

**Judul**  
**PENGINDERAAN**  
**JAUH**

**Mata Pelajaran : Geografi**  
**Kelas : I (Satu)**  
**Nomor Modul : Geo.I.04**

Penulis: Dra. Cut Meurah R.  
Penyunting Materi: Drs. Eko Tri Rahardjo, M.Pd.  
Penyunting Media: Dra. Umi Budiastuti

# DAFTAR ISI

## IDENTITAS

## DAFTAR ISI

## PENDAHULUAN

Kegiatan Belajar 1:	<b>PENGERTIAN PENGINDERAAN JAUH</b> .....	5
	Petunjuk .....	5
	Uraian Materi .....	5
	A. Pengertian Penginderaan Jauh .....	6
	B. Masukan Data Penginderaan Jauh .....	7
	C. Alat Penginderaan Jauh.....	7
	D. Sistem Penginderaan Jauh .....	11
	TUGAS KEGIATAN 1 .....	13
Kegiatan Belajar 2:	<b>HASIL-HASIL PENGINDERAAN JAUH</b> .....	15
	Petunjuk .....	15
	Uraian Materi .....	15
	A. Jenis Citra .....	15
	TUGAS KEGIATAN 2 .....	20
Kegiatan Belajar 3:	<b>LANGKAH-LANGKAH YANG DITEMPUH DALAM MEN-DAPATKAN DATA DARI HASIL PENGINDERAAN JAUH</b> .....	21
	Petunjuk .....	21
	Uraian Materi .....	21
	A. Interpretasi Citra .....	21
	B. Unsur Interpretasi Citra .....	23
	C. Interpretasi Citra pada Benteng Alam dan Benteng Budaya .....	27
	TUGAS KEGIATAN 3 .....	32
Kegiatan Belajar 4:	<b>PEMANFAATAN PENGINDERAAN JAUH</b> .....	33
	Petunjuk .....	33
	Uraian Materi .....	33
	A. Peningkatan Manfaat Penginderaan Jauh .....	33
	B. Berbagai Pemanfaatan Penginderaan Jauh .....	34
	TUGAS KEGIATAN 4 .....	35
<b>PENUTUP</b> .....		37
<b>KUNCI KEGIATAN</b> .....		38
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		40

# PENDAHULUAN

*Selamat!* Anda sudah menyelesaikan modul ke-3 dengan baik.

Sekarang kita lanjutkan ke modul berikutnya yaitu “Penginderaan Jauh”. Penginderaan jauh merupakan suatu metode baru dengan menggunakan teknologi canggih, untuk membantu dalam mengumpulkan data atau informasi potensi bumi secara akurat (tepat) dengan waktu yang lebih cepat.

Tujuan modul ini adalah untuk membekali Anda dalam memahami penginderaan jauh. Modul ini dibagi menjadi empat kegiatan belajar, yaitu:

- Kegiatan belajar 1 : Pengertian Penginderaan Jauh.
- Kegiatan belajar 2 : Hasil-hasil Penginderaan Jauh.
- Kegiatan belajar 3 : Langkah-langkah yang ditempuh dalam mendapatkan data dari Penginderaan Jauh.
- Kegiatan belajar 4 : Pemanfaatan Penginderaan Jauh.

Untuk tercapainya tujuan tersebut, Anda akan berhasil jika membaca modul ini dengan cara yang baik dan benar. Untuk itu ikutilah langkah-langkah berikut ini:

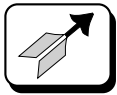
- Modul ini dapat Anda pelajari dalam waktu enam atau tujuh jam.
- Dalam mempelajari setiap kegiatan belajar, jangan Anda lewatkan latihan/tugas yang telah disediakan. Karena dengan mengerjakannya, berarti Anda dapat mengetahui seberapa jauh Anda telah menguasai isi kegiatan belajar itu.
- Pelajari sekali lagi uraian pada modul ini dan catatlah bagian-bagian yang belum Anda pahami, kemudian diskusikan dengan teman Anda atau tanyakan pada Tutor atau Guru Bina yang Anda anggap mampu.

Dengan petunjuk di atas, semoga Anda menyukai materi modul ini, sehingga terpacu untuk terus belajar dan mencari informasi penginderaan jauh lebih lanjut seperti dari koran, majalah atau buku-buku yang relevan.

*Selamat belajar!*



## PENGERTIAN PENGINDERAAN JAUH



Setelah membaca kegiatan belajar ini Anda diharapkan dapat:

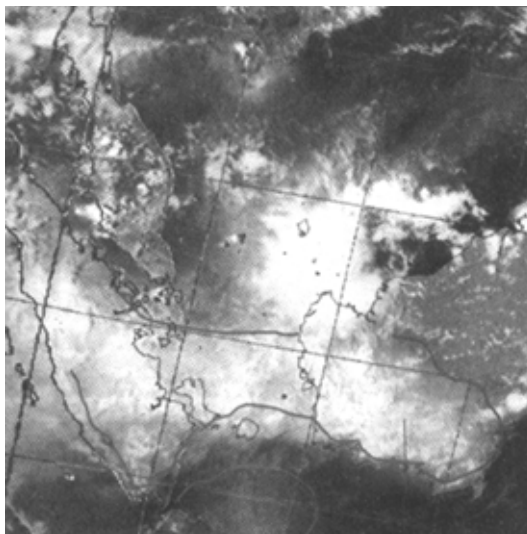
1. menjelaskan pengertian penginderaan jauh;
2. menyebutkan tenaga penginderaan jauh;
3. menjelaskan apa yang dimaksud dengan resolusi spasial;
4. membedakan antara sensor aktif dengan sensor pasif;
5. menyebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi tenaga matahari untuk sampai ke permukaan bumi; dan
6. menjelaskan istilah-istilah dalam penginderaan jauh.



Apakah Anda pernah mendengar istilah *penginderaan jauh*? Penginderaan jauh dalam bahasa Inggris terjemahannya adalah *Remote Sensing*, sedangkan di Perancis lebih dikenal dengan istilah *Teledetection*, dan di Jerman disebut dengan *Fernerkundung*.

Meskipun masih tergolong pengetahuan yang baru, pemakaian penginderaan jauh di Indonesia cukup pesat. Pemakaian penginderaan jauh itu antara lain untuk memperoleh informasi yang tepat dari seluruh wilayah Indonesia yang luas. Informasi itu dipakai untuk berbagai keperluan seperti mendeteksi sumber daya alam, daerah banjir, kebakaran hutan, dan sebaran ikan di laut.

Pada gambar 1.1. berikut merupakan contoh-contoh hasil dari penginderaan jauh yang bermanfaat untuk mengetahui pergerakan asap kebakaran hutan.



**Gambar 1.1.** Merupakan salah satu contoh hasil penginderaan jauh dari satelit NOAA14.

## A. Pengertian Penginderaan Jauh

Sekarang apakah yang dimaksud dengan Penginderaan Jauh?

Penginderaan jauh dapat diserupakan dengan suatu proses membaca. Dengan menggunakan mata Anda bertindak sebagai alat pengindera (sensor) yang menerima cahaya yang dipantulkan dari halaman modul ini. Data yang diterima oleh mata Anda berupa energi sesuai dengan jumlah cahaya yang dipantulkan dari bagian terang pada halaman modul ini. Data tersebut dianalisis atau ditafsir di dalam pikiran Anda agar dapat menerangkan bahwa bagian yang gelap pada halaman ini merupakan sekumpulan huruf-huruf yang menyusun kata-kata. Lebih dari itu, kata-kata tersebut menyusun kalimat-kalimat, dan Anda menafsir arti informasi yang terdapat pada kalimat-kalimat itu.

Untuk lebih jelasnya, silahkan Anda perhatikan beberapa definisi berikut ini.

1. **Penginderaan jauh** adalah ilmu atau seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah atau gejala, dengan jalan menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat, tanpa kontak langsung dengan objek, daerah atau gejala yang akan dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1990).
2. **Penginderaan jauh** merupakan upaya untuk memperoleh, menemukungkan (mengidentifikasi) dan menganalisis objek dengan sensor pada posisi pengamatan daerah kajian (Avery, 1985).
3. **Penginderaan jauh** merupakan teknik yang dikembangkan untuk memperoleh dan menganalisis informasi tentang bumi. Informasi itu berbentuk radiasi elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan dari permukaan bumi (Lindgren, 1985).

Dari beberapa batasan pengertian di atas dapat disimpulkan bahwa *penginderaan jauh merupakan upaya memperoleh informasi tentang objek dengan menggunakan alat yang disebut "sensor" (alat peraba), tanpa kontak langsung dengan objek.*

Dengan kata lain dapat dinyatakan bahwa penginderaan jauh merupakan upaya untuk memperoleh data dari jarak jauh dengan menggunakan peralatan tertentu. Data yang diperoleh itu kemudian dianalisis dan dimanfaatkan untuk berbagai keperluan.

Data yang diperoleh dari penginderaan jauh dapat berbentuk hasil dari variasi daya, gelombang bunyi atau energi elektromagnetik. Sebagai contoh grafimeter memperoleh data dari variasi daya tarik bumi (gravitasi), sonar pada sistem navigasi memperoleh data dari gelombang bunyi dan mata kita memperoleh data dari energi elektromagnetik. (Tentang tiga hal ini akan diuraikan lebih lanjut pada bagian lain).

Jadi penginderaan jauh merupakan pemantauan terhadap suatu objek dari jarak jauh dengan tidak melakukan kontak langsung dengan objek tersebut.



### **1** Kerjakan tugas berikut dengan santai, serius, selesai dan sukses (ingat 4 - s)!

Dari beberapa definisi yang telah diuraikan, cobalah Anda rumuskan definisi penginderaan jauh dengan bahasa Anda sendiri.  
Tuliskan jawaban Anda pada titik-titik di bawah ini!

.....  
.....  
.....

## B. Masukan Data Penginderaan Jauh

Dalam penginderaan jauh didapat masukan data atau hasil observasi yang disebut citra. Citra dapat diartikan sebagai gambaran yang tampak dari suatu objek yang sedang diamati, sebagai hasil liputan atau rekaman suatu alat pemantau. Sebagai contoh, memotret bunga di taman. Foto bunga yang berhasil kita buat itu merupakan citra bunga tersebut. Menurut *Simonett (1983)*: bahwa citra sebagai gambaran rekaman suatu objek (biasanya berupa suatu gambaran pada foto) yang didapat dengan cara optik, elektro optik, optik mekanik atau elektronik. Di dalam bahasa Inggris terdapat dua istilah yang berarti citra dalam bahasa Indonesia, yaitu “image” dan “imagery”, akan tetapi istilah imagery dirasa lebih tepat penggunaannya (Susanto, 1986). Agar dapat dimanfaatkan maka citra tersebut harus diinterpretasikan atau diterjemahkan/ditafsirkan terlebih dahulu.

Interpretasi citra merupakan kegiatan mengkaji foto udara dan atau citra dengan maksud untuk mengidentifikasi objek dan menilai arti pentingnya objek tersebut (Estes dan Simonett, 1975).

Singkatnya interpretasi citra merupakan suatu proses pengenalan objek yang berupa gambar (citra) untuk digunakan dalam disiplin ilmu tertentu seperti Geologi, Geografi, Ekologi, Geodesi dan disiplin ilmu lainnya.

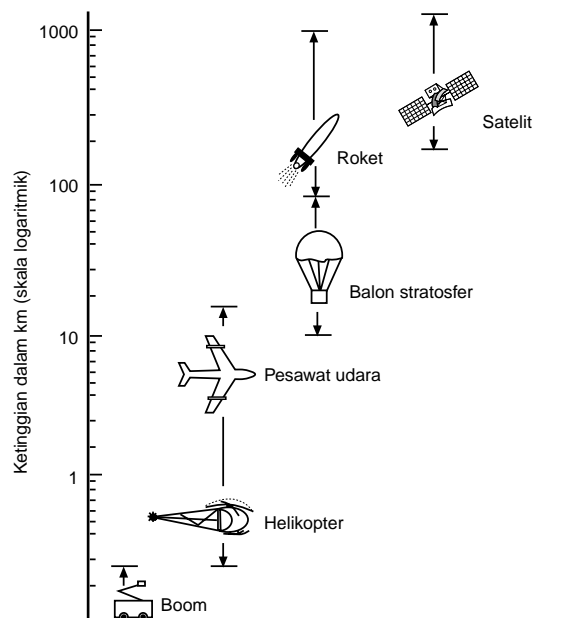
Dalam menginterpretasikan citra dibagi menjadi beberapa tahapan, yaitu:

- Deteksi ialah pengenalan objek yang mempunyai karakteristik tertentu oleh sensor.
- Identifikasi ialah mencirikan objek dengan menggunakan data rujukan.
- Analisis ialah mengumpulkan keterangan lebih lanjut secara terinci.

## C. Alat Penginderaan Jauh

Untuk melakukan penginderaan jarak jauh diperlukan alat sensor, alat pengolah data dan alat-alat lainnya sebagai pendukung.

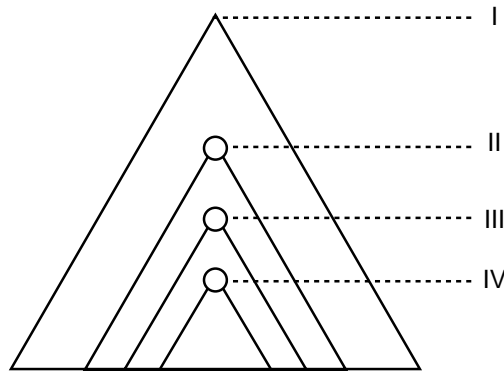
Oleh karena sensor tidak ditempatkan pada objek, maka perlu adanya wahana atau alat sebagai tempat untuk meletakkan sensor. Wahana tersebut dapat berupa balon udara, pesawat terbang, satelit atau wahana lainnya (lihat gambar 1.2). Antara sensor, wahana, dan citra diharapkan selalu berkaitan, karena hal itu akan menentukan skala citra yang dihasilkan.



*Gambar 1.2. Wahana Penginderaan Jauh (Lindgren, 1985).*

Dengan menggunakan wahana seperti di atas itulah maka alat penginderaan jauh ditempatkan.

Semakin tinggi letak sensor maka daerah yang terdeteksi atau yang dapat diterima oleh sensor semakin luas. Jadi jangkauan penginderaannya semakin luas seperti digambarkan pada gambar 1.3.



**Gambar 1.3.** Konsep multitingkat  
(berdasarkan uraian National Academy of Sciences, 1977)

*Keterangan:*

- I. Satelit dengan orbit 200 - 36.000 km;
  - II. Pesawat yang terbang rendah (> 15 km);
  - III. Pesawat yang terbang rendah (9 – 15 km);
  - IV. Pesawat yang terbang rendah (< 9 km).
- (Sumber: Drs. Suryantoro MS, IKIP Malang).

Alat sensor dalam penginderaan jauh dapat menerima informasi dalam berbagai bentuk antara lain sinar atau cahaya, gelombang bunyi dan daya elektromagnetik.

Alat sensor digunakan untuk melacak, mendeteksi, dan merekam suatu objek dalam daerah jangkauan tertentu. Tiap sensor memiliki kepekaan tersendiri terhadap bagian spektrum elektromagnetik. Kemampuan sensor untuk merekam gambar terkecil disebut resolusi spasial. Semakin kecil objek yang dapat direkam oleh sensor semakin baik sensor dan semakin baik resolusi spasial pada citra.

Berdasarkan proses perekamannya sensor dapat dibedakan atas:

### 1. Sensor Fotografi

Proses perekamannya berlangsung seperti pada kamera foto biasa, atau yang kita kenal yaitu melalui proses kimiawi. Tenaga elektromagnetik yang diterima kemudian direkam pada emulsi film dan setelah diproses akan menghasilkan foto. Ini berarti, di samping sebagai tenaga, film juga berfungsi sebagai perekam, yang hasil akhirnya *berupa foto udara*, jika perekamannya dilakukan dari udara, baik melalui pesawat udara atau wahana lainnya. Tapi jika perekamannya dilakukan dari antariksa maka hasil akhirnya disebut *foto satelit* atau *foto orbital*.

Menurut Lillesand dan Kiefer, ada beberapa keuntungan menggunakan sensor fotografi, yaitu:

- a. Caranya sederhana seperti proses pemotretan biasa.
- b. Biayanya tidak terlalu mahal.
- c. Resolusi spasialnya baik.



## 2. Sensor Elektronik

Sensor elektronik berupa alat yang bekerja secara elektrik dengan pemrosesan menggunakan komputer. Hasil akhirnya berupa *data visual* atau *data digital/numerik*. Proses perekamannya untuk menghasilkan citra dilakukan dengan memotret data visual dari layar atau dengan menggunakan film perekam khusus. Hasil akhirnya berupa foto dengan film sebagai alat perekamannya dan tidak disebut foto udara tetapi *citra*.

Agar informasi-informasi dalam berbagai bentuk tadi dapat diterima oleh sensor, maka harus ada tenaga yang membawanya antara lain matahari.

Informasi yang diterima oleh sensor dapat berupa:

1. Distribusi daya (force).
2. Distribusi gelombang bunyi.
3. Distribusi tenaga elektromagnetik.

Informasi tersebut berupa data tentang objek yang diindera dan dikenali dari hasil rekaman berdasarkan karakteristiknya dalam bentuk cahaya, gelombang bunyi, dan tenaga elektromagnetik. Contoh: Salju dan batu kapur akan memantulkan sinar yang banyak (menyerap sinar sedikit) dan air akan memantulkan sinar sedikit (menyerap sinar banyak).

Informasi tersebut merupakan hasil interaksi antara tenaga dan objek.

Interaksi antara tenaga dan objek direkam oleh sensor, yang berupa alat-alat sebagai berikut:

- Gravimeter : mengumpulkan data yang berupa variasi daya magnet.
- Magnetometer : mengumpulkan data yang berupa variasi daya magnet.
- Sonar : mengumpulkan data tentang distribusi gelombang dalam air.
- Mikrofon : mengumpulkan/menangkap gelombang bunyi di udara.
- Kamera : mengumpulkan data variasi distribusi tenaga elektromagnetik yang berupa sinar.

Seperti telah disebutkan bahwa salah satu tenaga yang dimanfaatkan dalam penginderaan jauh antara lain berasal dari matahari dalam bentuk tenaga elektromagnetik (lihat tabel 1). Matahari merupakan sumber utama tenaga elektromagnetik ini. Di samping matahari sebagai sumber tenaga alamiah, ada juga sumber tenaga lain, yakni sumber tenaga buatan.

*Tabel 1.1. Spektrum elektromagnetik dan bagian-bagiannya.*

Spektrum/saluran	Panjang gelombang	Keterangan
Gamma	0,03 nm	Diserap oleh atmosfer, tetapi benda radioaktif dapat diindera dari pesawat terbang rendah.
X	0,03 - 3 nm	Diserap oleh atmosfer, sinar buatan digunakan dalam kedokteran.
Ultraviolet (UV) UV fotografik	3 nm - 0,4 $\mu\text{m}$ 0,3 - 0,4 $\mu\text{m}$	0,3 $\mu\text{m}$ diserap oleh atmosfer. Hamburan atmosfer berat sekali, diperlukan lensa kuarsa dalam kamera.
Tampak	0,4 - 0,7 $\mu\text{m}$	Jendela atmosfer terpisah oleh saluran absorpsi.
Biru	0,4 - 0,5 $\mu\text{m}$	
Hijau	0,5 - 0,6 $\mu\text{m}$	
Merah	0,6 - 0,7 $\mu\text{m}$	
Inframerah (IM)	0,7 - 1.000 $\mu\text{m}$	
IM Pantulan	0,7 - 3 $\mu\text{m}$	Film khusus dapat merekam hingga panjang gelombang hampir 1,2 $\mu\text{m}$ .
IM Fotografik	0,7 - 0,9 $\mu\text{m}$	
IM Termal	3 - 5 $\mu\text{m}$	Jendela-jendela atmosfer dalam spektrum ini.
Gelombang mikro	8 - 14 $\mu\text{m}$	Gelombang panjang yang mampu menembus awan, citra dapat dibuat dengan cara pasif dan aktif.
Radar	0,3 - 300 cm	Penginderaan jauh sistem aktif. Yang paling sering digunakan. Yang paling sering digunakan.
Ka	0,3 - 300 cm	
K	0,8 - 1,1 cm	
Ku	1,1 - 1,7 cm	
X	1,7 - 2,4 cm	
C	2,4 - 3,8 cm	
S	3,8 - 7,5 cm	
L	7,5 - 15 cm	
P	15 - 30 cm	
Radio	30 - 100 cm	

*Sumber: Paine, 1981*

## D. Sistem Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh dengan menggunakan tenaga matahari dinamakan penginderaan jauh sistem pasif.

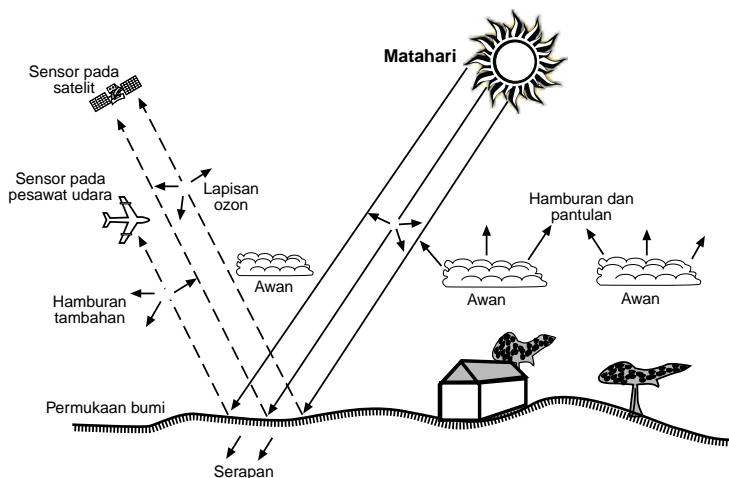
Penginderaan jauh sistem pasif menggunakan pancaran cahaya, hanya dapat beroperasi pada siang hari saat cuaca cerah. Penginderaan jauh sistem pasif yang menggunakan tenaga pancaran tenaga thermal, dapat beroperasi pada siang maupun malam hari. Citra mudah pengenalannya pada saat perbedaan suhu antara tiap objek cukup besar. Kelemahan penginderaan jauh sistem ini adalah resolusi spasialnya semakin kasar karena panjang gelombangnya semakin besar.

Penginderaan jauh dengan menggunakan sumber tenaga buatan disebut penginderaan jauh sistem aktif. Penginderaan sistem aktif sengaja dibuat dan dipancarkan dari sensor yang kemudian dipantulkan kembali ke sensor tersebut untuk direkam. Pada umumnya sistem ini menggunakan gelombang mikro, tapi dapat juga menggunakan spektrum tampak, dengan sumber tenaga buatan berupa laser.

***Penginderaan jauh yang menggunakan Matahari sebagai tenaga alamiah disebut penginderaan jauh sistem pasif, sedangkan yang menggunakan sumber tenaga lain (buatan) disebut penginderaan jauh sistem aktif.***

Tenaga elektromagnetik pada penginderaan jauh sistem pasif dan sistem aktif untuk sampai di alat sensor dipengaruhi oleh atmosfer.

Atmosfer mempengaruhi tenaga elektromagnetik yaitu bersifat selektif terhadap panjang gelombang, karena itu timbul istilah “Jendela atmosfer”, yaitu bagian spektrum elektromagnetik yang dapat mencapai bumi. Adapun jendela atmosfer yang sering digunakan dalam penginderaan jauh ialah spektrum tampak yang memiliki panjang gelombang 0,4 mikrometer hingga 0,7 mikrometer. Lihat tabel 1.1. Jadi kalau Anda perhatikan tabel tadi, spektrum elektromagnetik merupakan spektrum yang sangat luas, hanya sebagian kecil saja yang dapat digunakan dalam penginderaan jauh, itulah sebabnya atmosfer disebut bersifat selektif terhadap panjang gelombang. Hal ini karena sebagian gelombang elektromagnetik mengalami hambatan, yang disebabkan oleh butir-butir yang ada di atmosfer seperti debu, uap air dan gas. Proses penghambatannya terjadi dalam bentuk serapan, pantulan dan hamburan. Lihat gambar 1.4.



**Gambar 1.4.** Interaksi antara tenaga elektromagnetik dan atmosfer.

## 2

Setelah Anda membaca uraian dan melihat gambar tadi, cobalah Anda tuliskan gelombang elektromagnetik yang digunakan dalam penginderaan jauh!

Spektrum/saluran	Panjang gelombang
1. ....	....
2. ....	....
3. ....	....
4. ....	....
5. ....	....

Setelah Anda memahami uraian di atas dan menjawab soal latihan, mari kita lanjutkan ke materi berikutnya.

Faktor-faktor lain yang mempengaruhi jumlah tenaga matahari untuk sampai ke permukaan bumi adalah:

1. *Waktu (jam atau musim)*

Faktor waktu berpengaruh terhadap banyak sedikitnya energi matahari untuk sampai ke bumi. Misalnya pada siang hari jumlah tenaga yang diterima lebih banyak dibandingkan dengan pagi.

2. *Lokasi*

Lokasi ini erat kaitannya dengan posisinya terhadap lintang geografi dan posisinya terhadap permukaan laut. Misalnya di daerah khatulistiwa jumlah tenaga yang diterima lebih banyak dari pada daerah lintang tinggi.

3. *Kondisi cuaca*

Kondisi cuaca mempengaruhi adanya hambatan di atmosfer. Misalnya saat cuaca berawan jumlah tenaga yang diterima lebih sedikit dari pada saat cuaca cerah.

Anda sudah menyelesaikan kegiatan belajar 1 dan memahaminya. Maka sebaiknya, cobalah mengerjakan soal-soal pada tes mandiri. Seandainya mengalami kesulitan dalam menjawab, maka diskusikanlah dengan teman-temanmu. Atau boleh juga ditanyakan pada Guru Bina yang menguasai materi ini.



## **KEGIATAN 1**

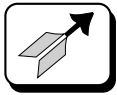
**Jawablah dengan singkat dan jelas!**

1. Jelaskanlah salah satu pengertian penginderaan jauh!
2. Sebutkanlah tenaga yang diperlukan untuk menghubungkan objek dengan sensor dalam penginderaan jauh!
3. Bedakanlah antara sensor aktif dengan sensor pasif!
4. Jelaskanlah apa yang dimaksud dengan resolusi spasial!
5. Sebutkanlah faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah tenaga matahari untuk sampai ke permukaan bumi!

Setelah Anda menjawab tugas/tes mandiri kegiatan 1, maka Anda boleh mencocokkan jawaban Anda dengan kunci jawaban yang terdapat di akhir modul. Dan jika jawaban Anda benar, saya ucapkan selamat! Dan lanjutkanlah belajar Anda pada kegiatan belajar berikutnya.



## HASIL-HASIL PENGINDERAAN JAUH



Setelah membaca kegiatan belajar ini Anda diharapkan dapat:

1. menyebutkan jenis-jenis citra;
2. membedakan jenis-jenis citra berdasarkan beberapa variabel;
3. menunjukkan citra foto vertikal dengan citra foto condong;
4. menyebutkan warna yang digunakan dalam citra foto; dan
5. membedakan citra tunggal dengan citra multispektral.



Anda sudah menyelesaikan kegiatan belajar 1, selamat!

Sekarang kita melanjutkan ke materi kegiatan belajar 2. Namun saya ingin tahu, apakah hasil fotografi yang Anda kenal sama dengan hasil penginderaan jauh?

Tentu tidak, bukan? Dan saya percaya Anda sudah mulai bisa membedakannya.

Sekarang, coba Anda perhatikan uraian berikut ini. Semoga materi yang masih baru bagi Anda, memacu semangat dan keinginan untuk terus giat dalam belajar.

### A. Jenis Citra

Seperti telah diterangkan pada kegiatan belajar 1, bahwa masukan dalam penginderaan jauh berupa bermacam-macam data. Hasil proses rekaman data penginderaan jauh tersebut berupa:

- Data digital atau data numerik untuk dianalisis dengan menggunakan komputer.
- Data visual dibedakan lebih jauh atas data citra dan data non citra untuk dianalisis dengan cara manual. Data citra berupa gambaran mirip aslinya, sedangkan data non citra berupa garis atau grafik.

Citra dapat dibedakan atas citra foto (photographic image) atau foto udara dan citra non foto (non photographic image). Perbedaan pokok keduanya disajikan pada tabel 2.1.

*Tabel 2.1. Beda antara citra foto dan non foto.*

Jenis Citra Variabel pembeda	Citra foto	Citra non foto
Sensor	Kamera	Non kamera, mendasarkan atas penyiaran (scanning) kamera yang detektornya bukan film.
Detektor	Film	Pita magnetik, termistor foto konduktif, foto voltaik, dsb.
Proses perekaman	Fotografi/kimiawi	Elektronik
Mekanisme perekaman	Serentak	Parsial
Spektrum elektromagnetik	Spektrum tampak dan perluasannya.	Spektra tampak dan perluasannya thermal, dan gelombang mikro.

## 1. Citra Foto

Citra foto adalah gambaran yang dihasilkan dengan menggunakan sensor kamera (lihat gambar 2.1). Citra foto dapat dibedakan berdasarkan:

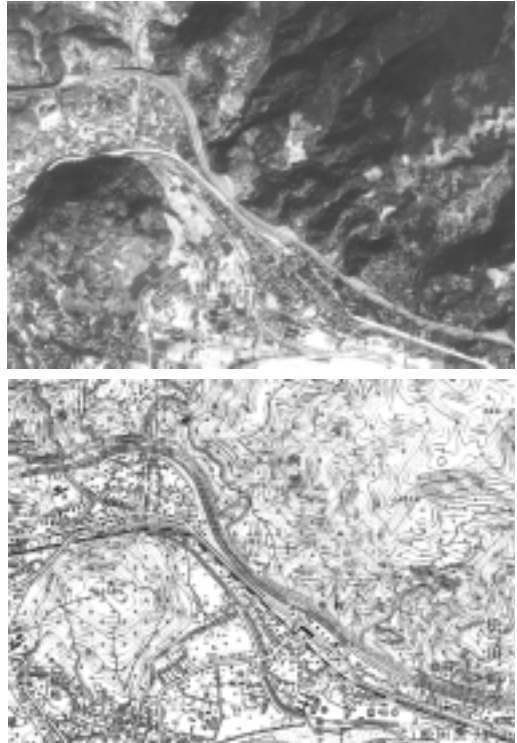
### a. Spektrum Elektromagnetik yang digunakan

Berdasarkan spektrum elektromagnetik yang digunakan, citra foto dapat dibedakan atas:

- 1) Foto ultra violet yaitu foto yang dibuat dengan menggunakan spektrum ultra violet dekat dengan panjang gelombang 0,29 mikrometer.
- 2) Foto ortokromatik yaitu foto yang dibuat dengan menggunakan spektrum tampak dari saluran biru hingga sebagian hijau (0,4 - 0,56 mikrometer).
- 3) Foto pankromatik yaitu foto yang dengan menggunakan spektrum tampak mata.
- 4) Foto infra merah yang terdiri dari foto warna asli (true infrared photo) yang dibuat dengan menggunakan spektrum infra merah dekat sampai panjang gelombang 0,9 mikrometer hingga 1,2 mikrometer dan infra merah modifikasi (infra merah dekat) dengan sebagian spektrum tampak pada saluran merah dan saluran hijau.

### Peta berdasarkan foto

Foto di sebelah kanan diambil dari pesawat terbang. Tampak sebuah kota kecil di gunung di Jepang. Foto ini digunakan untuk membuat peta yang terpampang di bawah. Perhatikan foto itu dan lihat berapa tempat yang dapat kalian kenali di peta. Titik di dalam segitiga kecil-kecil itu patok duga, yakni tempat yang ketinggian dan posisinya diketahui dengan tepat. Pada peta, elevasi suatu patok duga, yakni tinggi patok itu dari permukaan laut, dinyatakan dalam meter di sebelahnya. Beberapa digambar sebagai titik tanpa segitiga. Di tengah atas terdapat sebuah kontur dengan bilangan 300 berwarna cokelat. Setiap titik pada kontur itu berelevasi 300 meter.



*Gambar 2.1. Contoh salah satu Citra foto.*

### b. Sumbu kamera

Foto udara dapat dibedakan berdasarkan arah sumbu kamera ke permukaan bumi, yaitu:

- 1) Foto vertikal atau foto tegak (orto photograph), yaitu foto yang dibuat dengan sumbu kamera tegak lurus terhadap permukaan bumi.

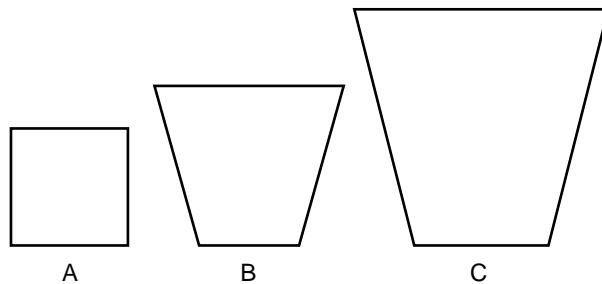


- 2) Foto condong atau foto miring (oblique photograph), yaitu foto yang dibuat dengan sumbu kamera menyudut terhadap garis tegak lurus ke permukaan bumi. Sudut ini pada umumnya sebesar 10 derajat atau lebih besar. Tapi apabila sudut condongnya masih berkisar antara 1 - 4 derajat, foto yang dihasilkan masih digolongkan sebagai foto vertikal.

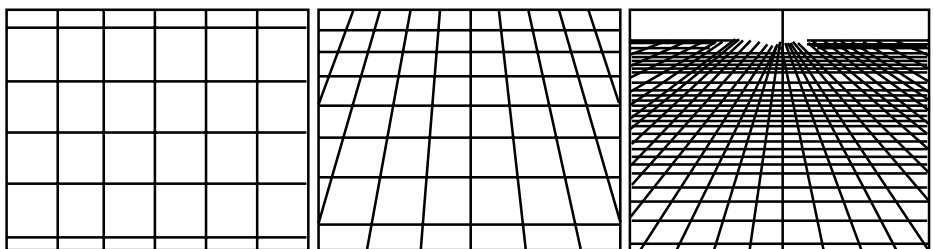
Foto condong masih dibedakan lagi menjadi:

- Foto agak condong (low oblique photograph), yaitu apabila cakrawala tidak tergambar pada foto.
- Foto sangat condong (high oblique photograph), yaitu apabila pada foto tampak cakrawalanya.

Beda antara foto vertikal, foto agak condong dan foto sangat condong disajikan pada gambar 2.2. dan 2.3.



**Gambar 2.2.** Bentuk liputan foto udara.  
(Sutanto, Penginderaan jauh jilid I, 1999).



**Gambar 2.3.** Blok bujur sangkar pada foto udara (Smith, 1943)  
A = Foto vertikal, B = Foto agak condong, C = Foto sangat condong.  
(Sutanto, Penginderaan jauh, jilid I, 1999).

### c. Warna yang digunakan

Berdasarkan warna yang digunakan, citra foto dapat dibedakan atas:

- Foto berwarna semua (false colour).  
Warna citra pada foto tidak sama dengan warna aslinya. Misalnya pohon-pohon yang berwarna hijau dan banyak memantulkan spektrum infra merah, pada foto tampak berwarna merah.
- Foto berwarna asli (true colour).  
Contoh: foto pankromatik berwarna.

#### d. Wahana yang digunakan

Berdasarkan wahana yang digunakan, ada 2 (dua) jenis citra, yakni:

- 1) Foto udara, dibuat dari pesawat udara atau balon (lihat kembali gambar 2.1).
- 2) Foto satelit/orbital, dibuat dari satelit (lihat gambar 2.4).

Demikian penjelasan tentang citra foto. Untuk mengetahui pemahaman Anda tentang materi tadi, silahkan kerjakan latihan berikut ini. Selanjutnya Anda bisa mempelajari materi tentang citra non foto.



*Petunjuk:*

Cobalah Anda bersama teman-teman mencari foto udara atau pilihlah salah satu gambar foto udara pada modul ini, kemudian sesuaikan urian di atas. Setelah itu tanyalah pada Guru Bina Anda, apakah pertanyaan dan jawaban-jawaban Anda benar?

## 2. Citra Non Foto

Citra non foto adalah gambaran yang dihasilkan oleh sensor bukan kamera (lihat gambar 2.4). Citra non foto dibedakan atas:

### a. Spektrum elektromagnetik yang digunakan

Berdasarkan spektrum elektromagnetik yang digunakan dalam penginderaan, citra non foto dibedakan atas:

- 1) Citra infra merah thermal, yaitu citra yang dibuat dengan spektrum infra merah thermal. Penginderaan pada spektrum ini mendasarkan atas beda suhu objek dan daya pancarnya pada citra tercermin dengan beda rona atau beda warnanya.
- 2) Citra radar dan citra gelombang mikro, yaitu citra yang dibuat dengan spektrum gelombang mikro. Citra radar merupakan hasil penginderaan dengan sistim aktif yaitu dengan sumber tenaga buatan, sedang citra gelombang mikro dihasilkan dengan sistim pasif yaitu dengan menggunakan sumber tenaga alamiah.

### b. Sensor yang digunakan

Berdasarkan sensor yang digunakan, citra non foto terdiri dari:

- 1) Citra tunggal, yakni citra yang dibuat dengan sensor tunggal, yang salurannya lebar.
- 2) Citra multispektral, yakni citra yang dibuat dengan sensor jamak, tetapi salurannya sempit, yang terdiri dari:
  - Citra RBV (Return Beam Vidicon), sensornya berupa kamera yang hasilnya tidak dalam bentuk foto karena detektornya bukan film dan prosesnya non fotografik.
  - Citra MSS (Multi Spektral Scanner), sensornya dapat menggunakan spektrum tampak maupun spektrum infra merah thermal. Citra ini dapat dibuat dari pesawat udara.



*Gambar 2.4. Contoh citra non foto.*

**c. Wahana yang digunakan**

Berdasarkan wahana yang digunakan, citra non foto dibagi atas:

- 1) Citra Dirgantara (Airborne Image), yaitu citra yang dibuat dengan wahana yang beroperasi di udara (dirgantara).  
Contoh: Citra infra merah thermal, citra radar dan citra MSS. Citra dirgantara ini jarang digunakan.
- 2) Citra Satelit (Satellite/Spaceborne Image), yaitu citra yang dibuat dari antariksa atau angkasa luar. Citra ini dibedakan lagi atas penggunaannya, yakni:
  - a) Citra satelit untuk penginderaan planet. Contoh: Citra satelit Viking (AS), Citra satelit Venera (Rusia).
  - b) Citra satelit untuk penginderaan cuaca. Contoh: NOAA (AS), Citra Meteor (Rusia).
  - c) Citra satelit untuk penginderaan sumber daya bumi. Contoh: Citra Landsat (AS), Citra Soyuz (Rusia) dan Citra SPOT (Perancis).
  - d) Citra satelit untuk penginderaan laut. Contoh: Citra Seasat (AS), Citra MOS (Jepang).

Demikian uraian tentang hasil-hasil penginderaan jauh. Setelah Anda mempelajari kegiatan belajar 2 dan memahaminya, maka Anda dapat mengerjakan tugas/tes mandiri di bawah ini.



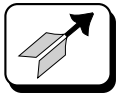
## KEGIATAN 2

**Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat di bawah ini!**

1. Hasil penginderaan jauh dapat berupa ....
  - a. angka dan garis
  - b. gambar dan angka
  - c. kotak dan gambar
  - d. garis dan lingkaran
  - e. lingkaran dan kotak
  
2. Gambar yang dihasilkan dengan menggunakan sensor kamera adalah ....
  - a. Citra non foto
  - b. Detektor
  - c. Sensor
  - d. Citra
  - e. Film
  
3. Foto yang dibuat dengan sudut condongnya masih berkisar antara 1 – 5 derajat, masih digolongkan sebagai ....
  - a. High Oblique Photograph
  - b. Low Oblique Photograph
  - c. Foto Vertikal
  - d. Foto Pankromatik
  - e. Foto Condong
  
4. Jenis kamera untuk sudut normal (normal angle), besar sudut liputannya adalah ....
  - a. 0 – 45 derajat
  - b. 0 – 60 derajat
  - c. 60 – 75 derajat
  - d. 75 – 100 derajat
  - e. 100 – 125 derajat
  
5. Citra radar merupakan hasil penginderaan dengan sistem ....
  - a. aktif
  - b. aktif dan pasif
  - c. pasif
  - d. kimiawi
  - e. elektrik
  
6. Citra yang dibuat dengan wahana yang beroperasi di udara disebut ....
  - a. citra satelit
  - b. citra foto
  - c. citra tunggal
  - d. citra dirgantara
  - e. citra multispektral
  
7. Yang merupakan citra untuk penginderaan cuaca milik AS adalah ....
  - a. Viking
  - b. Venera
  - c. NOAA
  - d. SPOT
  - e. MOS

Setelah Anda menjawab tugas/tes mandiri kegiatan belajar 2, maka Anda boleh mencocokkan jawaban Anda dengan kunci jawaban di akhir modul ini. Jika Anda sudah menjawab dengan benar dan memahaminya, selamat! Berarti Anda sudah berjuang, silahkan lanjutkan pada kegiatan belajar 3.

## **LANGKAH-LANGKAH YANG DITEMPUH DALAM MENDAPATKAN DATA DARI HASIL PENGINDERAAN JAUH**



Setelah membaca kegiatan belajar ini, Anda diharapkan dapat:

1. menyebutkan 3 langkah untuk mendapatkan data geografi dari hasil penginderaan jauh;
2. menjelaskan apa yang dimaksud dengan pengejaan ciri spektral;
3. menyebutkan 3 pengejaan ciri spektral;
4. membedakan unsur rona, warna dan bentuk dalam interpretasi citra;
5. mengidentifikasi bintang alam dengan mengamati hasil penginderaan jauh; dan
6. membedakan beberapa unsur bintang alam dengan bintang budaya.



Kini Anda mulai lagi masuk ke dalam kegiatan belajar 3. Anda perlu mengetahui langkah-langkah apa saja untuk mendapatkan data hasil penginderaan jauh. Langkah ini yang biasa dikenal dengan istilah Interpretasi Citra. Setelah diperoleh masukan data penginderaan jauh, data tersebut harus diinterpretasikan atau ditafsirkan artinya. Penafsiran inilah yang disebut interpretasi citra.

### **A. Interpretasi Citra**

Menurut Este dan Simonett, 1975: Interpretasi citra merupakan perbuatan mengkaji foto udara atau citra dengan maksud untuk mengidentifikasi objek dan menilai arti pentingnya objek tersebut.

Jadi di dalam interpretasi citra, penafsir mengkaji citra dan berupaya mengenali objek melalui tahapan kegiatan, yaitu:

- deteksi
- identifikasi
- analisis

Setelah melalui tahapan tersebut, citra dapat diterjemahkan dan digunakan ke dalam berbagai kepentingan seperti dalam: geografi, geologi, lingkungan hidup, dan sebagainya.

Pada dasarnya kegiatan interpretasi citra terdiri dari 2 proses, yaitu melalui pengenalan objek melalui proses deteksi dan penilaian atas fungsi objek.

1. a. Pengenalan objek melalui proses deteksi yaitu pengamatan atas adanya suatu objek, berarti penentuan ada atau tidaknya sesuatu pada citra atau upaya untuk mengetahui benda dan gejala di sekitar kita dengan menggunakan alat pengindra (sensor).  
Untuk mendeteksi benda dan gejala di sekitar kita, pengindraannya tidak dilakukan secara langsung atas benda, melainkan dengan mengkaji hasil rekaman dari foto udara atau satelit.

b. Identifikasi.

Ada 3 (tiga) ciri utama benda yang tergambar pada citra berdasarkan ciri yang terekam oleh sensor yaitu sebagai berikut:

- Spektoral

Ciri spektoral ialah ciri yang dihasilkan oleh interaksi antara tenaga elektromagnetik dan benda yang dinyatakan dengan rona dan warna.

- Spatial

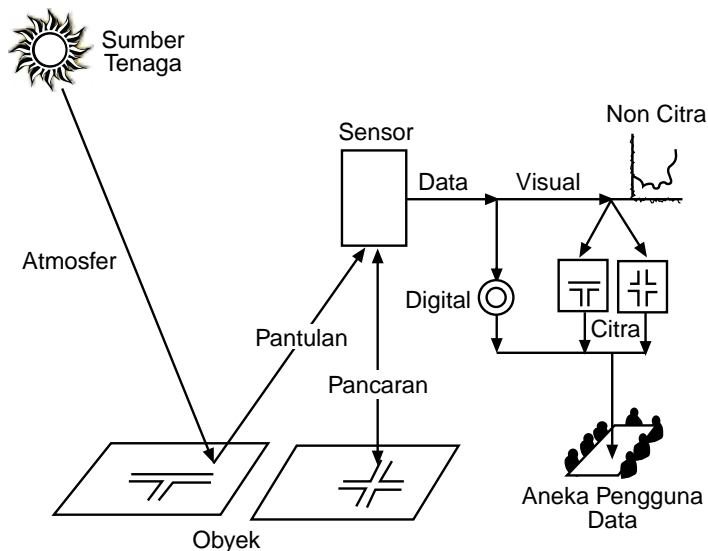
Ciri spatial ialah ciri yang terkait dengan ruang yang meliputi bentuk, ukuran, bayangan, pola, tekstur, situs, dan asosiasi.

- Temporal

Ciri temporal ialah ciri yang terkait dengan umur benda atau saat perekaman.

2. Penilaian atas fungsi objek dan kaitan antar objek dengan cara menginterpretasi dan menganalisis citra yang hasilnya berupa klasifikasi yang menuju ke arah teorisasi dan akhirnya dapat ditarik kesimpulan dari penilaian tersebut. Pada tahapan ini, interpretasi dilakukan oleh seorang yang sangat ahli pada bidangnya, karena hasilnya sangat tergantung pada kemampuan penafsir citra.

Menurut Prof. Dr. Sutanto, pada dasarnya interpretasi citra terdiri dari dua kegiatan utama, yaitu *perekaman data* dari citra dan *penggunaan data* tersebut untuk tujuan tertentu. Lihat gambar 4.1.



**Gambar 4.1.** Sistem Penginderaan Jauh.  
(Prof Dr. Sutanto, Penginderaan Jauh, jilid I, 1999)

Perekaman data dari citra berupa pengenalan objek dan unsur yang tergambar pada citra serta penyajiannya ke dalam bentuk tabel, grafik atau peta tematik. Urutan kegiatan dimulai dari menguraikan atau memisahkan objek yang rona atau warnanya berbeda dan selanjutnya ditarik garis batas/delineasi bagi objek yang rona dan warnanya sama. Kemudian setiap objek yang diperlukan dikenali berdasarkan karakteristik spasial dan atau unsur temporalnya.

Objek yang telah dikenali jenisnya, kemudian diklasifikasikan sesuai dengan tujuan interpretasinya dan digambarkan ke dalam peta kerja atau peta sementara. Kemudian pekerjaan medan (lapangan) dilakukan untuk menjaga ketelitian dan kebenarannya. Setelah pekerjaan medan dilakukan, dilaksanakanlah interpretasi akhir dan pengkajian atas pola atau susunan keruangan (objek) dapat dipergunakan sesuai tujuannya.

Untuk penelitian murni, kajiannya diarahkan pada penyusunan teori, sementara analisisnya digunakan untuk penginderaan jauh, sedangkan untuk penelitian terapan, data yang diperoleh dari citra digunakan untuk analisis dalam bidang tertentu seperti geografi, oceanografi, lingkungan hidup, dan sebagainya. Untuk lebih jelasnya lihat kembali gambar 4.1.

Dalam menginterpretasi citra, pengenalan objek merupakan bagian yang sangat penting, karena tanpa pengenalan identitas dan jenis objek, maka objek yang tergambar pada citra tidak mungkin dianalisis. Prinsip pengenalan objek pada citra didasarkan pada penyelidikan karakteristiknya pada citra. Karakteristik yang tergambar pada citra dan digunakan untuk mengenali objek disebut unsur interpretasi citra.

## B. Unsur Interpretasi Citra

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam mengamati kenampakan objek dalam foto udara, yaitu:

### 1. Rona dan Warna

Rona atau tone adalah tingkat kecerahan atau kegelapan suatu objek yang terdapat pada foto udara atau pada citra lainnya. Pada foto hitam putih rona yang ada biasanya adalah hitam, putih atau kelabu (lihat gambar 4.2). Tingkat kecerahannya tergantung pada keadaan cuaca saat pengambilan objek, arah datangnya sinar matahari, waktu pengambilan gambar (pagi, siang atau sore) dan sebagainya.

Pada foto udara berwarna, rona sangat dipengaruhi oleh spektrum gelombang elektromagnetik yang digunakan, misalnya menggunakan spektrum ultra violet, spektrum tampak, spektrum infra merah dan sebagainya. Perbedaan penggunaan spektrum gelombang tersebut mengakibatkan rona yang berbeda-beda. Selain itu karakter pemantulan objek terhadap spektrum gelombang yang digunakan juga mempengaruhi warna dan rona pada foto udara berwarna.

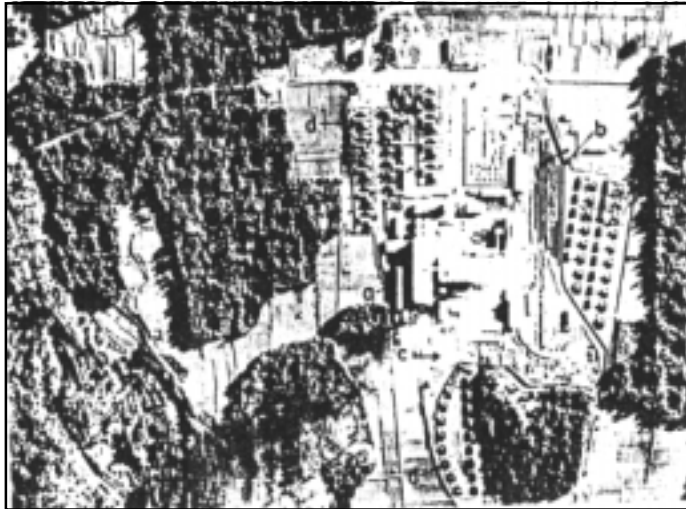


**Gambar 4.2.** Rona fotografi diukur dalam bayangan dari: kelabu putih pada A, kelabu muda pada B, kelabu suram pada C, dan kelabu hitam pada D. Dapat juga dengan pola yang jelas: E = seragam; F = berbintik; G = bergaris; H = berkerak; I = batas ketajaman; J = tak jelas. (David, 1993).

## 2. Bentuk

Bentuk-bentuk atau gambar yang terdapat pada foto udara merupakan konfigurasi atau kerangka suatu objek. Bentuk merupakan ciri yang jelas, sehingga banyak objek yang dapat dikenali hanya berdasarkan bentuknya saja. (Lihat gambar 4.3).

- Contoh:*
- 1) Gedung sekolah pada umumnya berbentuk huruf I, L, U atau empat persegi panjang.
  - 2) Gunung api, biasanya berbentuk kerucut.



*Gambar 4.3. Foto udara pankromatik hitam putih pabrik gula Madukismo di Yogyakarta, tahun 1959. 1 : 7.500 (atas perkenan Bakosurtanal).*

## 3. Ukuran

Ukuran merupakan ciri objek yang antara lain berupa jarak, luas, tinggi lereng dan volume. Ukuran objek pada citra berupa skala, karena itu dalam memanfaatkan ukuran sebagai interpretasi citra, harus selalu diingat skalanya.

- Contoh:* Lapangan olah raga sepakbola dicirikan oleh bentuk (segi empat) dan ukuran yang tetap, yakni sekitar (80 m - 100 m).

## 4. Tekstur

Tekstur adalah frekwensi perubahan rona pada citra. Ada juga yang mengatakan bahwa tekstur adalah pengulangan pada rona kelompok objek yang terlalu kecil untuk dibedakan secara individual. Tekstur dinyatakan dengan: kasar, halus, dan sedang (lihat gambar 4.4).

- Misalnya:* Hutan bertekstur kasar, belukar bertekstur sedang dan semak bertekstur halus.





**Gambar 4.4.** Foto udara pankromatik hitam putih daerah dekat Kota Yogyakarta, tahun 1959. 1 : 7.500 (atas perkenan Bakosurtanal).

Pabrik dapat dikenali dengan bentuknya yang serba lurus dan ukurannya yang besar (a), jauh lebih besar dari ukuran rumah mukim pada umumnya. Pabrik itu berasosiasi dengan lori yang tampak pada foto dengan bentuk empat persegi panjang dan ronanya kelabu, mengelompok dalam jumlah besar (b). Lori pada umumnya digunakan untuk mengangkut tebu dari sawah ke pabrik gula. Oleh karena itulah maka pabrik itu diinterpretasikan sebagai pabrik gula. Pada saat pemotretannya, pabrik itu sedang aktif menggiling tebu. Hal ini dapat diketahui dari asapnya yang mengepul tebal dan tertiuip angin ke arah barat daya. Pola perumahan yang teratur dan letaknya yang berdekatan dengan pabrik gula mengisyaratkan bahwa perumahan itu merupakan perumahan karyawan pabrik gula (c).

Atap pabrik gula maupun atap perumahan karyawannya yang berona cerah mengisyaratkan bahwa bangunannya merupakan bangunan baru. Hal ini diperkuat oleh kenyataan bahwa pohon-pohonan di sekitar rumah tersebut baru mulai tumbuh. Tanaman pada (a) bertekstur halus, tanaman tebu (b) yang tampak pada tepi kanan dan tepi atas foto bertekstur sedang, tanaman pekarangan (c) dan kebun kelapa bertekstur kasar. Di samping bertekstur sedang, tanaman tebu juga ditandai dengan tekstur yang seragam untuk daerah cukup luas. Hal ini disebabkan karena penggarapannya dan penanaman dapat dilakukan secara serentak. Bagi tekstur tanaman lain pada sawah yang diusahakan oleh petani, teksturnya berbeda dari petak yang satu ke petak lainnya.

Pada (d) terdapat pohon kelapa yang dapat dikenali berdasarkan tajuknya yang berbentuk bintang. Berbeda dengan bagian lain yang tanaman pekarangannya berupa campuran berbagai jenis pohon, pada bagian (d) ini yang dominan adalah pohon kelapa.

Bayangan juga merupakan salah satu unsur interpretasi citra yang penting. Di dalam contoh ini, bayangan dapat digunakan untuk mengetahui beda tinggi relatif antara tanaman tebu dan tanaman pekarangan. Tinggi pohon kelapa tampak sekitar 5 - 6 kali tinggi tanaman tebu.

## 5. Pola

Pola atau susunan keruangan merupakan ciri yang menandai bagi banyak objek bentukan manusia dan bagi beberapa objek alamiah.

*Contoh:* Pola aliran sungai menandai struktur geologis. Pola aliran trellis menandai struktur lipatan. Permukiman transmigrasi dikenali dengan pola yang teratur, yaitu ukuran rumah dan jaraknya seragam, dan selalu menghadap ke jalan. Kebun karet, kebun kelapa, kebun kopi mudah dibedakan dari hutan atau vegetasi lainnya dengan polanya yang teratur, yaitu dari pola serta jarak tanamnya.

## 6 Bayangan

Bayangan bersifat menyembunyikan detail atau objek yang berada di daerah gelap. Meskipun demikian, bayangan juga dapat merupakan kunci pengenalan yang penting bagi beberapa objek yang justru dengan adanya bayangan menjadi lebih jelas.

*Contoh:* Lereng terjal tampak lebih jelas dengan adanya bayangan, begitu juga cerobong asap dan menara, tampak lebih jelas dengan adanya bayangan. Foto-foto yang sangat condong biasanya memperlihatkan bayangan objek yang tergambar dengan jelas, sedangkan pada foto tegak hal ini tidak terlalu mencolok, terutama jika pengambilan gambarnya dilakukan pada tengah hari.

## 7. Situs

Situs adalah letak suatu objek terhadap objek lain di sekitarnya. Misalnya permukiman pada umumnya memanjang pada pinggir beting pantai, tanggul alam atau sepanjang tepi jalan. Juga persawahan, banyak terdapat di daerah dataran rendah, dan sebagainya.

## 8. Asosiasi

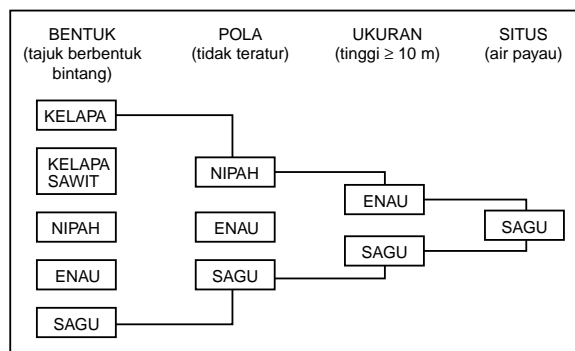
Asosiasi adalah keterkaitan antara objek yang satu dengan objek yang lainnya.

*Contoh:* Stasiun kereta api berasosiasi dengan jalan kereta api yang jumlahnya lebih dari satu (bercabang).

## 9. Konvergensi Bukti

Konvergensi bukti ialah penggunaan beberapa unsur interpretasi citra sehingga lingkungannya menjadi semakin menyempit ke arah satu kesimpulan tertentu.

*Contoh:* Tumbuhan dengan tajuk seperti bintang pada citra, menunjukkan pohon palem. Bila ditambah unsur interpretasi lain, seperti situsnya di tanah becek dan berair payau, maka tumbuhan palma tersebut adalah sagu. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar 4.5.



*Gambar 4.5. Contoh konvergensi bukti.*

Nah, Anda telah selesai mempelajari materi tentang unsur interpretasi citra. Untuk itu, coba Anda kerjakan latihan berikut ini!



**4** Cobalah Anda cari 15 istilah-istilah yang berhubungan dengan penginderaan jauh baik secara horizontal, vertikal maupun bentuk diagonal pada kotak berikut ini!

S	N	A	C	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	I
H	E	B	D	K	N	D	E	T	E	K	S	I	H	Y	Z	S	O	D	X
I	L	N	E	R	U	T	S	K	E	T	V	U	X	T	S	R	E	L	Y
J	M	C	S	Z	C	E	E	Y	X	W	V	W	P	Q	R	N	U	X	Z
K	L	D	F	O	D	F	G	R	T	U	E	S	P	A	T	I	A	L	R
I	M	E	G	H	R	H	R	S	P	N	O	Q	R	I	U	V	W	I	S
S	N	P	O	L	A	Q	K	L	M	R	P	Z	F	S	A	U	X	A	R
A	O	F	H	R	F	K	L	M	N	O	E	I	O	T	T	A	Y	R	O
I	P	G	T	O	X	G	W	S	P	E	K	T	O	R	A	L	Z	I	N
S	Q	I	N	T	E	M	P	O	R	A	L	K	A	J	I	N	W	N	A
O	C	H	M	I	J	S	Q	P	S	O	N	L	M	S	S	O	M	X	W
S	R	I	L	K	J	I	H	I	G	F	E	D	C	B	I	A	Z	Y	V
A	S	J	K	L	M	N	O	P	Q	B	E	N	T	U	K	R	S	T	U

Setelah Anda menjawab tugas/latihan di atas, semoga pengetahuan dan pemahaman tentang penginderaan jauh semakin dalam, dan teruslah bersemangat mempelajarinya. Dengan harapan besar, Anda semakin sukses di materi berikutnya. OKE?

## C. Interpretasi Citra pada Bentang Alam dan Bentang Budaya

Bentang alam dan bentang budaya merupakan objek dari penginderaan jauh. Melalui metode penginderaan jauh, keduanya dapat direkam oleh sensor sehingga menjadi citra. Dengan interpretasi citra, unsur-unsur bentang alam dan bentang budaya dapat dikenali dan hasilnya dapat dimanfaatkan sesuai dengan tujuan penelitian.

Di bawah ini disajikan contoh pengenalan unsur bentang alam dan bentang budaya dari citra penginderaan jauh yang disarikan oleh Prof. Dr. Sutanto dalam bukunya berjudul Penginderaan Jauh, tahun 1992.

### 1. Unsur Bentang Alam

#### a. Sungai

Sungai memiliki tekstur permukaan air yang seragam dengan rona yang gelap jika airnya jernih, atau cerah jika keruh. Arah aliran sungai ditandai oleh bentuk sungai yang lebar pada bagian muara, pertemuan sungai memiliki sudut lancip

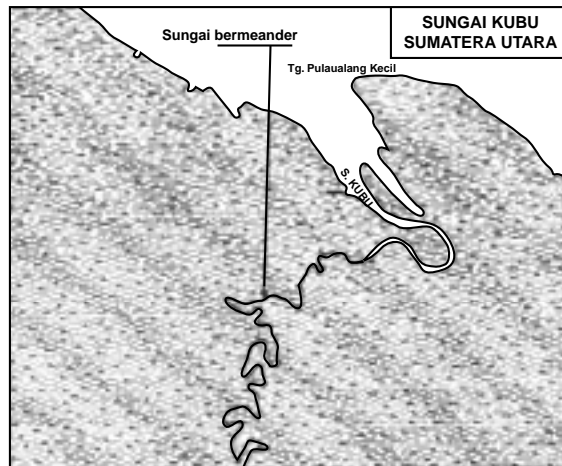
sesuai dengan arah aliran, perpindahan meander ke arah samping dan ke arah bawah (muara), gosong sungai meruncing ke arah hulu dan melebar ke arah muara (lihat gambar 4.6 dan 4.7).

*b. Dataran Banjir*

Dataran banjir memiliki permukaan yang rata dengan posisi lebih rendah dari daerah sekitar. Kadang-kadang dijumpai tempat-tempat yang tidak rata karena adanya bekas saluran atau adanya oxbow lake (danau tapal kuda). Dataran banjir memiliki rona yang seragam atau kadang-kadang tidak seragam, dan terdapat sungai yang posisinya kadang-kadang agak jauh.

*c. Kipas Aluvial dan Kerucut Aluvial*

1) Kipas aluvial berbentuk kipas dengan permukaan halus. Lereng bawahnya landai (1 – 2 derajat) dengan bagian atas yang curam, rona yang putih sampai kelabu putih dengan bagian bawah lebih gelap karena adanya vegetasi yang padat.



**Gambar 4.6.** Sungai Kubu, Sumatera Utara  
(Sumber: I Made Sandy, Geografi Regional, hal. 76).



**Gambar 4.7.** Foto udara pankromatik hitam putih sebagian Kota Samarinda,  
skala 1 : 5.000 (atas perkenan Bakosurtanal).

Kapal besar dan kecil dapat dikenali dengan mudah, dan dapat dihitung bila perlu. Rumahpun demikian pula halnya. Rumah kecilpun dapat dikenali dan diukur luasnya bila diperlukan. Air Sungai Mahakam yang berona cerah menunjukkan bahwa air itu keruh.

- 2) Kerucut aluvial bentuknya seperti kipas aluvial dengan ukuran lebih kecil. Lerengnya curam (bisa mencapai 20 derajat).

d. *Guguk Pasir (Beach Ridge)*

Gubuk pasir berbentuk sempit dan memanjang, lurus atau melengkung, igir rendah dengan permukaan air yang datar, sejajar sama lain dan sejajar pantai. Tak terdapat aliran permukaan dan erosi. Pada kawasan terbukti bentuknya sesuai garis tinggi. Daerah ini sering dimanfaatkan untuk tempat tinggal atau jalan.

e. *Hutan Bakau*

Hutan bakau memiliki rona sangat hitam karena daya pantul terhadap cahaya rendah, ketinggian pohon seragam dan tumbuh pada pantai yang becek, tepi sungai atau peralihan air payau.

f. *Hutan Rawa*

Hutan rawa memiliki rona dan tekstur tidak seragam. Hal ini disebabkan karena ketinggian pohonnya berbeda. Terletak antara hutan bakau dengan hutan rimba di kawasan pedalaman.

g. *Sagu dan Nipah*

Sagu dan nipah tergolong jenis palma. Perbedaannya adalah:

- 1) Sagu memiliki daun yang membentuk roset (bintang) sedang nipah tidak.
- 2) Sagu memiliki rona yang gelap sedang nipah berona cerah dan seragam.
- 3) Sagu tumbuh berkelompok sedang nipah tidak.
- 4) Tangkai bunga sagu memantulkan cahaya putih yang berasal dari tajuk bunga sedang nipah tidak.

## **2. Unsur Bentang Budaya**

a. *Jalan Raya dan Jalan Kereta Api*

Jalan raya dan jalan kereta api memiliki bentuk memanjang, lebarnya seragam dan relatif lurus. Tekstur halus serta rona yang kontras dengan daerah sekitar dan pada umumnya cerah. Simpang jalan tegak lurus atau mendekati tegak lurus (lihat gambar 4.8).

b. *Terowongan dan Jembatan*

- 1) Pada terowongan nampak seperti jalan atau jalan kereta api yang tiba-tiba hilang pada satu titik dan timbul lagi pada titik yang lain.
- 2) Pada jembatan nampak adanya sungai atau saluran irigasi yang menyilang jalan, terdapat bayangan karena perbedaan tinggi antara jembatan dengan sungai. Badan jembatan umumnya lebih sempit dari jalan yang menghubungkannya.

c. *Stasiun Kereta Api, Terminal Bus, dan Bandar Udara*

- 1) Pada stasiun kereta api terdapat bangunan rumah yang terpisah dari sekitarnya, nampak cabang rel kereta api dan gerbong kereta api. Pada stasiun besar nampak rel yang hilang pada satu sisi rumah dan timbul kembali pada sisi yang lain.

- 2) Pada terminal bus nampak kawasan yang datar, teratur dan luas, terdapat bangunan besar dengan deretan bus yang berjajar ke arah samping dan jaraknya rapat.
- 3) Pada bandar udara nampak lapangan yang luas, datar dan tekstur halus. Landasan yang lurus, lebar dengan pola yang teratur nampak jelas. Terdapat gedung terminal, tempat parkir pesawat dan kadang-kadang nampak pesawat terbangnya.

*d. Lapangan Sepakbola*

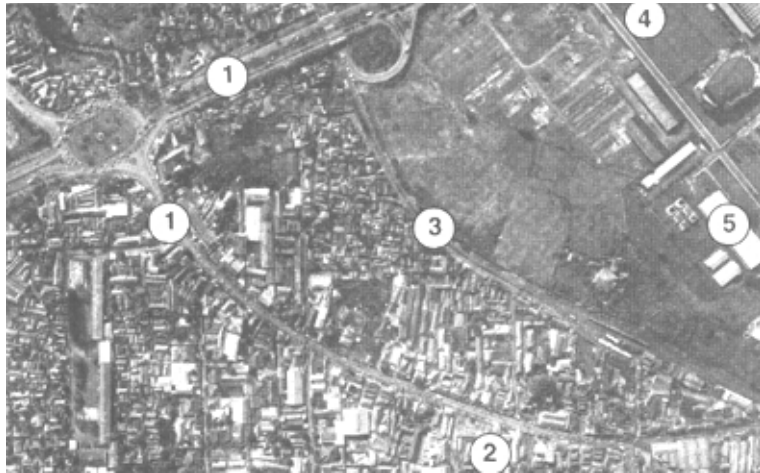
Berbentuk empat persegi panjang dengan ukuran teratur (5 : 4), dengan rona cerah dan tekstur yang halus. Pada foto skala 1 : 5.000 nampak gawang di tengah garis belakang.

*e. Rumah Permukiman*

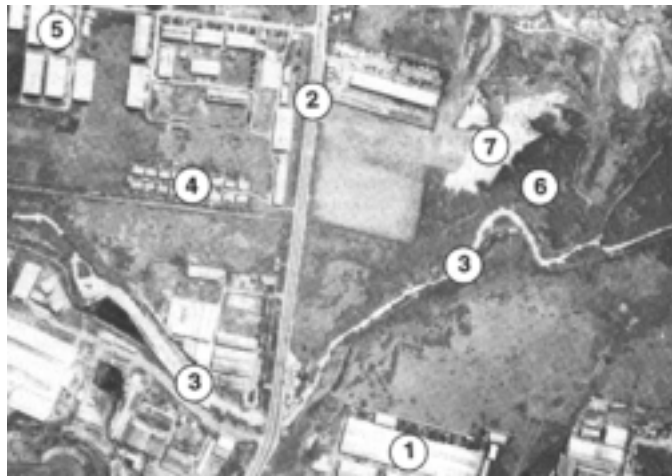
- 1) Rumah mukim berbentuk empat persegi panjang, terdapat bayangan di tengah-tengah bagian atasnya, terletak dekat jalan dan ukuran rumah relatif kecil (lihat gambar 4.8 dan 4.9).
- 2) Gedung sekolah bentuknya seperti I, L atau U dengan halaman yang teratur dan bersih serta luas.
- 3) Rumah sakit merupakan bangunan seragam, besar dan memanjang, pola teratur dengan deretan bangunan yang terpisah satu sama lain yang dihubungkan oleh bangunan penghubung. Memiliki halaman yang luas untuk parkir dan letaknya di tepi jalan.
- 4) Pabrik/industri memiliki gedung dengan ukuran besar dan pada umumnya memanjang, beberapa gedung sering bergabung dengan jarak yang dekat (rapat). Terletak di pinggir jalan, terdapat tempat bongkar muat barang, kadang-kadang nampak tangki air/bahan bakar, cerobong asap dan sebagainya (lihat gambar 4.9).
- 5) Pasar memiliki bentuk dan ukuran gedung yang teratur dan seragam. Pola teratur dengan jarak rapat, terletak di tepi jalan besar dan nampak konsentrasi kendaraan bermotor dan tidak bermotor.

*f. Tanah Pertanian dan Perkebunan*

- 1) Sawah berupa petak-petak persegi panjang pada daerah datar, pada daerah miring bentuk petak mengikuti garis tinggi. Sering nampak saluran irigasi. Jika pada sawah tersebut terdapat tanaman padi, memiliki tekstur yang halus dengan rona gelap pada usia muda, abu-abu pada usia 2 bulan dan cerah pada usia tua. Jika ditanami tebu, tekstur lebih kasar dari padi dan tampak jalur lariknya. Tekstur dan rona nampak seragam pada kawasan yang luas.



**Gambar 4.8.** Interpretasi citra dari foto udara kawasan Slipi dan sekitarnya, Jakarta Barat: 1) jalan; 2) permukiman penduduk; 3) rel kereta api; 4) lapangan rumput; 5) perkantoran.



**Gambar 4.9.** Interpretasi citra kawasan Cakung, Jakarta: 1) gedung; 2) jalan; 3) sungai; 4) permukiman penduduk; 5) kawasan industri; 6) daerah rendah ditutupi tumbuhan air; 7) daerah genangan air keruh. (Dinas Topografi DKI Jakarta, 1979).

- 2) Perkebunan karet memiliki jalur lurus dengan tinggi pohon seragam, jarak tanaman dalam jalur teratur demikian juga jarak antar jalur. Tekstur mirip beledu dengan rona yang gelap. Terletak pada ketinggian 50 - 60 m dari permukaan laut dengan relief miring.
- 3) Perkebunan kopi tampak sebagai deretan lurus titik-titik hitam dan latar belakang cerah. Pohon pelindung lebih tinggi dan lebih jarang. Jarak tanaman teratur (3 - 4 m) dan tinggi tanaman 3 - 4 m. Terletak pada kawasan yang miring sampai ketinggian 1.500 m dari permukaan laut. Tanahnya gembur dan mampu meresap air sampai dalam, dengan curah hujan lebih dari 2000 m setiap tahun.

- 4) Perkebunan kelapa memiliki pola yang teratur dengan rona yang cerah dan jarak tanaman sekitar 10 m dengan tinggi pohon mencapai 15 m. Terdapat pada daerah yang mudah meresap air dengan curah hujan yang cukup banyak. Tajuk pohon berbentuk bintang.
- 5) Perkebunan kelapa sawit memiliki tajuk yang rapat dan berbentuk bintang. Teksturnya lebih halus dari pada tanaman kelapa, rona gelap dengan jarak tanaman teratur (6 - 9 m) dan curah hujan 2.000 mm - 4.000 mm per tahun.

Setelah Anda mempelajari kegiatan belajar 4 dan memahaminya, maka Anda dapat mengerjakan tugas/tes mandiri di bawah ini.



### **KEGIATAN 3**

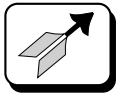
**Jawablah dengan singkat dan jelas!**

1. Sebutkanlah langkah-langkah untuk mendapatkan data geografi dari hasil penginderaan jauh!
2. Jelaskan 3 (tiga) perbedaan ciri yang terekam oleh sensor!
3. Apakah yang mempengaruhi rona dan warna? Berikan 3 contoh!
4. Apa bedanya antara citra foto dengan citra non foto?
5. Sebutkanlah 3 (tiga) contoh pengenalan objek berdasarkan bentuk!

Setelah Anda menyelesaikan jawaban tes mandiri tugas kegiatan belajar 3, maka silahkan Anda mencocokkan jawaban dengan kunci jawaban yang terdapat di akhir kegiatan/modul ini.



## PEMANFAATAN PENGINDERAAN JAUH



Setelah membaca kegiatan belajar ini, Anda diharapkan dapat:

1. menyebutkan manfaat penginderaan jauh sebagai salah satu sumber informasi;
2. menjelaskan alasan mengapa pemanfaatan penginderaan jauh mengalami peningkatan yang pesat;
3. menyebutkan pada bidang apa saja penginderaan jauh dapat bermanfaat;
4. menyebutkan 3 manfaat dalam bidang sumber daya bumi dan lingkungan; dan
5. membedakan antara manfaat satelit NOAA, SPOT dan Seasat.



Pengetahuan Anda kini semakin banyak, dan pemahamanpun tentang penginderaan jauh semakin baik. Saya percaya itu, asal Anda terus giat dan mempunyai semangat tinggi untuk maju. Maka marilah kita lanjutkan pada kegiatan belajar berikutnya. Selamat belajar!

### A. Peningkatan Manfaat Penginderaan Jauh

Anda tahu pada saat ini, pemanfaatan penginderaan jauh sebagai salah satu sumber informasi telah menunjukkan peningkatan yang cukup pesat. Beberapa alasan mengapa pemanfaatan penginderaan jauh mengalami peningkatan antara lain:

1. Melalui penggunaan citra akan diperoleh gambaran objek permukaan bumi dengan wujud dan posisi yang mirip dengan kenyataannya, relatif lengkap, dan dapat meliputi wilayah yang luas.
2. Dengan adanya teknologi, objek yang terekam dalam foto udara memiliki kesan 3 dimensi.
3. Melalui citra, dapat diketahui gejala atau kenampakan di permukaan bumi seperti kandungan sumber daya mineral suatu daerah, jenis batuan, dan lain-lain dengan cepat, yaitu melalui citra yang menggunakan sinar infra merah.
4. Citra dapat dengan cepat menggambarkan objek yang sangat sulit dijangkau oleh pengamatan langsung (lapangan). Contohnya satu lembar foto udara meliputi luas 132 km<sup>2</sup> direkam dalam waktu kurang 1 detik.
5. Dapat menggambarkan atau memetakan daerah bencana alam dalam waktu yang cepat seperti daerah yang terkena gempa, wilayah banjir, dan sebagainya.
6. Melalui penginderaan jauh dapat diperoleh data atau informasi yang cepat, tepat dan akurat.

## **B. Berbagai Pemanfaatan Penginderaan Jauh**

Penginderaan jauh bermanfaat dalam berbagai bidang kehidupan, khususnya di bidang kelautan, hidrologi, klimatologi, lingkungan dan kedirgantaraan.

### **1. Manfaat di bidang kelautan (Seasat, MOSS)**

- Pengamatan sifat fisis air laut.
- Pengamatan pasang surut air laut dan gelombang laut.
- Pemetaan perubahan pantai, abrasi, sedimentasi, dan lain-lain.

### **2. Manfaat di bidang hydrologi (Landsat, SPOT)**

- Pengamatan DAS.
- Pengamatan luas daerah dan intensitas banjir.
- Pemetaan pola aliran sungai.
- Studi sedimentasi sungai.
- Dan lain-lain.

### **3. Manfaat di bidang klimatologi (NOAA, Meteor dan GMS)**

- Pengamatan iklim suatu daerah.
- Analisis cuaca.
- Pemetaan iklim dan perubahannya.
- Dan lain-lain.

### **4. Manfaat dalam bidang sumber daya bumi dan lingkungan (landsat, Soyuz, SPOT)**

- Pemetaan penggunaan lahan.
- Mengumpulkan data kerusakan lingkungan karena berbagai sebab.
- Mendeteksi lahan kritis.
- Pemantauan distribusi sumber daya alam.
- Pemetaan untuk keperluan HANKAMNAS.
- Perencanaan pembangunan wilayah.
- Dan lain-lain.

### **5. Manfaat di bidang angkasa luar (Ranger, Viking, Luna, Venera)**

- Penelitian tentang planet-planet (Jupiter, Mars, dan lain-lain).
- Pengamatan benda-benda angkasa.
- Dan lain-lain.

Dari uraian di atas, jelaslah betapa besar manfaat pengamatan penginderaan jauh bagi dunia Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. Oleh karena itu pengetahuan mengenai penginderaan jauh ini semakin perlu ditingkatkan dan dilembagakan.

Anda telah menyelesaikan materi kegiatan belajar 4, dan melihat begitu banyak manfaat penginderaan jauh dalam berbagai kehidupan dan dunia ilmu pengetahuan. Nah, sekarang bagaimana dengan Anda? Masih terus bersemangat untuk terus mempelajarinya? Ya, saya percaya Anda pasti ingin terus mengetahui materi ini lebih lanjut, tapi sebelumnya jawab dulu tes mandiri di bawah ini, selamat menjawab!



## KEGIATAN 4

1. Jelaskanlah mengapa pemanfaatan penginderaan jauh mengalami peningkatan yang cukup pesat!
2. Sebutkanlah 3 manfaat penginderaan jauh dalam bidang sumber daya bumi dan lingkungan!
3. Sebutkan juga 3 manfaat penginderaan jauh dalam bidang Klimatologi!
4. Satelit apakah yang dipergunakan untuk penelitian tentang planet-planet?

Anda telah selesai mengerjakan tugas kegiatan belajar 4. Sebaiknya Anda cocokkan dahulu jawaban tes mandiri Anda dengan kunci jawaban yang tersedia pada akhir modul ini. Bila hasilnya baik minta tes akhir modul pada guru bina Anda. Tapi bila hasilnya belum memuaskan, silahkan ulangi lagi mempelajari modul ini. Catatlah hal-hal yang Anda anggap sulit, untuk ditanyakan kepada guru bina Anda saat tatap muka.



# PENUTUP

Selamat! Anda sudah dengan baik mempelajari materi modul ini. Dengan memahami isi modul ini Anda berarti sudah mengerti apa itu penginderaan jauh dan manfaatnya untuk berbagai bidang kehidupan maupun kemajuan ilmu dan teknologi.

Hal-hal penting yang telah Anda pelajari adalah:

Penginderaan jauh dapat diartikan sebagai ilmu atau teknik untuk mendapatkan informasi tentang objek, wilayah atau gejala dengan cara menganalisis data-data yang diperoleh dari suatu alat, tanpa kontak langsung dengan objek, wilayah atau gejala tersebut.

Perlengkapan yang diperlukan dalam proses penginderaan jauh antara lain:

- Sumber energi, terdiri dari sumber energi alamiah (matahari) dan sumber energi buatan.
- Sensor atau alat pengindera, terdiri dari sensor fotografi (kamera) dan sensor elektronik.
- Wahana atau kendaraan yang digunakan, yaitu pesawat udara atau satelit maupun radar.

Produk penginderaan jauh adalah citra, yaitu gambaran yang tampak dari suatu objek yang sedang diamati sebagai hasil liputan atau rekaman suatu alat pemantau atau sensor. Citra dapat berupa foto udara dan non foto. Citra foto dapat diklasifikasikan berdasarkan:

- Spektrum elektromagnetik yang digunakan.
- Sumbu kamera yang digunakan.
- Jenis kamera yang digunakan.
- Jenis wahana yang digunakan.
- Wahana yang digunakan.

Berdasarkan spektrum elektromagnetik yang digunakan, foto dibedakan atas foto ultra violet, ortokromatik, pankromatik dan infra merah. Berdasarkan posisi sumbu kamera saat pemotretan, foto dibedakan atas foto udara condong, dan foto udara tegak. Berdasarkan wahana yang digunakan, foto dibedakan atas foto udara dan foto satelit.

Termasuk dalam citra non foto antara lain Citra Satelit, Citra Infra Merah Thermal, Citra radar, Citra MSS, dan lain-lain. Wahana yang digunakan dalam pembuatan citra non foto antara lain satelit dan radar. Beberapa contoh satelit penginderaan jauh adalah SPOT, NOAA, GMS, Landsat dan sebagainya. Wahana radar adalah SLAR.

Untuk menganalisis foto udara dengan baik, harus diperhatikan bentuk, ukuran, pola, bayangan, rona, tekstur dan situs dari objek yang sedang diamati.

Dengan demikian Anda mampu menjelaskan penginderaan jauh sebagai pengertian dasar pengetahuan geografi. Untuk mengukur pengetahuan yang sudah Anda miliki, sebaiknya Anda mendatangi sekolah penyelenggara dan melalui guru binaan mintalah Tes Akhir Modul.

Jika Anda belum mencapai 75%, silahkan Anda mempelajari kembali modul ini. Dan menjawab kembali tes/soal-soal yang disediakan untuk mengukur kemampuan Anda sehingga mencapai 75%. Setelah itu Anda boleh melanjutkan ke materi atau modul berikutnya. Selamat berjuang! Dan sukses selalu menyertai Anda!



## KEGIATAN 1

1. Penginderaan jauh ialah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah, atau gejala dengan jalan menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap objek, daerah, atau gejala yang dikaji (menurut Lillesand dan Kiefer, 1979).
2. Untuk mendapatkan informasi tentang objek yang diindera, diperlukan tenaga yang membawanya, yaitu:
  - a. Distribusi daya
  - b. Distribusi gelombang bunyi
  - c. Distribusi tenaga elektromagnetik
3. Beda antara sensor aktif dengan sensor pasif adalah:
  - a. Sensor aktif adalah sensor yang dilengkapi dengan alat pemancar dan alat penerima pantulan gelombang, misalnya penginderaan jauh radar dan penginderaan jauh sinar.
  - b. Sensor pasif adalah sensor yang hanya dilengkapi dengan alat penerima pantulan gelombang. Misalnya penginderaan jauh satelit.
4. Yang dimaksud dengan resolusi spasial adalah kemampuan sensor untuk merekam gambar terkecil.
5. Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah tenaga matahari untuk sampai ke permukaan bumi adalah:
  - a. Waktu
  - b. Lokasi
  - c. Kondisi cuaca

## KEGIATAN 2

- |      |      |
|------|------|
| 1. B | 5. A |
| 2. D | 6. D |
| 3. C | 7. C |
| 5. C |      |

## KEGIATAN 3

1. Langkah-langkah untuk mendapatkan data geografi dari hasil penginderaan jauh adalah:
  - a. deteksi;
  - b. identifikasi; dan
  - c. analisis

2. Perbedaan ciri yang terekam oleh sensor, yaitu:
  - Spektoral, ialah ciri yang dihasilkan oleh interaksi antara tenaga elektromagnetik dan benda yang dinyatakan dengan rona dan warna.
  - Spasial, ialah ciri yang terkait dengan ruang yang meliputi bentuk, ukuran, bayangan, pola, tekstur, situs, dan asosiasi.
  - Temporal, ialah ciri yang terkait dengan umur benda atau saat perekaman.
3. Yang dapat mempengaruhi rona dan warna adalah spektrum gelombang elektromagnetik yang digunakan.  
*Contohnya:* a. spektrum ultra violet  
b. spektrum tampak  
c. spektrum infra merah
4. Beda citra foto dan non foto adalah:
  - a. Citra foto adalah foto yang dibuat dengan pesawat terbang dengan menggunakan kamera sebagai sensornya.
  - b. Citra non foto adalah foto yang dibuat dengan satelit dan menggunakan bagian spektrum elektromagnetik.
5. Tiga pengenalan objek berdasarkan bentuk adalah:
  - Gedung sekolah biasanya berbentuk huruf L, U, dll.
  - Gunung berapi berbentuk kerucut.
  - Tajuk pohon palma berbentuk bintang.

## **KEGIATAN 4**

1. Tiga manfaat penginderaan jauh sebagai salah satu sumber informasi adalah:
  - a. Karena melalui citra dapat diketahui objek permukaan bumi dengan wujud dan posisi yang mirip dengan kenyataan.
  - b. Citra dapat dengan cepat menggambarkan objek yang sulit dijangkau oleh pengamatan langsung.
  - c. Data atau informasi tentang kenampakan permukaan bumi didapat secara cepat, tepat dan akurat.
2. Dalam bidang: hidrologi, kelautan dan klimatologi.
3. Manfaat penginderaan jauh dalam bidang klimatologi antara lain untuk:
  - a. Pengamatan iklim suatu daerah
  - b. Analisis cuaca
  - c. Pemetaan iklim dan perubahannya
  - d. Dan lain-lain
4. Satelit yang dipergunakan untuk penelitian tentang planet-planet adalah satelit Ranger, Viking, Luna dan Venera.

## DAFTAR PUSTAKA

- Estes J.E., **Imaging with Photographic and Nonphotographic Sensor System, In : Remote Sensing Tehciques for Environtmental Analysis**, California: Hamilton Publishing Compagny, 1974.
- Lillesand, Kiefer, **Penginderaan jauh dan Interpretasi Citra**, Gajah Mada University Press, 1988.
- Lindgren, D.T., **Land use Planning and Remote Sensing**, Doldrecht: Martinus Nijhoff Publisher, 1985.
- Drs. Mamat Ruhimat, **Penuntun Belajar Geografi I**, Bandung: Ganeca Exact.
- Sutanto, prof., **Penginderaan jauh, Jilid I**, Fakultas Geografi, Gajah Mada University Press, 1998.
- Tim Geografi SMU DKI, **Kurikulum 1994 Suplement GBPP 1995, Geografi SMU Jilid IA**, Jakarta: Erlangga.