

Penginderaan Jauh : Peranannya pada Eksplorasi Migas

Oleh: M. Husen

SARI

Penginderaan jauh merupakan ilmu dan seni untuk memperoleh informasi obyek penelitian dari "atas". Wahana yang dipakai terutama adalah pesawat terbang dan satelit. Sejalan dengan perkembangan teknologinya, data penginderaan jauh dapat diperoleh dalam bentuk bergana dan multispektral dengan kisaran spektrum gelombang elektromagnetik mulai dari sinar tampak, inframerah, inframerah termal, sampai dengan gelombang mikro. Kedua hal tersebut telah menyebabkan perkembangan yang pesat di dalam analisis dan interpretasinya.

Penginderaan jauh telah dipakai sebagai salah satu metode eksplorasi migas, baik sebagai alat identifikasi obyek maupun sebagai penambah informasi, sehingga diperoleh pemahaman geologi yang lebih baik. Untuk Indonesia, daerah yang pada umumnya tertutup awan dan tetumbuhan lebat, penerapan metode ini mempunyai sifat khusus dan tidak selalu sejalan dengan perkembangan penginderaan jauh secara umum.

ABSTRACT

Remote sensing is the science and art of obtaining information about an object, from kilometres to hundreds of kilometres above the earth's surface. The platforms used are mostly airbornes and satellites. The technology is evolving fast enabling us to obtain remotely sensed data in digital and multispectral forms, in the ranges of visible, infra-red, thermal infra-red and microwave within the electromagnetic spectrum.

Remote sensing technique has been widely used as one method in oil and gas exploration, either as an identification tool or as a means to obtain additional data, to help develop and confirm geological hypothesis. In Indonesia, where most of the area is covered by cloud and vegetation, the application of remote sensing has specific significance, which is not always in line with general development of remote sensing.

I. PENDAHULUAN

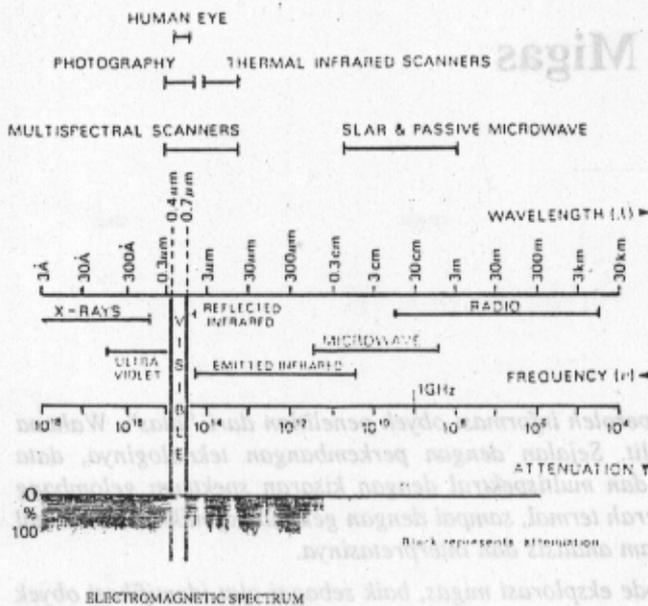
Pada tahun 1990 ini di PPPTMGB "LEMIGAS" dipasang suatu unit analisis penginderaan jauh yang merupakan bantuan dari Pemerintah Jepang. Tulisan ini merupakan tulisan pendahuluan untuk memperkenalkan penginderaan jauh, khususnya secara bergana, sebagai salah satu metode baru (paling tidak untuk Lemigas) pada eksplorasi migas.

Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi dari suatu obyek, daerah atau fenomena alam dengan cara menganalisis data yang diperoleh dengan bantuan alat penginderaan atau sensor, tanpa kontak langsung dengan obyek yang dikaji (Lillesand & Kiefer, 1979). Sensor itu

dipasang pada wahana terutama berupa pesawat terbang dan satelit, sedangkan gambaran yang terekam disebut citra. Perlu ditambahkan bahwa pada penginderaan jauh tenaga penghubung yang membawa data dari permukaan bumi ke sensor berupa tenaga elektromagnetik. Gambar 1 adalah spektrum elektromagnetik serta jenis sensornya.

Sistem penginderaan jauh yang mula-mula berkembang adalah sistem fotografi sinar tampak. Kemudian sejalan dengan perkembangan ilmu dan teknologi, tenaga elektromagnetik yang dipakai meluas ke spektrum yang tidak tampak oleh mata, yaitu spektrum infra merah, infra merah termal dan spektrum gelombang mikro.

Gambar 1
Spektrum elektromagnetik dan jenis sensor pada penginderaan jauh (Curran, 1986).



II. SISTEM PENGINDERAAN JAUH

Pada pembahasan berikut, akan diulas dengan singkat sistem penginderaan jauh yang relevan dengan aplikasi geologi, khususnya untuk Indonesia.

Lebih dari 50 tahun yang lalu para pakar geologi telah memakai foto-udara dan radar sebagai salah satu sarana penelitian. Pada 1972, Amerika Serikat meluncurkan satelit sumberdaya bumi yang pertama, yaitu ERTS-1 (*Earth Resources Technology Satellite*) yang kemudian berganti nama menjadi Landsat 1 (*Land Satellite*). Dengan satelit tersebut dapat diperoleh data penginderaan jauh secara bergana dan multispektral dalam skala global. Tersedianya data secara bergana akan memudahkan distribusi dan organisasi data bersangkutan, serta memungkinkan analisis dan manipulasi dengan bantuan komputer. Data multispektral, yaitu data daerah yang sama direkam oleh lebih dari satu kisaran spektrum elektromagnetik.

Landsat generasi pertama (Landsat 1,2, dan 3) membawa sensor *multispektral scanner* (MSS) sedangkan generasi yang kedua (Landsat 4 dan 5) membawa MSS dan *thematic mapper* (TM) mempunyai beberapa kelebihan dari MSS, di antaranya adalah

- Resolusi spasialnya 30 m (MSS 79 m), sehingga memungkinkan deteksi obyek lebih rinci;
- Pada kisaran spektrum kanal 5, batuan memberikan refleksi maksimum, yang bermanfaat untuk penafsiran umum geologi daerah penelitian;
- Kanal 6 merupakan kanal termal, yang memungkinkan deteksi obyek berdasarkan temperatur dan karakteristik termal. Perlu dicatat bahwa kanal 6 mempunyai beberapa keterbatasan yaitu resolusi spasialnya 120 m dan pengambilan data pada siang hari sehingga panas obyek terkontaminasi oleh sinar matahari;
- Kanal 7 disebut juga sebagai kanal lempung (*clay band*) karena pada kisaran spektrum ini lempung memberikan absorpsi maksimum.

Pada 1986, Perancis meluncurkan SPOT 1 (*System Pour L'Observation de la Terre*), yang karakteristiknya disajikan pada Tabel 2. Keunggulan SPOT adalah resolusi spasialnya yaitu 10 m untuk pankromatik dan 20 m untuk *high resolution visible* (HRV). Di samping itu SPOT mampu menghasilkan gambaran stereoskopi, yang memungkinkan kita menganalisis secara tiga dimensi. Keterbatasannya adalah kisaran spektrum SPOT hanya berkisar pada sinar tampak dan infra merah dekat.

Citra radar sudah banyak dikenal di Indonesia khususnya berupa SLAR (*Side Looking Airborne Radar*). Pada saat ini juga telah tersedia data yang dihasilkan dari SAR (*Synthetic Aperture Radar*), sehingga dihasilkan resolusi spasial yang tinggi. Beberapa wilayah di Indonesia juga telah direkam oleh radar dengan wahana satelit, yaitu SIR A dan B (*Shuttle Imaging Radar*). Keunggulan yang paling penting dari radar adalah kemampuannya menembus awan dan karena sudut pandang yang miring maka radar akan menghasilkan citra yang mengekspresikan topografi dengan baik. Hal terakhir ini sangat bermanfaat untuk studi geologi struktur.

III. PERANAN PENGINDERAAN JAUH PADA EKSPLORASI MIGAS

Pemanfaatan penginderaan jauh pada eksplorasi migas dapat dibagi ke dalam dua kelompok yaitu:

a. Analisis pola pada citra (*image pattern*) baik berupa pola kelurusan (*lineament*) maupun pola variasi warna atau intensitas (nilai spektral). Hal yang terakhir terutama bermanfaat untuk identifikasi rembesan migas; b. Menggabungkan data citra dengan data permukaan dan bawah permukaan, sehingga dihasilkan pemahaman geologi yang lebih baik dari daerah penelitian. Untuk keperluan ini, dipakai metode yang disebut sebagai Sistem Informasi Geografi (SIG).

Karena akumulasi dangkal lebih memungkinkan ekspresi di permukaan, maka penginderaan jauh terutama akan lebih berperan pada eksplorasi akumulasi dangkal. Untuk akumulasi dalam, penginderaan jauh digunakan sebagai studi pendahuluan, sehingga metode eksplorasi yang lain misalnya seismik dan pemetaan geologi detail akan lebih terarah. Hal terakhir ini berlaku terutama untuk daerah seperti Indonesia, karena sulitnya pencapaian lokasi dan data yang memadai masih merupakan hal yang langka.

Penginderaan jauh merupakan salah satu metode yang relatif murah, terutama pada tahap awal eksplorasi. Keunggulan penginderaan jauh antara lain adalah.

a. Penyajian data yang global, memungkinkan pengenalan perarah struktur geologi regional. Hal ini akan sulit dilakukan pada penelitian di permukaan.

b. Menyajikan gambaran dari obyek yang sama dalam berbagai kisaran panjang gelombang (multispektral), sehingga memungkinkan pengenalan rembesan mikro yang berkaitan dengan akumulasi migas di bawahnya.

Sesungguhnya pemanfaatan penginderaan jauh untuk eksplorasi migas telah dimulai pada dekade 1940-an, yaitu dengan melakukan studi geomorfologi dan pola aliran sungai. Metode ini lebih disadari kegunaannya mulai pada dekade 1970-an, setelah para pakar geologi melihat adanya korelasi kuat antara pola kelurusan dengan lokasi lapangan migas. Halbouty (1980) menunjukkan bahwa dari 15 lapangan minyak raksasa di dunia, paling tidak 13 di antaranya dapat diidentifikasi dengan data Landsat.

Tabel 1. Karakteristik Landsat MSS dan TM. MULTISPEKTRAL SCANNER

Swath Width: 185 km

Spatial Resolution: 80 km

Spectral Bands:

1. 0.50 - 0.60 micrometre (green)
2. 0.60 - 0.70 micrometre (red)
3. 0.70 - 0.80 micrometre (near-infrared)
4. 0.80 - 1.10 micrometres (near-infrared)

Radiometric resolution: 64 gray levels

THEMATIC MAPPER

Swath Width: 185 km

spectral bands: 1. 0.45 - 0.52 micrometre (blue)

2. 0.52 - 0.60 micrometre (green)

3. 0.63 - 0.69 micrometre (red)

4. 0.76 - 0.90 micrometre (near-infrared)

5. 1.55 - 1.75 micrometres (Shortwave infrared or SWIR)

6. 10.5 - 12.5 micrometres (Thermal infrared, resolution: 120 m)

7. 2.08 - 2.35 micrometres (SWIR)

Radiometric Resolution: 256 gray levels.

IV. APLIKASINYA UNTUK INDONESIA

Pada awal 1970-an Trend Energy telah melakukan studi sistematis dengan menggunakan data penginderaan jauh di Cekungan Salawati, Irian Jaya. Setelah data tersebut digabungkan dengan data permukaan dan bawah permukaan, mereka berhasil melokalisir *pinnacle reef* di cekungan tersebut (Everett, 1984). Pada studi ini penginderaan jauh memegang peranan penting karena data konvensional yang memadai sangat terbatas. Data penginderaan jauh juga telah dimanfaatkan untuk eksplorasi migas di Sumatra Utara, Kalimantan Timur dan Pulau Timor.

Dalam penerapan penginderaan jauh untuk eksplorasi migas di Indonesia, dua hal perlu dicatat, yang pertama adalah iklim tropis yang lembab menyebabkan banyak daerah di Indonesia tertutup awan sepanjang tahun. Yang kedua adalah tetumbuhan penutup yang lebat mengakibatkan banyak fenomena geologi, terutama jenis batuan tidak dapat "dilihat" dari "atas".

A. Tutupan awan

Pengamatan dengan sinar tampak hingga inframerah, telah berkembang pesat baik dalam perolehan data (*data acquisition*) maupun pengolahannya (*image processing*). Tetapi sistem ini tidak mampu menembus awan. Untuk keperluan itu alternatifnya adalah gelombangmikro, terutama radar.

Radar merupakan sistem aktif yaitu mengirim sumber energinya sendiri; kemudian sensor akan merekam energi tersebut (intensitas dan waktu tempuh) setelah berinteraksi dengan obyek. Mekanisme ini menyebabkan citra radar mempunyai obyek. Mekanisme ini menyebabkan citra radar mempunyai ciri tersendiri dan sama sekali berbeda dengan sistem nonradar (sistem pasif).

Pada sistem sinar tampak hingga infra merah sensor mengukur pantulan (*reflectance*), yang menunjukkan bagaimana spektrum diserap oleh materialnya. Penyerapan tersebut dikontrol oleh struktur kimia (ikatan antaratom). Sistem termal mengukur panas yang dipancarkan oleh obyek sebagai hasil vibrasi molekul, sedangkan pada radar sensor mengukur *strength return* yang bergantung pada absorpsi, tekstur permukaan dan konduktivitas.

Suatu kenyataan adalah sistem radar jauh tertinggal dari sistem lainnya. Negara-negara Eropa dan Amerika Serikat yang paling giat mengembangkan penginderaan jauh masih menitikberatkan pada pengembangan sistem non-radar. Hal ini tentu saja merupakan tantangan untuk Indonesia dan sangat bijaksana apabila kita bekerja sama dengan negara-negara yang mempunyai perhatian khusus pada radar, seperti Kanada, Australia, dan Jepang. Jepang dalam waktu dekat akan meluncurkan JERS-1 (Japan Earth Resources Satellite) yang salah satu sensornya adalah sistem radar.

B. Tetumbuhan penutup

Sebagian besar bumi Indonesia tertutup oleh tetumbuhan, sehingga sensor penginderaan jauh tidak dapat langsung mendeteksi fenomena geologi di bawahnya. Foto 1 adalah citra Landsat MSS daerah Gunung Sitoli dan sekitarnya, Pulau Nias. Terlihat citra di kuasai warna merah (melambangkan tetumbuhan) sehingga tidak banyak gejala geologi

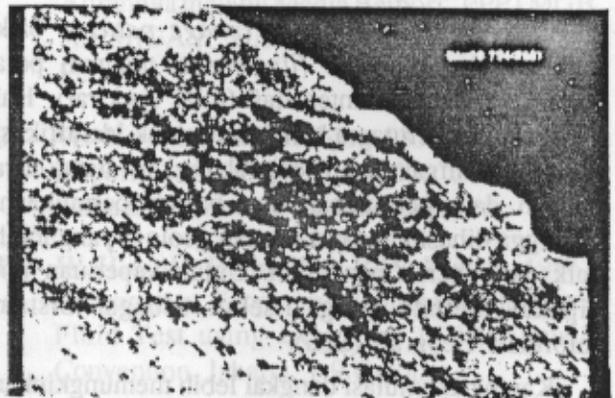


Foto 1. Warna komposit Landsat MSS kanal 7, 5 dan 4 (merah, hijau, dan biru), daerah Gunung Sitoli, Pulau Nias.



Foto 2. Warna Komposit Landsat TM kanal 5, 3 dan 1 (merah, hijau dan biru), daerah Sorbas-Tabernas, Spanyol Selatan.

yang tampak. Informasi yang dapat diperoleh adalah pola kelurusan (Husen, 1989a). Sebagai perbandingan, Foto 2 adalah citra Landsat TM daerah Sorbas - Tabernas, Spanyol Selatan, daerah dengan sedikit tetumbuhan. Citra tersebut memberikan informasi geologi (litologi dan struktur), yang ditunjukkan oleh variasi warna dan intensitas (Husen, 1989b).

Di Indonesia kita seyogianya memperhatikan keterkaitan tetumbuhan dengan fenomena geologi; hal ini disebut geobotani. Seperti halnya radar, geobotanipun masih kurang berkembang, yang ditunjukkan oleh sedikitnya publikasi ilmiah tentang geobotani. Kita perlu pula menyimak perkembangan penginderaan jauh untuk aplikasi pertanian dan kehutanan, karena para pakar di bidang ini telah mengembangkan penginderaan jauh lebih baik daripada untuk aplikasi sumbernya mineral termasuk hidrokarbon. Dari teknik *image processing* dan analisisnya, mereka telah berhasil mendeteksi *spesies* dan intensitas sebagian besar tetumbuhan; ini dikontrol antara lain oleh kondisi geologi.

CONGRATULATIONS AND BEST WISHES
TO **PERTAMINA** ON THE OCCASION
OF THEIR 33TH ANNIVERSARY



FAR EAST OIL TRADING CO., LTD.
(SINCE : 1965)

President Director : **AKIRA IMAO**

Jakarta Representative Office
Skyline Bldg 14Th Fl.
Jl. M.H. Thamrin No. 9
Jakarta
Indonesia

Tokyo Head Office
Imperial Tower
1 - 1 - 1 - Uchisaiwai - cho
Chiyoda - ku, Tokyo
Japan

ANADRILL

Schlumberger

ANADRILL SERVICES
MUD LOGGING
MEASUREMENT WHILE DRILLING
DIRECTIONAL DRILLING
DRILLING & FISHING TOOLS
LOGGING WHILE DRILLING

CONGRATULATIONS TO
PERTAMINA
ON THEIR 33RD ANNIVERSARY

P.T. ANADRILL SERVICES INDONESIA
CILANDAK COMMERCIAL ESTATE, BLDG. 410
CILANDAK JAKARTA 12560 INDONESIA
TEL. 7800742/3, 7800765. FAX. 7800577
TELEX. 47352 ANADRI IA

DIRGAHAYU PERTAMINA KE XXXIII 10 DESEMBER 1990



Hudbay Oil (Malacca Strait) Ltd.



P.T. SANKYU INDONESIA INTERNATIONAL

Summitmas Tower, Jl. Jend. Sudirman Kav. 61 - 62

Jakarta - Indonesia

Telp. 5201255, 5201256, 5200214, 5201738.

Telfax : 5200741. Telex 44995 Sankyu IA

LINE OF BUSINESS

- o International Freight Forwarding
- o Machine Installation
- o Fabrication
- o Heavy Lift Transportation
- o Plant Maintenance

ORGANIZATION

SHAREHOLDERS : SANKYU INC. PT BIMANTARA CITRA
PERUSAHAAN PERTAMBANGAN MINYAK &
GAS BUMI NEGARA (PERTAMINA)
PT PURNA SENTANA BAJA

MANAGEMENT : PRESIDENT DIRECTORS - A ONE
DIRECTORS - 2 INDONESIA
- 2 JAPANESE

EMPLOYEE : 10 JAPANESE OFFICE STAFF
74 INDONESIAN OFFICE STAFF
481 INDONESIAN WORKERS

Tabel 2. Karakteristik SPOT.

PANCHROMATIC

Swatch Width	: 60 Or 117 km
Spatial Resolution	: 10 m
Spectral band	: 0.51 - 0.73 micrometre
Radiometric Resolution	: 64 Gray levels

HIGH RESOLUTION VISIBLE

Swath width	: 60 or 117 km
Spatial Resolution	: 20 m
Spectral Bands	: 1. 0.50 - 0.59 micrometre (green) 2. 0.61 - 0.68 micrometre (red) 3. 0.79 - 0.89 micrometre (near-infrared)
Radiometric resolution	: 256 gray levels.

V. KESIMPULAN

Dari tulisan singkat ini dapat disimpulkan bahwa penginderaan jauh merupakan salah satu metode eksplorasi migas, yang dapat dimanfaatkan baik sebagai alat identifikasi (rembesan migas) maupun untuk memperoleh tambahan informasi geologi. Metode ini tidak dimaksudkan mengganti metode lain yang sudah ada, tetapi melengkapinya, sehingga dihasilkan pemahaman geologi yang lebih baik.

Penginderaan jauh telah berkembang pesat, tetapi untuk aplikasi geologi, khususnya di Indonesia, masih jauh ketinggalan. Jika negara-negara Eropah dan Amerika Serikat telah memasuki tahap lanjut, maka kita masih bergelut di tahap awal. Walaupun demikian, dalam mengejar ketinggalan tersebut, kita perlu menyadari bahwa apa yang sedang mereka kembangkan belum tentu sejalan dengan keperluan kita di Indonesia. Peranan para pakar penginderaan jauh dan dukungan para pemberi keputusan sangat penting untuk memilih teknologi yang tepat guna. Tidak selamanya teknologi yang canggih itu bermanfaat untuk kita.

Sebagai penutup penulis ingin mengutip ucapan Prof M.T. Zen pada pidato pengarahan Franco - Indonesia Workshop on Remote Sensing, tahun 1982, di Universitas Gajah Mada (Sutanto, 1986): Kita sekarang ini dihadapkan pada suatu ironi. Pada saat penguasaan kita terhadap penginderaan jauh sistem udara belum mantap benar, orang lain telah berlomba dengan penginderaan dari antariksa dan setiap hari satelit bersliweran di atas kita". tampaknya sampai saat ini pernyataan tersebut belum banyak berubah, atau malah lebih buruk?.

KEPUSTAKAAN

1. Canas, A.A., 1989. *Geological Image Processing*, Imperial College Univ.London, 85 h., (tidak diterb.).
2. Curran, P.J., 1986. *Principles of Remote Sensing*, Longman Scientific and Technical, 282 h.
3. Everett, J.R., 1984. *Satellite Remote Sensing in Exploration for Shallow Oil and Gas*, Shallow Oil and Gas Resources of First International Conference - UNITAAR., 67-76.
4. Halbouty, M.T., 1976. Geological Significance of Landsat data for 15 Giant Oil and Gas Fields. *Bull. Am. Assoc. Petroll. Geol.* 60 (5), 745-793.
5. Husen, M., 1989A. *Geological Mapping in Sorbas-Tabernas Area, South Spain*, Univ. London., 17 h., (tidak terb.).
6. Husen, M., 1989b. "Tectonic Mapping in Nias Island, Indonesia using Landsat MSS Imagery," Thesis, M.Sc, Univ. London, 78 h., (tidak terb.).
7. Lillesand, T.M. & Kiefer, R.W., 1987. *Remote Sensing and Image Interpretation*. John Wiley and Sons, 721 h.
8. Sutanto, 1986. *Penginderaan Jauh*. Gadjah Mada University Press, 381 h.