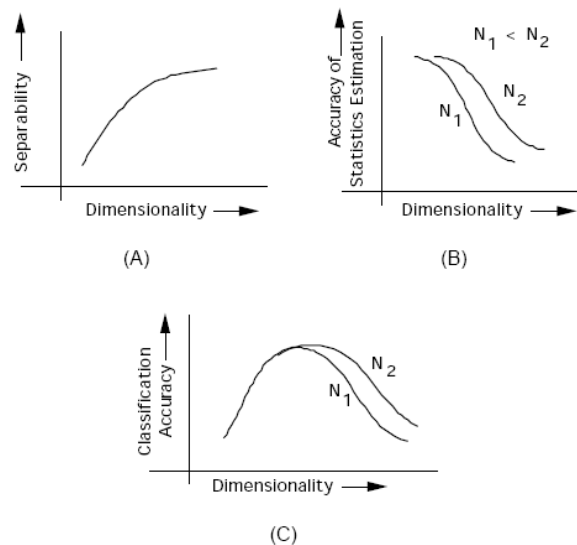
Tabel 2-1: JENIS CITRA HIPERSPEKTRAL

Sensor Satelit	Pabrik	Jumlah Band	Selang Spektral
FTHSI on MightySat II	Air Force Research Lab	256	0.35 - 1.05 $\mu\text{m}$
Hyperion on EO-1	NASA Goddard Space Flight Center	220	0.4 - 2.5 $\mu\text{m}$
Sensor Pesawat	Pabrik	Jumlah Band	Selang Spektral
AVIRIS (Airborne Visible Infrared Imaging Spectrometer)	NASA Jet Propulsion Lab	224	0.4 - 2.5 $\mu\text{m}$
HYDICE (Hyperspectral Digital Imagery)	Naval Research Lab	210	0.4 - 2.5 $\mu\text{m}$
PROBE-1 Earth Search Sciences Inc.		128	0.4 - 2.5 $\mu\text{m}$
CASI (Compact Airborne Spectrographic Imager)	ITRES Research Limited	up - 228	0.4 - 1.0 $\mu\text{m}$
HyMap	Integrated Spectronics	100 - 200	Visible - thermal infrared
EPS-H (Environmental Protection System)	GER Corporation	VIS/NIR (76),S WIR1 (32), SWIR2 (32),T IR (12)	VIS/NIR (.43 - 1.05 $\mu\text{m}$ ), SWIR1 (1.5 - 1.8 $\mu\text{m}$ ), SWIR2 (2.0 - 2.5 $\mu\text{m}$ ), TIR (8 - 12.5 $\mu\text{m}$ )
DAIS 7915 (Digital Airborne Imaging Spectrometer)	GER Corporation	VIS/NIR (32),S WIR1 (8), SWIR2 (32),MI R (1), TIR (6)	VIS/NIR (0.43 - 1.05 $\mu\text{m}$ ) SWIR1 (1.5 - 1.8 $\mu\text{m}$ ) SWIR2 (2.0 - 2.5 $\mu\text{m}$ ), MIR (3.0 - 5.0 $\mu\text{m}$ ), TIR (8.7 - 12.3 $\mu\text{m}$ )
AISA (Airborne Imaging Spectrometer)	Spectral Imaging	up - 288	0.43 - 1.0 $\mu\text{m}$
EnMAP	GFZ Postdam Kesysyer Threde	up-200	VNIR: 420 – 1030 nm (92 bands) SWIR: 950 2450 nm (108 bands)

### 3 FENOMENA HUGES

Seperti yang terlihat pada Tabel 2-1, melimpahnya jumlah band melebihi dari cukup

(*dimension*), mengakibatkan adanya persoalan pengkelasan dan pelabelan obyek, Gambar 3-1.



Gambar 3-1: Fenomena Hughes

Fenomena *reduce-dimension* ini disebut fenomena Hughes, fenomena ini dapat dijelaskan sebagai berikut : dengan jumlah sampel yang sama, maka pemisahan kelas terhadap  $n$  band selalu meningkat, pada titik tertentu terjadi kejenuhan dan bahkan menurun probabilitas hasil klasifikasinya, maka ini terjadi efek *counter balancing*. Dalam menerapkan proses pengelompokan dan pelabelan objek dikehendaki adanya *exhaustive*, *separable*, dan *information value*. Agar ketiga momen itu secara simultan dapat terjadi perlu dilakukan pemilihan model klasifikasi yang memenuhi kondisi tersebut. Diharapkan dengan model seperti ini memberi keuntungan lebih yaitu proses cenderung membuat *training* sampel semakin *robust* dan berlaku untuk keseluruhan data, sehingga meningkatkan generalisasi data yang melebihi *training* sampel, mencegah fenomena Hughes (menggeser puncak akurat vs jumlah *training*, juga meningkatkan akurasi dengan jumlah *training* sampel yang terbatas), proses diharapkan juga menaksir probabilitas kelas objek lain, yang tidak dapat dilakukan oleh *training* sampel, sehingga citra tematik yang dihasilkan bukan sebagai hasil akhir.

#### 4 APLIKASI DAN KAPABILITAS CITRA HIPERSPEKTRAL

Berdasar sejumlah referensi, berikut ini disampaikan sejumlah aplikasi citra hiperspektral:

- Melengkapi peta lahan basah untuk memantau lokasi yang menarik,
- Meningkatkan pemetaan spesies vegetasi,
- Mengidentifikasi dan memantau rumput yang berbahaya,
- Meningkatkan pemantauan kuantifikasi biomassa dan evolusi,
- Pemetaan penetrasi jalur dan tingkat kehancuran untuk lebih baik meredakan serangan spesies yang beracun,
- Pemantauan wilayah yang terkontaminasi dan rehabilitasi tambang logam,
- Mendeteksi kontaminasi hidrokarbon terhadap tanah dan air yang dihubungkan dengan aktivitas industri dan pemantauan pipa hidrokarbon,
- Mengukur pengaruh industri dan pertanggung jawaban manajemen sebagai garis dasar lingkungan,
- Memodelkan dan memantau kualitas air dari garis pantai,
- Pengkajian kualitas tanah dan pemantauan pengaruh praktek pertanian,
- Mendukung perhitungan karbon melalui inventarisasi hutan (komitmen protokol kyoto),
- Pemantauan kelautan,
- Deteksi Marijuana dan Ganja,
- Deteksi Uang palsu,
- Target Deteksi penyamaran,
- Deteksi polutan pada sistem saluran air,

- Eksplorasi geologi,
- Pemantauan Lingkungan,
- *Precision Farming*,
- Geobotany,
- Pemanfaatan untuk membangun sistem pengawasan, jalur, pertanian, pertahanan tanah air, pemantauan lingkungan, pengintaian militer dan perencanaan kota,
- Untuk mendeteksi status nutrisi dan air dari gandum pada sistem irigasi,
- Deteksi aneka anggur dan dikembangkan sebagai sistem peringatan untuk penjangkitan penyakit,
- Dapat digunakan untuk mendeteksi komposisi kimia dari tumbuhan, gedung, pabrik,
- Dapat digunakan untuk mengidentifikasi ragam mineral dan sangat ideal untuk industri pertambangan dan perminyakan,
- Pemetaan biomedis dan pencitraan biometrik,
- Identifikasi Mineral Campuran,
- Bioteknologi : deteksi noda di *microarray*, deteksi seluler, analisa gel protein,
- Kesehatan : deteksi melamonia, deteksi kanker perut,
- Pemantauan asset : jalan yang retak, pemetaan koridor,
- Aplikasi lain : ukuran serabut, deteksi simetri, deteksi kekerasan kayu.

## 5 KESIMPULAN

Hasil pengolahan citra hiperspektral adalah citra tematik dengan level atau kategori lebih dalam dari umumnya kelas tematik yang dihasilkan dari citra multispektral dan melimpahnya informasi spasial untuk sejumlah aplikasi.

Kegiatan teknis pengolahan data citra hiperspektral memerlukan dukungan penelitian dan metodologi kalibrasi reflektansi, pemilihan ciri, identifikasi piksel murni, segmentasi dan klasifikasi.

## DAFTAR RUJUKAN

..., <http://wikipedia.com.id>.

A. Plaza, et. all, 2006. *Advanced Processing of Hyperspectral Images* *Advanced Processing of Hyperspectral Images*, IFFF International Geoscience and Remote Sensing Symposium & 27 th Canadian Symposium on Remote Sensing.

David Landgrebe, On Information Extraction Principles for Hyperspectral Data A White Paper.

Erick JB, 2002.

Wiweka, 2006. *Metodologi Penyusunan Citra Multiskala Berdasarkan Citra Hiperspektral Berdasarkan Konsep Integrated Objects dan Agregated Objects*, Disertasi Doktor, Universitas Indonesia.