

DAUD YUSUF



PENGINDERAAN JAUH

ISBN : 978-602-6204-35-6

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga buku yang berjudul Penginderaan Jauh. Buku ini selain bertujuan untuk memenuhi permintaan tentang bagaimana mempelajari konsep-konsep penginderaan jauh dengan cara lebih konperhensif dan terbaru, juga merupakan usaha penulis untuk memenuhi permintaan para pembaca utamanya mahasiswa untuk diterbitkan.

Pembahasan menyangkut mata kuliah penginderaan jauh ini membicarakan tentang konsep dasar penginderaan jauh, komponen penginderaan jauh, analisis data penginderaan jauh, klasifikasi dan pemanfaatan citra penginderaan jauh dalam kajian fenomena geografis.

Dengan selesainya buku ilmiah ini, diharapkan dapat menjadi usaha partisipasi dalam pengembangan pengetahuan dan ibadah nyata bagi penulis, disamping juga dapat dimanfaatkan oleh para mahasiswa, pendidik, pengelola lembaga kependidikan, serta para profesional muda yang tertarik untuk mendalami penerapannya di bidang keahlian penginderaan jauh. Amin.

Gorontalo, Desember 2017

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
Daftar Gambar.....	iv
Daftar Tabel.....	v
BAB I PENDAHULUAN	1
I. Konsep Dasar Penginderaan Jauh.....	1
II. Elemen-Elemen Penginderaan Jauh.....	3
III. Penginderaan Jauh Sebagai Ilmu.....	3
IV. Keunggulan Penginderaan Jauh Dibandingkan <i>Terrestrial</i>	8
BAB II KOMPONEN DALAM SISTEM PENGINDERAAN JAUH	13
I. Sumber Tenaga.....	13
II. Interaksi Tenaga Dalam Atmosfer.....	16
III. Interaksi Tenaga dengan Kenampakan Muka Bumi.....	18
IV. Perolehan dan Interpretasi Data.....	21
V. Sistem Penginderaan Jauh Ideal.....	22
BAB III ANALISIS DATA DALAM PENGINDERAAN JAUH	25
I. Analisis Data Penginderaan Jauh Secara Manual	25
II. Analisis Data Penginderaan Jauh Secara Digital.....	29
BAB IV CITRA PENGINDERAAN JAUH RESOLUSI RENDAH, MENENGAH, DAN TINGGI	33
I. Citra Bersolusi Rendah	33
II. Citra Resolusi Menengah.....	38
III. Citra Resolusi Tinggi	42
BAB V JENIS – JENIS FOTO UDARA	52
I. Foto Ultraviolet	52
II. Foto Ortokromatik.....	53
III. Foto Pankromatik Hitam Putih.....	53
IV. Foto Pankromatik Berwarna.....	54
V. Foto Inframerah Hitam Putih.....	54

VI. Foto Inframerah Berwarna.....	56
VII. Foto Multispektral	57
VIII. Foto Lain.....	59
BAB VI DASAR-DASAR PENGLIHATAN STEREOSKOPIK.....	60
I. Pengertian Penglihatan Stereoskopik.....	60
II. Alat-alat pengamat stereoskopik.....	61
BAB VII KLASIFIKASI DALAM PENGINDERAAN JAUH	69
I. Pembuatan foto udara tegak.....	69
II. Skala Foto Udara	72
III. Liputan Medan Foto Udara.....	76
BAB VIII PENGINDERAAN JAUH SISTEM TERMAL, GELOMBANG MIKRO, DAN RADAR	79
I. Penginderaan Jauh Sistem Termal.....	79
II. Penginderaan Jauh Sistem Gelombang Mikro.....	85
III. Penginderaan Jauh Sistem Radar.....	87
BAB IX PERANAN PENGINDERAAN JAUH DALAM KAJIAN FENOMENA GEOGRAFI	93
I. Penginderaan Jauh Untuk Studi Geografi Fisik.....	93
II. Penginderaan Jauh untuk Pengembangan Wilayah Pedesaan ...	105
III. Penginderaan Jauh untuk Studi Geografi Manusia	106
DAFTAR PUSTAKA	111

Daftar Gambar

Gambar 1. Kurva pantulan tenaga dengan tubuh air	18
GAMBAR 2. Kurva Pantulan Vegetasi.....	20
Gambar 3. Kurva Pantulan SpeKtral Air, Vegetasi dan Tanah.....	20
GAMBAR 4. Sistem penginderaan jauh.....	24
GAMBAR 5. Kurva Pantulan Pada Rumput, Pohon Berdaun lebar dan Pohon Berdaun Jarum	55
Gambar 6. Kurva Pantulan Padi Sehat dan Padi Terserang Penyakit.....	56
Gambar 7. Kurva pantulan tanah, Air dan Vegetasi sehat	58
Gambar 8. Pertampalan Depan dan Pertampalan Samping	61
Gambar 9. Stereoskop Lensa Abrams Model CF-8.....	62
Gambar 10. Galileo Outdoor Stereoscope.....	63
Gambar 11. Stereoskop Cermin TOPCON.....	65
Gambar 12. Stereoskop Penyiam Kembar.....	66
Gambar 13. Zoom 95 stereoskop	67
Gambar 14. Interpretoskop C Buatan ZENA	68
Gambar 15. Foto Udara Tegak.....	69
Gambar 16. Liputan fotografik sepanjang satu jalur terbang	71
Gambar 17. Mozaik Foto Udara berwarna.....	71
Gambar 18. Pengaruh Panjang Fokus Pada Liputan Medan.....	76
Gambar 19.a dan b adalah foto udara tegak dengan skala yang berbeda	78
Gambar 20. Citra inframerah Termal Gunung Merapi	83
Gambar 21. Daya Tembus Sinar Radar Pada Vegetasi	91

Daftar Tabel

Tabel 1. Karakteristik Satelit NOAA-AVHRR.....	35
Tabel 2. Karakteristik Panjang Gelombang Satelit	36
Tabel 3. Spesifikasi Citra Satelit GeoEye-1	45
Tabel 4. Daftar Harga Citra GeoEye-1.....	46
Tabel 5. Spesifikasi Citra Quickbird.....	47
Tabel 6. Daftar Harga Citra QuickBird.....	47
Tabel 7. Nilai pancaran benda pada suhu 20° C pada panjang gelombang (8-12) μm	81
Tabel 8. Bidang penggunaan Citra infra Merah Ternal.....	84

BAB I

PENDAHULUAN

Setelah membaca bab ini, tentang konsep penginderaan jauh, para pembaca diharapkan memiliki kompetensi seperti berikut:

1. Mampu menjelaskan pengertian penginderaan jauh
2. Mampu menjelaskan elemen-elemen penginderaan jauh
3. Mampu menjelaskan penginderaan jauh sebagai ilmu
4. Mampu menjelaskan keunggulan penginderaan jauh dengan siste terrestrial

1. Konsep Dasar Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah atau fenomena yang dikaji (Lilesand dan Keifer, 1990)

Tujuan dari penginderaan jauh adalah untuk menyadap data dan informasi dari citra foto dan nonfoto dari berbagai objek di permukaan bumi yang direkam atau digambarkan oleh alat pengindera buatan (sensor). Dasar-dasar interpretasi penginderaan jauh merupakan

pengetahuan dasar yang harus dikuasai sebelum mempelajari dan melakukan interpretasi foto maupun nonfoto dalam bidang apapun.

Penginderaan jauh merupakan aktifitas untuk dapat mengidentifikasi, dan menganalisis objek atau kenampakan dengan menggunakan sensor pada posisi pengamatan daerah kajian (Avery, 1985).

Penginderaan jauh adalah berbagai Teknik yang dikembangkan untuk perolehan dan Analisa informasi tentang bumi. Informasi tersebut khusus berbentuk radiasi elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan dari permukaan bumi (Lingdren, 1985).

Sensor yang dimaksud dalam batasan ini adalah alat pengindra seperti kamera, alat penyiam (*scanner*), dan alat radiometer yang masing-masing dilengkapi dengan detektor di dalamnya. Sedangkan wahana untuk penempatan sensor bisa berupa balon udara, pesawat terbang, satelit, serta wahana lainnya.

Pengertian citra dalam Bahasa Inggris dapat diartikan sebagai *image* atau *imagery*, menurut Ford (1989) *image* adalah gambaran suatu obyek atau suatu perwujudan, dan suatu *image* biasanya berupa sebuah peta, gambar atau foto. *Imagery* adalah gambaran visual tenaga yang direkam dengan menggunakan piranti penginderaan jauh.

99. Elemen-Elemen Penginderaan Jauh

Proses analisis data meliputi pengujian data dengan menggunakan alat interpretasi dan alat pengamatan untuk menganalisis data piktorial, dan atau komputer untuk menganalisis data sensor numerik. Data rujukan tentang sumberdaya alam yang dipelajari, seperti peta tanah, data statistik tanaman, atau uji lapangan, digunakan untuk analisis data. Hasil interpretasi disajikan dalam bentuk peta, tabel, atau laporan. Akhirnya informasi tersebut diperuntukkan bagi para pengguna yang dimanfaatkan untuk proses pengambilan keputusan (Lilesand dan Keifer,1990)

999. Penginderaan Jauh Sebagai Ilmu

Penginderaan jauh merupakan ilmu karena: 1) dilakukan atau diperoleh dengan jalan belajar atau latihan, 2) merupakan pengetahuan sistematis, 3) dilakukan dengan observasi dan klasifikasi fakta, karena foto udara dan citra satelit menyajikan gambaran tentang kenyataan yang ada dipermukaan bumi, dan 4) dapat digunakan untuk menemukan kebenaran secara umum, misalnya sebagai model.

Everett dan simonett (1976), mengemukakan penginderaan jauh merupakan ilmu karena karakteristiknya yang berupa; 1) konsepsi dasarnya dan 2) filosofinya.

1. Konsepsi dasar

Ada empat konsepsi dasar yang mencirikan penginderaan jauh sebagai ilmu, yakni a) diskriminasi, b) resolusi, c) strategi jamak, dan d) peranannya sehubungan dengan pengelolaan.

(1) Diskriminasi

Diskriminasi atau pembedaan obyek dilakukan melalui tiga kegiatan yang mencerminkan tingkat kerinciannya, yakni deteksi (global), identifikasi (setengah rinci), dan analisis (rinci). Didalam deteksi ditentukan ada atau tidak adanya suatu objek, misalnya objek yang berupa savana. Didalam strategi pengambilan contoh secara bertingkat, deteksi digunakan untuk menentukan populasi bentangnya, di dalam contoh tersebut berupa bentangan dengan luas savana. Di dalam identifikasi ditemukan pohon di dalam savana tersebut, misalnya pohon akasia, sedang pada analisis ditentukan jumlah pohonnya, misalnya 12 pohon tiap hektar. Berdasarkan kerinciannya, maka deteksi sesuai untuk maksud umum, identifikasi untuk lingkup regional, dan analisis untuk lingkup rinci dan pekerjaan operasional. Di dalam strategi multi tingkat, maka deteksi identik dengan

tingkat 1, identifikasi dengan tingkat 2, dan analisis dengan tingkat 3.

(2) Resolusi

Kerincian informasi yang dapat disadap dari data penginderaan jauh sangat tergantung pada resolusi. Ada empat resolusi, yakni resolusi spasial, resolusi spektral, resolusi radiometrik, dan resolusi temporal. Resolusi spasial mencerminkan rincian data tentang objek yang dapat disadap dalam suatu sistem penginderaan jauh. Resolusi spasial adalah ukuran terkecil yang dapat disajikan, dibedakan, dan dikenali pada citra. Resolusi spektral menunjukkan kerincian spektrum elektromagnetik yang digunakan dalam suatu sistem sensor terhadap perbedaan terkecil kekuatan sinyal, sedang resolusi temporal merupakan frekuensi perekaman ulang bagi daerah yang sama.

Kualitas informasi yang dapat disajikan oleh data penginderaan jauh merupakan hasil “trade off” antara empat resolusi tersebut. Peningkatan salah satu resolusi diganti dengan penurunan resolusi lainnya. Sebagai contoh, bagi satelit Landsat yang resolusi temporalnya tinggi, yakni

merekam daerah yang sama tiap 16 hari, resolusi spasialnya rendah, yakni 80 m. Foto udara yang mampu menyajikan gambaran objek sebesar 2 m atau lebih kecil lagi, perekaman ulangnya atau resolusi temporalnya 3 tahun sekali atau bahkan lebih.

2. Strategi Jamak

Penginderaan jauh dapat dibedakan dalam enam kategori strategi jamak, yakni:

- (1) Bersifat multitingkat, karena sistem perekaman penginderaan jauhnya dapat dilakukan pada ketinggian yang berbeda, sehingga menghasilkan citra foto udara/citra satelit yang berbeda pula tingkat kejelasannya, maksudnya pada foto udara/citra satelit skala semakin besar, maka kejelasan objek semakin nyata,
- (2) Multispektral, yakni penginderaan jauh atas suatu daerah yang direkam dengan lebih dari satu jenis sensor/detektor yang masing-masing menggunakan spektrum elektromagnetik yang berbeda-beda,
- (3) Multitemporal apabila waktu perekamannya pada objek yang sama perekamannya dilakukan dalam selang waktu tertentu, sehingga bermanfaat dalam deteksi perubahan kondisi objek,

- (4) Multipolarisasi, yakni polarisasi lebih dari satu bidang, misalnya polarisasi untuk objek air dibuat berbeda dengan polarisasi untuk objek vegetasi,
- (5) Multipenajaman, yakni pemrosesan citra agar nampak lebih tajam dengan cara membuat beda gambaran yang satu dengan yang lainnya akan lebih jelas bedanya
- (6) Multiarah, adalah mengubah arah sensor perekaman ke berbagai arah, ada yang miring, ke arah kanan dan ke arah kiri, dan ada yang tegak lurus.

Informasi yang diperoleh dengan multitingkat, multispektral, multitemporal, multipolarisasi, multiarah dan multipenajaman pada umumnya lebih banyak dibandingkan dengan informasi yang diperoleh dengan satu tingkat, satu waktu, satu polarisasi, satu spektrum, satu penajaman, dan satu arah.

3. Filosofi

Abler, Adams, dan Gould (1971) mengatakan bahwa ilmu pengetahuan dilaksanakan dan dikembangkan oleh sekelompok ahli dengan berbagai tugasnya. Secara menyeluruh tugas mereka tertuju pada pemecahan masalah. Masalah dalam hal ini dapat dirumuskan sebagai:

- (1) Sesuatu yang aneh yang tidak biasa dan tidak pada tempatnya
- (2) Sesuatu yang kurang jelas, dan

- (3) Sesuatu yang menimbulkan tantangan.

Everett dan Simonett (1996) menyatakan bahwa yang menjadi masalah utama bagi para filosofi dalam penginderaan jauh, yakni antara lain:

- (1) Tingkat konsistensi informasi yang diperoleh,
- (2) Perubahan wujud alamiah menjadi budaya (*artepac*),
- (3) Ketidakpastian,
- (4) Tidak tepatnya ekstrapolasi antara data yang skalanya berbeda,
- (5) Masalah informasi yang bergantung pada skala, dan
- (6) Keanekaragaman parameter lingkungan secara spasial dan secara temporal untuk diubah menjadi data penginderaan jauh.

IV. Keunggulan Penginderaan Jauh Dibandingkan Terrestrial

Penggunaan penginderaan jauh meningkat selama lima dasawarsa terakhir ini, hal ini disebabkan oleh beberapa hal antara lain:

1. Citra penginderaan jauh menggambarkan objek, daerah, dan gejala dipermukaan bumi:
 - (1) Wujud dan letak objek yang mirip dengan wujud dan letak objek yang sebenarnya dipermukaan bumi,
 - (2) Relatif lengkap,
 - (3) Meliputi daerah luas,

- (4) Sifatnya permanen, dengan demikian citra merupakan alat yang baik untuk pembuatan peta baik sebagai sumber data maupun sebagai kerangka letak. Bagi daerah yang belum ada petanya, dapat digunakan sebagai substitusi peta. Selain itu dapat juga digunakan sebagai model di lapangan. Berbeda dengan peta yang merupakan model simbolik dan formula metematik berupa model analog, citra, utamanya foto udara merupakan model ikonik, karena wujud gambarnya mirip objek sebenarnya di lapangan (sutanto, 1994).

Penggunaan citra oleh berbagai bidang ini, maka harga tiap citra menjadi relatif murah. Satu lembar citra meliputi daerah luas. Bagi foto udara berskala 1:50.000 dan berukuran standar 23 x 23 cm, tiap-tiap foto udara meliputi daerah seluas 132 km².satu lembar foto udara berskala 1: 100.000 meliputi daerah seluas 529 km². satu lembar citra satelit Landsat IV yang dibuat dari ketinggian 70 km dipermukaan bumi, meliputi daerah seluas 34.000 km².

2. Citra foto udara yang bertampalan dapat dilihat secara tiga dimensional dengan menggunakan stereoskop. Kenampakan ini sangat menguntungkan dalam berbagai hal, karena;
 - (1) Menyajikan model lapangan yang jelas,
 - (2) Relief menjadi lebih jelas karena adanya pembesaran vertikal,
 - (3) Memungkinkan pengukuran beda tinggi yang dapat dimanfaatkan untuk membuat peta kontur, perencanaan lintasan jalan, dan saluran irigasi, maupun sistem jaringan yang lainnya,
 - (4) Memungkinkan pengukuran volume, seperti volume kayu dan volume tanah yang harus digali atau diisikan pada perencanaan pembuatan jalan, dan
 - (5) Memungkinkan pengukuran lereng untuk menentukan kelas lahan, konservasi lahan, dan keperluan lainnya.
3. Objek dapat dikenali antara lain berdasarkan beda suhu, yakni yang direkam pada citra inframerah termal. Kota yang tidak nampak pada malam hari, dengan perekaman menggunakan spektrum termal dapat diwujudkan dalam bentuk citra yang cukup jelas. Kebocoran pipa gas bawah tanah atau kebakaraan tambang batubara bawah tanah, mudah dikenali pada citra inframerah

termal. Objek tersebut tidak tampak oleh mata, karena terletak di bawah permukaan tanah. Meskipun terlihat langsung oleh mata, limbah air panas yang keluar dari suatu industri tidak dapat dibedakan dengan air lainnya, karena nampak dengan wujud yang sama. Air panas dapat dikenali dengan baik pada citra inframerah termal, termasuk jaraknya dari industri asalnya. Pengetahuan semacam ini penting dalam rangka menjaga kelestarian lingkungan hidup pada ekologi perairan.

4. Pemetaan atau penelitian secara teresterial pada daerah rawa, hutan, dan pegunungan akan sangat sulit sekali pelaksanaannya dan memerlukan biaya yang relatif tinggi. Dalam keadaan cuaca yang memungkinkan, daerah tersebut data direkam dengan cepat. Perekaman satu lembar foto udara yang meliputi daerah seluas 132 km^2 dilakukan dalam waktu kurang dari satu detik, sedang perekaman dalam citra Landsat yang meliputi 34.000 km^2 dilakukan dalam waktu 25 detik. Selain itu interpretasi citra dapat dilakukan di dalam ruang atau laboratorium pada siang maupun malam hari, dalam keadaan hujan sekalipun. Inilah yang menyebabkan bahwa penggunaan teknik penginderaan jauh untuk kegiatan pemetaan dan penelitian benar-benar menghemat

waktu dan biaya, dan yang lebih penting dengan hasil yang memadai.

5. Penginderaan jauh merupakan satu-satunya cara pemetaan daerah bencana. Misalnya, pemetaan daerah banjir, daerah bencana gempa bumi, letusan gunung api, longsor, tsunami dan sebagainya.
6. Citra satelit mempunyai periode ulang yang pendek. Misalnya Landsat periodik selama 16 hari sekali. NOAA dua hari sekali, dan citra-citra lainnya. Dengan demikian citra merupakan alat yang baik sekali untuk memantau perubahan yang terjadi secara cepat, seperti tindakan pembakaran hutan, perubahan penggunaan lahan, pemekaran fisik kota, perubahan kualitas lingkungan, perubahan lahan garapan, dan lain sebagainya.

BAB II KOMPONEN DALAM SISTEM PENGINDERAAN JAUH

Setelah membaca bab ini, tentang komponen dalam sistem penginderaan jauh, para pembaca diharapkan memiliki kompetensi seperti berikut:

1. Mampu menjelaskan sumber tenaga sebagai komponen penginderaan jauh
2. Mampu menjelaskan interaksi dengan kenampakan muka bumi
3. Mampu menjelaskan perolehan dan interpretasi data
4. Mampu menjelaskan system penginderaan jauh ideal

1. Sumber Tenaga

Sumber tenaga alamiah maupun sumber tenaga buatan pada sistem penginderaan jauh sangat penting keberadaannya jauh. Tenaga tersebut mengenai objek dipermukaan bumi yang kemudian dipantulkan ke sensor, ia dapat juga berupa tenaga dari objek yang dipancarkan ke sensor.

Tenaga matahari yang mencapai ke permukaan bumi dipengaruhi oleh banyak hal, antara lain waktu, (jam, musim), lokasi dan kondisi cuaca. Jumlah tenaga yang diterima pada siang hari akan berbeda dengan jumlah

tenaga yang diterima pada malam hari dan pagi hari. Kedudukan matahari terhadap tempat dipermukaan bumi berubah sesuai dengan perubahan musim. Disamping itu jumlah tenaga yang diterima juga dipengaruhi oleh letak di permukaan bumi.

Tempat di ekuator menerima tenaga lebih banyak bila dibandingkan terhadap tempat-tempat yang lintangnya lebih tinggi. Untuk waktu dan letaknya yang sama, jumlah sinar yang mencapai permukaan bumi dapat berbeda bila kondisi cuaca berbeda. Semakin banyak penutupan oleh kabut dan awan, maka akan sedikit tenaga yang dapat mencapai permukaan bumi.

Jumlah tenaga yang dapat mencapai permukaan bumi dapat disajikan dalam formula sebagai berikut:

$$E = f(w, l, c) \quad (1)$$

E = tenaga yang mencapai permukaan bumi

F = fungsi

W = waktu

l = lokasi

C = cuaca

Jumlah tenaga yang diterima oleh sensor tergantung jumlah tenaga asal dan tergantung pula pada karakteristik objeknya. Bagi tenaga pantulan, jumlah tenaga yang diterima oleh sensor sebesar pantulan (%) dikalikan jumlah tenaga yang mengenai objek. Bila tenaga yang mengenai objek sebesar 100 unit, daya pantul objek 30 %, maka jumlah tenaga yang

dapat mencapai sensor 30 unit. Bagi tenaga pancaran jumlah tenaga yang mencapai sensor tergantung suhu dan daya pancar objek. Semakin banyak tenaga yang diterima oleh sensor akan semakin cerah wujud objeknya pada citra.

Daya pantul suatu objek dan daya pancar objek merupakan karakteristik spektral objek. Uraikan singkat ini diformulakan sebagai berikut:

$$e_r = f(E, P) \quad (2)$$

e_r = tenaga pantulan

E = tenaga yang mencapai objek

P = daya pantul

$$e_p = f(T, D) \quad (3)$$

e_p = tenaga pancaran

T = suhu absolut objek

D = pancaran atau daya pancar objek

Teori ini memberikan tenaga elektromagnetik yang bergerak secara harmonis berbentuk *sinusoidal* pada kecepatan cahaya (c). Jarak dari suatu puncak gelombang ke puncak gelombang lainnya disebut panjang gelombang (d), dan jumlah puncak yang melewati suatu titik tertentu dalam ruang persatuan waktu adalah frekuensi (f). berdasarkan fisika dasar, gelombang memenuhi persamaan sebagai berikut:

$$C = fd \quad (4)$$

Penginderaan Jauh

Di dalam penginderaan jauh penggolongan gelombang elektromagnetik paling sering dilakukan menurut letak panjang gelombangnya di dalam spektrum elektromagnetik.

Satuan yang paling sering digunakan untuk mengukur panjang gelombang di dalam spektrum elektromagnetik ialah mikrometer (μm). satu mikrometer sama dengan $1 \times 10^6 \mu\text{m}$. bagian spektrum tampak pada gambaran logaritmik meratakan bagian yang kecil, karena kepekaan spektral mata manusia hanya berkisar antara $\pm 0,4$ - $0,5 \mu\text{m}$, warna hijau antara $0,5$ - $0,6 \mu\text{m}$, dan warna merah antara $0,6$ - $0,7 \mu\text{m}$.

Tenaga ultraviolet membentang kearah panjang gelombang yang lebih pendek dari bagian spektrum tampak ialah energi inframerah pantulan (IR). Panjang gelombang yang lebih panjang dari ini adalah inframerah termal. Pada panjang gelombang yang jauh lebih panjang ($1 \mu\text{m}$ - 1 m) disebut bagian spektrum gelombang mikro.

99. Interaksi Tenaga Dalam Atmosfer

Interaksi tenaga dari objek ke sensor senantiasa melewati media atmosfer, dan di dalam atmosfer banyak terjadi interaksi- interaksi atmosfer, antara lain:

1. Hamburan

Hamburan Rayleigh merupakan salah satu penyebab utama adanya kabut tipis pada citra. Secara visual, kabut tersebut mengurangi kejelasan atau kontras suatu citra. Pada fotografi berwarna, kabut ini nampak kelabu kebiruan pada citra, terutama bila dipotret dari ketinggian yang tinggi.

Jenis hamburan yang lain ialah hamburan *mie* yang terjadi bila garis tengah partikel atmosfer sama dengan panjang gelombang tenaga yang diindera. Penyebab utama timbulnya hamburan mie ialah uap air dan debu atmosfer. Jenis hamburan ini cenderung mempengaruhi panjang gelombang yang lebih panjang bila dibandingkan dengan hamburan Rayleigh. Walaupun hamburan Rayleigh cenderung terjadi pada sebagian besar kondisi atmosfer, hamburan mie cukup berarti pada saat sebagian besar kondisi atmosfer, hamburan mie cukup berarti pada saat cuaca cukup gelap.

2. Serapan

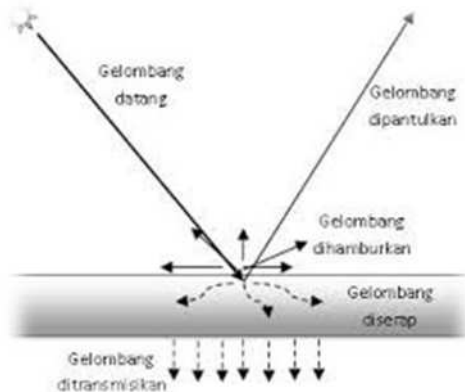
Berkebalikan dengan hamburan, serapan atmosfer menyebabkan kehilangan efektif tenaga ke pembentuk atmosfer. Biasanya ini meliputi tenaga pada panjang gelombang tertentu. Penyebab radiasi matahari yang paling efisien dalam hal ini ialah uap air, karbon dioksida (CO_2), dan ozon. Karena gas-gas tersebut cenderung menyerap tenaga elektromagnetik

pada panjang gelombang tertentu, pengaruhnya sangat besar pada bagian mana yang kita lihat secara spektral dengan sistem penginderaan tertentu. Kisaran atau julat panjang gelombang dimana atmosfer melakukan tenaga disebut *jendela atmosfer*.

Akan tetapi yang lebih penting ialah pilihan julat spektral- spektral pada sensor harus didasarkan pada cara bagaimana tenaga berinteraksi dengan kenampakan yang diteliti. Hal terakhir inilah yang merupakan elemen sangat penting.

999. Interaksi Tenaga dengan Kenampakan Muka Bumi

Apabila tenaga elektromagnetik mengenai kenampakan di muka bumi, terdapat tiga kemungkinan pokok interaksi tenaga dengan objek/ benda di muka bumi tersebut. Hal ini disajikan pada gambar 1. Yang mencerminkan interaksi tenaga dengan tubuh air.



Gambar 1. Kurva pantulan tenaga dengan tubuh air

Berbagai bagian tenaga yang mengenai tubuh air akan dipantulkan, diserap, ditransmisikan. Dengan menerapkan asas kekekalan tenaga, maka dapat dinyatakan hubungan timbal balik antara tiga jenis interaksi tenaga tersebut, sebagai berikut:

$$EL(d) = Er(d) + Ea(d) + Et(d) \dots\dots\dots(5)$$

Dimana:

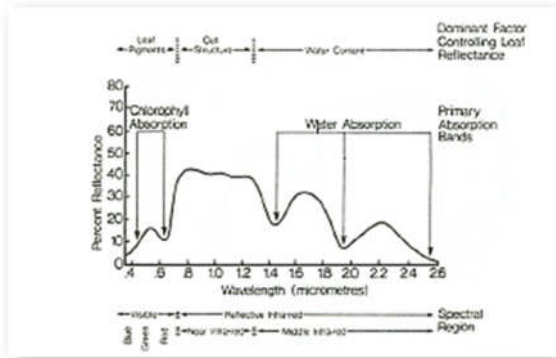
El = tenaga yang mengenai objek

Er = tenaga yang dipantulkan

Ea = tenaga yang diserap

Et = tenaga yang ditransmisikan

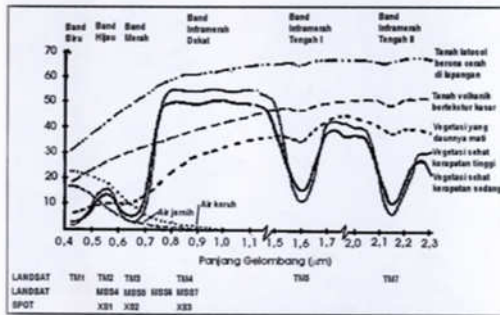
Grafik pantulan suatu objek sebagai fungsi panjang gelombang disebut kurva pantulan spektral. Konfigurasi kurva pantulan spektral memberikan informasi tentang karakteristik spektral suatu objek dan berpengaruh besar pada pemilihan saluran panjang gelombang dimana data penginderaan jauh diperoleh bagi terapan tertentu. Hal ini ditunjukkan pada gambar 5 yang menyajikan kurva pantulan spektral bagi pohon gugur daun musim (*deciduous trees*) dan pohon berdaun jarum (*coniferous trees*). Pada perbincangan ini, kita gunakan pengertian pohon gugur daun musiman merupakan pohon-pohon berdaun jarum ialah pohon-pohon seperti pinus dan spure.



GAMBAR 2. Kurva Pantulan Vegetasi

1. Pantulan Spectral Vegetasi, Tanah dan Air

Pada gambar 3 menunjukkan suatu kurva pantulan spektral bagi tiga objek utama di muka bumi, yakni vegetasi sehat berdaun hijau, tanah gundul (lempung coklat kelabu), air daun yang jernih.



Gambar 2.1. Pola spektral beberapa jenis objek.

Gambar 3. Kurva Pantulan SpeKtral Air, Vegetasi dan Tanah

Sebagai contoh, kurva pantulan untuk vegetasi sehat berdaun hijau selalu membentuk konfigurasi puncak dari lembah seperti nampak

pada gambar 6. Lembah pada spektrum tampak dipengaruhi oleh pigmen daun di dalam daun tumbuhan. Klorofil, misalnya banyak menyerap energi pada panjang gelombang yang terpusat antara 0,45 μm hingga 0,65 μm . berdasarkan hal tersebut maka kita menangkap energi pada spektrum hijau.

2. Pola Tanggapan Spektral

Setelah mengamati karakteristik pantulan spektral objek vegetasi, tanah, dan air, kita harus mengetahui bahwa jenis-jenis objek tersebut biasanya memang secara spektral bisa dipisahkan. Akan tetapi tingkat pemisahan jenis-jenis objek tersebut merupakan fungsi bagian spektral mana yang kita amati. Sebagai contoh, air dan vegetasi pada panjang gelombang tampak memantulkan tenaga yang kurang lebih sama, tetapi objek tersebut hampir selalu dapat dipisahkan pada panjang gelombang inframerah pantulan. Oleh karena tanggapan spektral berbagai objek yang terukur oleh sensor penginderaan jauh sering memungkinkan untuk menilai jenis dan kondisi objek, pantulan spektral tersebut dinamakan tanda tangan spektral (*spectral signature*).

IV. Perolehan dan Interpretasi Data

Dalam penginderaan jauh istilah foto diperuntukan secara eksklusif bagi yang dideteksi dan direkam pada film. Istilah genetik citra

digunakan untuk tiap peragaan piktorial tiap gambar. Jadi rekaman piktorial suatu pengujian termal (suatu alat penginderaan elektronik) akan disebut citra termal, bukan foto termal, karena film bukan mekanisme deteksi asli untuk citra tersebut. Istilah citra berkaitan dengan tiap produk piktorial, seluruh foto termasuk citra, akan tetapi tidak semua citra berupa foto.

Penggunaan analisis dengan bantuan komputer memungkinkan pola spektral di dalam data penginderaan jauh untuk dikaji secara lebih lengkap. Cara ini juga memungkinkan proses analisis data lebih lengkap. Cara ini juga memungkinkan proses analisis data lebih banyak diotomatiskan, lebih menghemat biaya bila dibandingkan dengan teknik interpretasi visual. Akan tetapi, komputerpun mempunyai keterbatasan untuk melakukan evaluasi pola spasial. Oleh karena itu, teknik interpretasi visual dan teknik analisis numerik di dalam memilih suatu pendekatan atau gabungan pendekatan yang terbaik pada terapan tertentu.

V. Sistem Penginderaan Jauh Ideal

Komponen tersebut meliputi:

1. Suatu sumber tenaga seragam

Sumber tenaga ini akan menyajikan tenaga pada seluruh panjang gelombang, dengan suatu keluaran tetap, diketahui kualitas tinggi, tidak tergantung pada waktu dan tempat.

2. Atmosfer yang tidak mengganggu

Atmosfer yang tidak akan mengubah tenaga dari sumbernya dengan cara apapun, baik tenaga dalam perjalanan ke muka bumi maupun yang datang dari muka bumi. Secara idealnya maka hal ini tergantung pada panjang gelombang, waktu, tempat dan tinggi terbang.

3. Serangkaian interaksi yang unik antara tenaga dan benda di muka bumi.

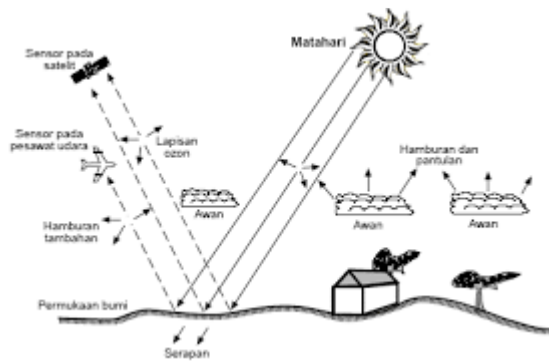
Interaksi ini akan membangkitkan pantulan dan atau pancaran sinyal yang tidak hanya selektif terhadap panjang gelombang, namun juga diketahui tidak berubah-ubah dan unik terhadap setiap jenis dan macam kenampakan di muka bumi yang menjadi perhatian kita.

4. Sensor sempurna

Alat ini merupakan sebuah sensor yang mempunyai kepekaan tinggi terhadap seluruh band, menghasilkan data spasial rinci dengan nilai kecerahan absolut dari suatu daerah kajian sebagai fungsi panjang gelombang pada seluruh spektrum.

5. Berbagai pengguna data

Para penggunaan ini harus memiliki pengetahuan yang mendalam tentang disiplin ilmu masing-masing maupun cara pengumpulan dan sistem analisis data penginderaan jauh pemakaian data yang sama akan menjadi berbagai bentuk informasi yang berbeda bagi pengguna yang berbeda, disebabkan oleh kekayaan pengetahuan mereka tentang sumberdaya bumi yang diindera.



GAMBAR 4. Sistem penginderaan jauh

BAB III

ANALISIS DATA DALAM PENGINDERAAN JAUH

Setelah membaca bab ini, tentang analisis data dalam penginderaan jauh, para pembaca diharapkan memiliki kompetensi seperti berikut:

1. Mampu menganalisis data penginderaan jauh secara manual
2. Mampu menganalisis data penginderaan jauh secara digital

1. Analisis Data Penginderaan Jauh Secara Manual

Pada analisis penginderaan jauh secara manual, cara perolehan datanya yakni dengan melakukan rekaman/ pemotretan objek di muka bumi dengan menggunakan kamera dan media yang digunakan film, sehingga hasil perekaman atau pemotretan yang diperoleh berupa foto udara. Kemudian dari hasil perekaman dalam bentuk foto udara ini dilakukan analisis dengan cara interpretasi foto udara secara visual.

Dalam interpretasi foto udara dilakukan dengan mendasarkan teknik interpretasi foto udara yang mendasarkan delapan unsur interpretasi, yakni:

1. Rona atau warna

Rona atau warna ialah tingkat kegelapan atau kecerahan atas tingkat kecerahan objek yang terekam pada foto udara. Rona ini sering dinyatakan dalam bentuk cerah, kelabu, kelabu gelap dan gelap.

2. Bentuk

Merupakan variabel yang memberikan konfigurasi atau kerangka suatu objek sering langsung digambarkan atau dinyatakan dalam bentuk bulat, empat segi panjang, segitiga dan lain sebagainya.

3. Ukuran

Ukuran adalah atribut objek pada foto udara yang antara lain berupa jarak, luas, kemiringan, isi dan tingkat objek. Karena ukuran objek merupakan fungsi skala dari foto udara yang diinterpretasikan, maka dalam melakukan pengukuran harus senantiasa dikaitkan dengan skala foto udara.

4. Tekstur

Tekstur ialah frekuensi perubahan rona pada foto udara, atau pengulangan rona kelompok objek yang terlalu kecil untuk dibedakan secara individual. Tekstur ini sering dinyatakan kasar, sedang dan halus.

5. Pola

Pola atau susunan keruangan merupakan ciri yang menandai bagi banyak objek bentukan manusia dan bagi beberapa objek alamiah lainnya. Pernyataan pola ini sering dinyatakan sebagai kompak, teratur, tidak teratur, atau agak teratur (campuran).

6. Bayangan

Bayangan bersifat menyembunyikan detail atau objek yang ada di daerah yang gelap. Bayangan sering merupakan kunci interpretasi bagi beberapa objek yang justru lebih mudah dikenali dan lebih nampak dari bayangan, misalnya untuk jenis vegetasi

7. Situs

Bersamaan dengan asosiasi situs dikelompokkan ke dalam tingkat kerumitan interpretasi yang lebih tinggi. Situs bukan merupakan ciri objek, melainkan dalam kaitan dengan lingkungan sekitarnya, atau bisa disebutkan bahwa situs adalah letak objek terhadap bentang darat atau letak objek terhadap objek lain di sekitarnya. Misalnya situs pohon kopi terletak di tanah kering karena tanaman kopi memerlukan pengukuran air yang baik.

8. Asosiasi

Asosiasi dapat diartikan sebagai keterkaitan antara objek yang satu dengan objek yang lain. Karena dengan keterkaitan ini, maka

nampaknya suatu objek pada foto udara sering merupakan petunjuk bagi adanya objek lain. Sebagai contoh, stasiun kereta api berasosiasi dengan rel kereta api dan deretan gerbang kereta api.

Setelah semua objek terinterpretasikan dengan baik, kemudian dilakukan cek lapangan untuk memberikan kebenaran dari objek yang diinterpretasikan tersebut. Analisis manual sebenarnya sampai disini cukup, namun masih bisa dilanjutkan dengan metode pengkajian secara manual.

Metode Pengkajian Secara Manual.

Pengamatan objek pada foto udara sering dimulai dengan objek yang mulai dengan objek yang mudah dikenali kearah yang sukar dikenali, atau sering dilakukan pengkajian dari kenampakan yang umum ke yang khusus, hal ini bisa dilakukan selama tidak ada bias antara kenampakan umum dan kenampakan khusus tersebut, akan tetapi yang lebih baik adalah dilaksanakan secara bersama-sama, ada dua metode pengkajian menurut Estes (1975), yakni:

1. *Fishing expedition*, dalam hal ini *interpreter* mengkaji semua kenampakan sehingga sering dihasilkan data yang lebih banyak dari yang diperlukan.

2. *logical search*, disini *interpreter* hanya mengkaji objek secara selektif dimana data yang diperlukan tergambar, metode ini lebih efisien dari *fishing expedition*.

11. Analisis Data Penginderaan Jauh Secara Digital

Informasi yang ditangkap oleh sensor untuk analisis data digital dalam bentuk angka. Satuan terkecil dilapangan yang mempunyai satuan nilai tertentu disebut *picture element* atau sering disebut *pixel*. Pada citra Landsat misalnya, besarnya *pixel* adalah 79 m x 79 m.

Pixel mempunyai nilai refleksi tertentu, perbedaan nilai tiap pixel inilah yang digunakan untuk mengenali tiap objek. Nilai refleksi ini seperti nomor registrasi pixel, sedangkan nilai karakteristik objek merupakan nilai perbandingan antara pantulan dan tenaga yang jatuh pada objek dalam bentuk presentase. Tingkat refleksi ini dapat dibedakan dari bilangan 0 hingga 127, nilai 0 untuk objek yang gelap dan 127 untuk objek yang benar-benar cerah.

Pemrosesan data secara digital bertujuan untuk: (1) Menyelesaikan data dalam jumlah banyak secara cepat, (2) Untuk memperoleh tingkat ketepatan yang tinggi. Secara garis besar pemrosesan data secara digital meliputi: (1) Perbaikan citra (*image restoration*), (2) penyadapan data (*information extraction*). Perbaikan citra meliputi: (a)

perbaikan data citra, (b) melakukan koreksi geometri, dan (c) koreksi radiometrik.

Perbaikan citra digital berarti melakukan koreksi terhadap data atau keadaan citra yang salah akibat pengaruh semua faktor yang mempengaruhi pengukuran penyinaran, akan tetapi tidak ada hubungannya dengan perubahan objek pada setiap liputan citra.

Misalnya citra yang kurang jelas gambarannya, citra ini adalah citra yang berkualitas rendah, karena data yang diberikan kurang baik. Untuk mendapatkan data yang jelas maka dilakukan proses baik. Untuk mendapatkan data yang jelas maka dilakukan proses penajaman (*enhancement*). Penajaman berarti mengubah keadaan data pada citra hingga lebih jelas dan mudah diinterpretasi. Gangguan pada citra oleh faktor dari luar secara garis besar bersifat geometris dan atmosferik. Pemrosesan data secara digital ditentukan oleh jumlah tenaga elektromagnetik yang sampai pada objek dan yang dipantulkan serta jumlah tenaga yang dapat ditangkap oleh sensor.

Pola spasial dapat dievaluasi secara digital, yakni dengan diintegrasikan pada nilai spektralnya. Pengintegrasian harus didasarkan pada asumsi bahwa pixel yang letaknya berdekatan akan membentuk spektral, data pixel harus diurutkan kemudian baru diklasifikasikan. Klasifikasi yang dilakukan dengan mengintegrasikan pola spasial kedalam

nilai spektral akan mengurangi kesalahan karena adanya efek tepi. Analisis spasial akan memberikan hasil yang baik apabila dilakukan menggunakan data digital.

Hasil Analisis Penginderaan Jauh Secara Digital

Hasil akhir dari pemrosesan data harus dapat dimanfaatkan oleh pengguna. Untuk mencapai hal tersebut maka hasil pemrosesan dapat dituangkan dalam bentuk: peta, grafik, tabel dan informasi digital.

1. Peta

Informasi yang didapat dari citra setelah diklasifikasikan dan diketahui lokasi dan agihannya dapat disajikan dalam bentuk peta. Data yang dihasilkan dari citra dikonversikan dengan simbol tertentu.

2. Grafik

Data yang diinterpretasi adalah data yang berbentuk numerik dan nilai tersebut menggambarkan hasil interaksi antara objek dan gelombang elektromagnetik yang kemudian diwujudkan dalam bentuk rona. Tingkat kecerahan dapat dengan mudah dituangkan dalam bentuk grafis.

3. Tabel

Hasil analisis dapat pula dituangkan dalam bentuk tabel. Penyusunan data angka hasil analisis ditabelkan menurut *grid*.

Tabulasi dengan dasar *grid* mempermudah dalam menentukan dan mengujinya dengan peta.

4. Arsip

Hasil proses daa dapat pula disimpan dalam bentuk peta. Data yang disimpan dalam bentuk peta dapat digunakan sebagai masukan pada Sistem Informasi Geografis (SIG).

BAB IV

CITRA PENGINDERAAN JAUH RESOLUSI RENDAH, MENENGAH, DAN TINGGI

Setelah membaca bab ini, tentang citra penginderaan jauh resolusi rendah, menengah, dan tinggi, para pembaca diharapkan memiliki kompetensi seperti berikut:

1. Mampu menjelaskan citra penginderaan jauh resolusi rendah
2. Mampu menjelaskan citra penginderaan jauh resolusi menengah
3. Mampu menjelaskan citra penginderaan jauh resolusi tinggi

1. Citra Bersolusi Rendah

Citra bersolusi rendah adalah citra-citra satelit yang memiliki resolusi spasial 30 m hingga > 1000 m. Sedangkan citra-citra dari satelit NOAA AVHRR, Terra MODIS dan Aqua MODIS dikelompokkan ke citra bersolusi rendah.

1. CITRA NOAA-AVHRR

Satelit NOAA (National Ocean and Atmospheric Administration) adalah satelit cuaca yang dioperasikan oleh National Ocean and Atmospheric Administration (NOAA) Amerika. Menurut orbit satelit satelit

NOAA bisa dibagi menjadi dua macam yaitu orbit geostasioner dan orbit polar. Satelit NOAA dengan orbit geostasioner adalah satelit yang memonitor belahan bumi bagian barat pada ketinggian 22.240 mil di atas permukaan bumi, sedangkan satelit NOAA dengan orbit polar adalah satelit yang memonitor bumi pada ketinggian 540 mil di atas permukaan bumi (NOAA 2008).

Satelit NOAA termasuk kedalam satelit sistem pasif dimana sumber tenaga utama untuk mengirim gelombang elektromagnetik berasal dari matahari. Pada umumnya satelit NOAA merekam suatu wilayah sebanyak 2 kali waktu siang dan 2 kali pada malam hari. Saat ini di atmosfer Indonesia melintas setiap hari lima seri NOAA yaitu NOAA 12, NOAA 14, NOAA 15, NOAA 16, NOAA 17. Stasiun bumi NOAA yang berada di Indonesia terletak di LAPAN, Kantor BRKP, Bitung, dan SEACORM. Aplikasi dari satelit NOAA adalah pemetaan distribusi hujan salju, pemantauan terhadap banjir, pemetaan vegetasi, analisa kelembaban tanah secara regional, pemetaan distribusi bahan bakar yang menyebabkan kebakaran liar (wildfire fuel mapping), pendeteksian kebakaran, pemantauan badai gurun dan macam-macam aplikasi yang berkenaan dengan gejala geografis, misalnya gunung api meletus.

AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) adalah sensor radiasi yang bisa digunakan untuk menentukan tutupan awan dan suhu

permukaan. Sensor ini berupa radiometer yang menggunakan 6 detector yang merekam radiasi pada panjang gelombang yang berbeda-beda. Data AVHRR terutama digunakan untuk peramalan cuaca harian dan dapat diterapkan secara luas pada banyak lahan dan perairan. Data AVHRR data digunakan untuk membuat Peta Suhu Permukaan Laut (Sea Surface Temperature maps/SST Maps), dimana dapat digunakan untuk prediksi daerah tangkapan ikan.

Tabel 1. Karakteristik Satelit NOAA-AVHRR

Dimensi	Tinggi : 165 in (4,19m) Diameter : 74 in (1,88m) Solar array area : 180,6 ft ² (16,8 m ²)
Berat	4920 lbs (2231,7 kg)
Daya (Hidup atau Mati)	879,9 W
Di Desain Sampai	> 2 years
Orbit	Ketinggian: 870 km Kemiringan: 98,856° Waktu Matahari Lokal : 13:40
Berat Peralatan	982,5 lbs (445,6 kg)
Daya Peralatan	450 W
Rata-rata Waktu Matahari ketika Melewati Ekuator	Sekitar 14:00

Rata-rata Ketinggian	870 km
----------------------	--------

Tabel 2. Karakteristik Panjang Gelombang Satelit

Karakteristik Panjang Gelombang Satelit Noaa-Avhr			
Saluran	Resolusi	Panjang Gelombang (μm)	Penggunaan
1	1.09 km	0.58-0.68	Pemetaan awal dan permukaan siang hari
2	1.09 km	0.725-1.00	Batas daratan dan perairan
3A	1.09 km	1.58-1.64	Deteksi salju dan es
3B	1.09 km	3.55-3.93	Pemetaan malam hari dan suhu permukaan laut
4	1.09 km	10.30-11.30	Pemetaan malam hari dan suhu permukaan laut
5	1.09 km	11.50-12.50	Suhu permukaan laut

2. Terra MODIS dan Aqua MODIS

Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS), adalah 36-band Spectroradiometer mengukur radiasi tampak dan inframerah dan memperoleh data yang digunakan untuk memperoleh produk mulai dari vegetasi, tutupan permukaan tanah, dan laut klorofil fluoresensi ke awan dan sifat aerosol, kejadian kebakaran, salju penutup di tanah, dan lapisan es laut di lautan. Pertama MODIS instrumen diluncurkan pada papan satelit Terra pada bulan Desember 1999, dan yang kedua diluncurkan pada Aqua pada Mei 2002.

Karakteristik Instrumen

- (1) Terpilih untuk penerbangan pada Terra (diluncurkan Desember 1999) dan Aqua.
- (2) Resolusi menengah, multi-spektral, cross-track scanning radiometer.
- (3) Mengukur sifat fisik atmosfer, dan sifat biologis dan fisik dari lautan dan tanah.
- (4) 36 spektral band-21 dalam 0,4-3,0 μm , 15 μm dalam waktu 3-14,5 s.
- (5) Cakupan global terus menerus setiap 1 sampai 2 hari.
- (6) Rasio signal-to-noise 900-1300 untuk 1 km band warna laut pada 70° sudut zenith matahari.
- (7) NEDT yang biasanya $<0,05 \text{ K}$ pada 300K.

(8) Akurasi radiasi mutlak dari 5% untuk <3 um dan 1% untuk > 3 m.

(9) Refleksi siang hari dan hari / malam emisi spektral pencitraan.

99. Citra Resolusi Menengah

Citra bersolusi menengah (sedang) adalah citra-citra satelit yang memiliki resolusi spasial 4 – 30 m. Citra-citra dari satelit ASTER, LANDSAT 7 dan CBERS-2 dikelompokkan pada citra bersolusi menengah.

1. Satelit ASTER

Satelit ASTER merupakan satelit berresolusi tinggi. ASTER dibangun oleh konsorsium pemerintah Jepang dengan berbagai kelompok peneliti. ASTER melakukan monitoring tutupan awan, es, temperatur lahan, penggunaan lahan, bencana alam, es lautan, tutupan salju dan pola vegetasi. Citra ini memiliki resolusi spasial 15 hingga 90 meter. Citra multispektral memiliki 14 saluran, yang memudahkan analisis obyek dengan panjang gelombang yang tidak terlihat oleh mata manusia seperti near IR, short wave IR, dan Thermal IR. Penyedia resmi citra ASTER adalah Sattelite Imaging Corporation (SIC) melalui USGS.

Karakteristik Satelit ASTER

- (1) Tanggal Peluncuran 18 December 1999 at Vandenberg Air Force Base, California, USA
- (2) Orbit 705 km altitude, sun synchronous

- (3) Inklinasi Orbit 98.3 degrees from the equator
- (4) Periode Orbit 98.88 minutes
- (5) Ketinggian 681 kilometer
- (6) Resolusi pada Nadir 15 to 90 meters
- (7) Waktu Melintas Ekuator 10:30 AM solar time
- (8) Waktu Lintas Ulang 16 days

2. Satelit Landsat-7 ETM+

Program Landsat dimulai dengan diluncurkannya satelit Landsat-1. Landsat-1 merupakan satelit pengamatan bumi (EOS/Earth Observation Sattelite) yang pertama, diluncurkan pada tahun 1972. Satelit ini terkenal dengan kemampuannya merekam permukaan bumi dari angkasa. Generasi penerus satelit Landsat-1 yaitu Landsat-2, 3, 4, 5, dan 7. Pada saat ini Landsat-7 sebagai satelit pokok yang dioperasikan.

Landsat-7 diluncurkan pada 15 April 1999. Landsat-7 ini dilengkapi dengan Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+), yang merupakan kelanjutan dari program Thematic Mapper (TM) yang diusung sejak Landsat-5. Saluran pada satelit ini pada dasarnya adalah sama dengan 7 saluran pada TM, namun diperluas dengan saluran 8 yaitu Pankromatik. Saluran 8 ini merupakan saluran berresolusi tinggi yaitu seluas 15 meter. Karakteristik Satelit Landsat-7 ETM+

- (1) Tanggal Peluncuran 15 April 1999 at Vandenberg Air Force Base, California, USA
- (2) Orbit 705 +/- 5 km (at the equator) sun-synchronous
- (3) Inklinasi Orbit 98.2 +/- 0.15
- (4) Periode Orbit 98.9 minutes
- (5) Ketinggian 681 kilometer
- (6) Resolusi pada Nadir 30x30 meter (TM), 120 m x 120 m pixel (far-infrared band/band 7)
- (7) Cakupan Citra 185 km (115 miles)
- (8) Waktu Melintas Ekuator 10:30 AM solar time
- (9) Waktu Lintas Ulang 16 days (233 orbits)
- (10) Saluran Citra Panchromatic, blue, green, red, near IR, middle IR, far IR, Thermal IR

3. CBERS-2

CBERS-2 identik dengan CBERS-1 Program lahir dari hubungan antara Brasil dan China dalam ruang segmen teknis ilmiah . CBERS-1 berhasil diluncurkan pada tanggal 21 Oktober 2003 dari Pusat Peluncuran Satelit Taiyuan di Cina. Waktu peluncuran adalah 11:16 (Beijing waktu setempat), yang sesuai dengan 1:16 (Brasilia waktu setempat). Citra satelit dari CBERS-2 digunakan dalam bidang-bidang penting, seperti penggundulan hutan dan pengendalian kebakaran di Daerah Amazon,

pemantauan sumber daya air, pertumbuhan kota, pekerjaan tanah, pendidikan dan beberapa aplikasi lainnya. Salah satu aplikasi penting adalah pemantauan cekungan hidrologi oleh ANA dan jaringan platform yang SIVAM, yang menyediakan sungai Brasil dan data hujan.

Satelit CBERS terdiri dari dua modul. Modul payload sistem optik (CCD - Resolusi Tinggi CCD Kamera, IRMSS - Infra-Red Multispektral Scanner e WFI - Wide Field Imager) dan sistem elektronik yang digunakan untuk observasi Bumi dan pengumpulan data dengan kemampuan resolusi mulai dari 20 meter sampai 260 meter. Modul layanan menggabungkan peralatan yang menjamin pasokan listrik, kontrol, telekomunikasi dan semua fungsi lainnya yang diperlukan untuk operasi satelit.

Spesifikasi Satelit CBERS-2

- (1) Resolusi 20m - 260M
- (2) Peluncuran Tanggal 21 Oktober 2001
- (3) Lokasi Peluncuran Taiyuan Satellite Launch Center di Cina
- (4) Jumlah massa 1450kg
- (5) Pembangkitan Listrik 1100W
- (6) Sun-Synchronous Orbit 778km, 14 putaran per hari
- (7) Equator Crossing Waktu 10:30 AM
- (8) Lifetime Orbit 2 tahun

CBERS-2 Spesifikasi Optik

Sensor CBERS-2 satelit dirancang untuk cakupan global dan terukur yang meliputi kamera yang membuat pengamatan optik dan untuk mengumpulkan data tentang lingkungan.

Karakteristik unik CBERS-2 adalah muatan multi-sensor dengan kemampuan resolusi spasial dan spektral yang berbeda dan frekuensi dari setiap kamera yang memungkinkan untuk berbagai aplikasi pemetaan.

999. Citra Resolusi Tinggi

Manfaat utama citra satelit resolusi tinggi, sebagai berikut :

- (1) Konprehensif, gambar/citra permukaan dengan ketajaman tinggi dapat memberi gambaran keruangan yang menyeluruh dalam area yang luas.
- (2) Diperoleh dalam waktu relatif singkat.
- (3) Efisiensi, karena tidak perlukan perijinan khusus, standar harga yang rasional dan berlaku internasional, dan pengolahan yang tidak banyak membutuhkan waktu.

Citra bersolusi tinggi adalah citra-citra satelit yang memiliki resolusi spasial 0,4 – 4 m. Sebagai contoh, citra-citra dari satelit GeoEye-1,

WorldView-2, WorldView-1, QuickBird, IKONOS, FORMOSAT-2, and SPOT-5 adalah citra bersolusi tinggi

1. Satelit IKONOS

Satelit Ikonos adalah satelit resolusi sangat tinggi yang dioperasikan oleh GeoEye. Kemampuan liputan dari satelit Ikonos adalah mencitrakan obyek di permukaan bumi dengan resolusi spasial untuk multispektral adalah 3,2 meter dan inframerah dekat (0,82mm) pankromatik. Data Citra Satelit Ikonos dapat digunakan untuk berbagai tujuan pemanfaatan, antara lain untuk pemetaan sumber daya alam daerah pedalaman dan perkotaan, analisis bencana alam, kehutanan, pertanian, pertambangan, teknik konstruksi, pemetaan perpajakan, dan deteksi perubahan. Berikut ini karakteristik satelit IKONOS :

- (1) Tanggal peluncuran 24 September 1999 di Vandenberg Air Force Base, California, USA.
- (2) Masa operasi 7 tahun lebih.
- (3) Orbid 7,5 km/detik
- (4) Kecepatan diatas bumi 6,8 km/detik
- (5) Kecepatan mengelilingi bumi 14,7 kali tiap 24 jam
- (6) Ketinggian 681 kilometer (Low Earth Orbit)

(7) Resolusi 260 Off-Nadir 1,0 meter (panchromatic) ; 4,0 meter (multispektral)

(8) Waktu lintas ulang 3 hari pada 40o latitude

(9) Sauran citra Panchromatic, biru, merah, hijau dan IR2

Kelebihan: IKONOS menyediakan data citra yang akurat, dimana menjadi standar untuk produk-produk data satelit komersial yang beresolusi tinggi. IKONOS memproduksi citra 1-meter hitam dan putih (pankromatik) dan citra 4-meter multispektral (red, blue, green dan near-infrared) yang dapat dikombinasikan dengan berbagai cara untuk mengakomodasikan secara luas aplikasi citra beresolusi tinggi (Space Imaging, 2004) Data IKONOS dapat digunakan untuk pemetaan topografi dari skala kecil hingga menengah, tidak hanya menghasilkan peta baru, tetapi juga memperbaharui peta topografi yang sudah ada. Penggunaan potensial lain IKONOS adalah .precision agriculture.; hal ini digambarkan pada pengaturan band multispektra, dimana mencakup band infra merah dekat (near-infrared). Pembaharuan dari situasi lapangan dapat membantu petani untuk mengoptimalkan penggunaan pupuk dan herbisida.

2. Citra satelit GeoEye-1

Citra GeoEye-1 adalah citra resolusi tinggi yang dimiliki oleh perusahaan GeoEye yang diluncurkan oleh Vandenburg Air Force

California pada tanggal 6 September 2008. Citra satelit ini menawarkan citra permukaan bumi dengan ketelitian luar biasa dan akurasi yang tinggi dibanding dengan citra satelit resolusi tinggi lainnya.

GeoEye-1 secara stimulan melakukan perekaman saluran pankromatik dengan resolusi spasial 0,41 meter dan saluran multispektral dengan resolusi spasial 1,65 meter. Akan tetapi berdasarkan kebijakan pemerintah AS resolusi spasial yang diperkenankan untuk kepentingan komersial adalah resolusi 0,5 meter dan 2 meter

Tabel 3. Spesifikasi Citra Satelit GeoEye-1

Imaging Mode	Panchromatic	Multispectral
Spatial Resolution	0.41 meter	1.65 meter
Spectral Range	450-900 nm	450-520 nm (blue) 520-600 nm (green) 625-695 nm (red) 760-900 nm (near IR)
Swath Width	15.2 km	
Off-Nadir Imaging	Up to 60 degrees	
Dynamic Range	11 bit per pixel	
Mission Life	Expectation > 10 years	
Revisit Time	Less than 3 day	
Orbital Altitude	681 km	
Nodal Crossing	10:30 am	

Tabel 4. Daftar Harga Citra GeoEye-1

Resolusi spasial 50 cm dan 2 m - Harga per kilometer persegi.

Product Type	Image Library (Archive)	Select Tasking (New)
50cm Panchromatic atau 2m Multispectral (4-Band) atau 50cm 3-band Pan-Sharpended	\$14	\$25
50cm 4-band Pan-Sharpended atau Bundle (50cm Pan + 4-Band 2m MS)	\$14	\$25

3. Citra Satelit QuickBird

QuickBird merupakan citra satelit dengan resolusi yang tinggi, yang dimiliki perusahaan penyedia citra satelit dari Amerika Serikat yaitu Digital Globe. Quickbird ini menggunakan Ball Aerospace's Global Imaging System 2000 (BGIS 2000), dan merupakan pengumpul citra satelit resolusi tinggi untuk tujuan komersial urutan ke -4 setelah WorldView-1. . Citra satelit ini merupakan sumber yang sangat baik dalam pemanfaatannya untuk studi lingkungan dan analisis perubahan penggunaan lahan, pertanian, dan kehutanan. Dalam bidang perindustrian, citra satelit ini

dapat dimanfaatkan untuk eksplorasi dan produksi minyak/gas, teknik konstruksi, dan studi lingkungan.

Tabel 5. Spesifikasi Citra Quickbird

Spesifikasi Citra QuickBird		
Imaging Mode	Panchromatic	Multispectral
Spatial Resolution	0.61 meter	2.4 meter
Spectral Range	445-900 nm	450-520 nm (blue) 520-600 nm (green) 630-690 nm (red) 760–900 nm (near IR)
Swath Width	16.4 km at nadir	
Off-Nadir Imaging	0-30 degrees off-nadir Higher angles selectively available	
Dynamic Range	11-bits per pixel	
Mission Life	8+ years	
Revisit Time	Approximately 3.5 days (depends on Latitude)	
Orbital Altitude	450 km	
Nodal Crossing	10:30 am	

Tabel 6. Daftar Harga Citra QuickBird

Resolusi spasial 60 cm dan 2,4 m - Harga per kilometer persegi.

Product Type	Image Library (Archive)	Select Tasking (New)
---------------------	--------------------------------	-----------------------------

60cm Panchromatic atau 2,4m Multispectral (4-Band) atau 60cm 3-band Pan-Sharpned	\$14	\$20
60cm 4-band Pan-Sharpned atau Bundle (60cm Pan + 4-Band 2,4m MS)	\$17	\$23

Karakteristik Satelit QuickBird

- (1) Tanggal Peluncuran 24 September 1999 at Vandenberg Air Force Base, California, USA
- (2) Pesawat Peluncur Boeing Delta II
- (3) Masa Operasi 7 tahun lebih
- (4) Orbit 97.2° , sun synchronous
- (5) Kecepatan pada Orbit 7.1 Km/detik (25,560 Km/jam)
- (6) Kecepatan diatas bumi 6.8 km/detik
- (7) Akurasi 23 meter horizontal (CE90%)
- (8) Ketinggian 450 kilometer
- (9) Resolusi Pankromatik : 61 cm (nadir) to 72 cm (25° off-nadir) Multi Spektral: 2.44 m (nadir) to 2.88 m (25° off-nadir))
- (10) Cakupan Citra 16.5 Km x 16.5 Km at nadir
- (11) Waktu Melintas Ekuator 10:30 AM (descending node) solar time

(12) 12 Waktu Lintas Ulang 1-3.5 days, tergantung latitude (30° off-nadir)

(13) 13 Saluran Citra Pan : 450-900 nm

Blue : 450-520 nm

Green : 520-600 nm

Red : 630-690 nm

Near IR : 760-900 nm

Kekurangan : Satelit quickbird jangkauan liputan satelit resolusi tinggi, (kurang dari 20 km) karena beresolusi tinggi dan posisi orbitatnya rendah, 400-600 km di atas Bumi.

Kelebihan : Resolusi 60 cm bila dipadukan dengan saluran multispektralnya akan menghasilkan pan- sharped image yang mampu menonjolkan variasi obyek hingga marka jalan dan tembok penjara. Citra ini mudah diinterpretasi secara visual.

4. Satelit WorldView-2

Digitalglobe'S meluncurkan Satelit Worldview-2 pada 8Oktober 2009, satelit ini mampu menghasilkan citra panchromatic (B&W) mono dan data citra satelit stereo sampai 0,5m. WorldView-2 bisa bertindak seperti suatu kuas cat, melakukan pengumpulan data area multispectral yang cukup besar. Worldview-2 sendiri bisa mencakup area hampir 1 juta km² setiap hari, menggandakan kapasitas koleksi [itu] [dari;ttg] peta

bintang [kita/kami] untuk hampir 2 juta km² per hari dan mampu mengunjungi kembali tempat manapun di atas bumi dalam 1,1 hari.

Karakteristik Satelit WorldView-2

- (1) Tanggal peluncuran 8 Oktober 2009, Vandenberg Air Force Base
- (2) Pesawat peluncur Delta 7920 (9 strap-ons)
- (3) Tinggi orbit 770 kilometers
- (4) Tipe orbit Sun synchronous, 10:30 am (LT) descending Node
- (5) Perode orbit 100 minutes; 7.25 year mission life
- (6) Dimensi satelit 4.3 meters x 2.5 meters , 7.1 meters
- (7) Sensor Bands Panchromatic
- (8) Multispectral
- (9) 8 Dynamic Range 11-bits per pixel
- (10) TimeDelayIntegration(TDI) Panchromatic - 6 selectable levels from 8 to 64 Multispectral - 7 selectable levels from 3 to 24
- (11) Cakupan citra 16.4 kilometers at nadir
- (12) Attitude Determination and Control 3-axis stabilized
- (13) Actuators Control Moment Gyros (CMGs)
- (14) Sensors Star trackers, solid state IRU

(15) GPS Position Accuracy & Knowledge < 500 meters at image
start and stop

(16) Agility Acceleration 1.5 deg/s/s

Rate: 3.5 deg/s

Time to slew 300 kilometers: 9 seconds

BAB V

JENIS – JENIS FOTO UDARA

Setelah membaca

bab ini, tentang jenis-jenis foto udara, para pembaca diharapkan memiliki kompetensi yaitu mampu menjelaskan jenis-jenis foto udara.

Jenis-jenis foto udara dibedakan atas kepekaan filmnya, yakni terdiri dari: (1) foto ultra violet, (2) foto ortokromatik, (3) foto pankromatik hitam putih, (4) foto pankromatik berwarna, (5) foto inframerah hitam putih, (6) foto inframerah berwarna, (7) foto multispektral dan (8) foto-foto lainnya.

1. Foto Ultraviolet

Jumlah tenaga elektromagnetik yang dipancarkan dari matahari terhambat pada atmosfer. Dari keseluruhan tenaga matahari yang sampai kepermukaan bumi, spektrum ultraviolet hanya berkisar 10% saja, lainnya yakni sebesar 50% berupa spektrum tampak dan 40% lainnya terpecah pada berbagai jendela atmosfer. Spektrum ultraviolet mengalami hamburan paling besar bila dibandingkan dengan spektrum tampak dan spektrum inframerah.

Keterbatasan spektrum ultraviolet pada penginderaan jauh yakni pada saluran panjang gelombang yang paling besar, yakni saluran ultraviolet dekat dengan panjang gelombang 0,3 μm hingga 0,4 μm .

99. Foto Ortokromatik

Foto ortokromatik dibuat dengan film ortokromatik yang peka terhadap panjang gelombang $0,4 \mu\text{m} - 0,56 \mu\text{m}$. Kepekaannya berbeda dengan film pankromatik dengan film inframerah. Perubahan kepekaan ini justru sering menguntungkan karena untuk jenis objek tertentu lebih dapat dikenali dengan foto yang menggunakan panjang gelombang ini.

Dua manfaat foto ortokromatik, yakni untuk studi pantai, karena filmnya peka terhadap objek dibawah permukaan air hingga kedalaman lebih besar bila dibandingkan dengan kepekaan film lainnya. Dapat juga digunakan untuk mendeteksi objek di dasar perairan pantai atau laut yang dangkal.

999. Foto Pankromatik Hitam Putih

Foto pankromatik hitam putih adalah foto yang dibuat dengan menggunakan spektrum tampak dengan panjang gelombang antara $0,4 \mu\text{m} - 0,7 \mu\text{m}$.

Keunggulan foto pankromatik hitam putih dan manfaatnya adalah sebagai berikut:

1. Kesan rona (warna) objek aslinya serupa dengan kesan mata memandang, karena kepekaan filmnya sama dengan kepekaan mata memandang.

2. Resolusi spasialnya halus, sehingga memungkinkan pengenalan objek yang berukuran kecil dapat terdeteksi.
3. Stabilitas dimensionalnya cukup tinggi, sehingga banyak digunakan dalam fotogrametri.
4. Jenis film ini telah dikembangkan sehingga orang telah terbiasa menggunakannya.

IV. Foto Pankromatik Berwarna

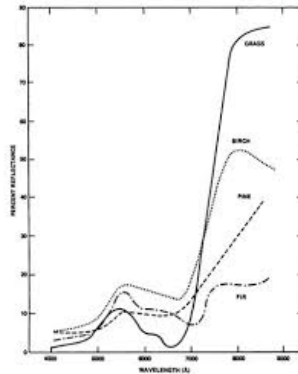
Manusia hanya mampu membedakan 200 tingkat warna (rona) pada suatu objek ataupun gambar hitam dan putih. UNTUK mengamati objek ataupun gambaran berwarna, maka mata kita dapat membedakan sekitar 20.000 warna, sehingga perbandingannya 1:100. Disinilah letak keunggulan foto pankromatik berwarna, sebagai akibatnya maka informasi yang dapat disadap dari foto pankromatik berwarna juga lebih banyak bila dibandingkan dengan pankromatik hitam putih. Hal ini disebabkan gambaran yang nampak lebih mirip objek aslinya, sehingga pengenalannya juga lebih mudah.

V. Foto Inframerah Hitam Putih

Pada dasarnya foto inframerah dibuat dengan menggunakan spektrum inframerah dekat hingga panjang gelombang $0,9 \mu\text{m} - 1,2 \mu\text{m}$.

Foto inframerah hitam putih mempunyai empat keunggulan antara lain

1. Sifat pantulannya sangat khas bagi objek vegetasi (perhatikan gambar 5)



GAMBAR 5. Kurva Pantulan Pada Rumput, Pohon Berdaun lebar dan Pohon Berdaun Jarum

2. Daya tembusnya yang sangat besar terhadap kabut tipis. Hal ini nampak sekali bila dibandingkan dengan spektrum tampak, sehingga pemotretan pada cuaca yang kurang baik, akan tetap menghasilkan rekaman objek yang lebih baik dengan menggunakan film inframerah hitam putih ini.
3. Daya serap yang lebih besar terhadap air, sehingga rekaman objek air pada foto inframerah hitam putih akan nampak gelap sekali, dan keunggulan ini sering digunakan antara lain dalam bidang hidrologi.

4. Kepekaan film inframerah yang meliputi hingga saluran ultraviolet dekat memungkinkan penggunaannya untuk perekaman (pemotretan) dengan saluran inframerah saja.

VI. Foto Inframerah Berwarna

Foto inframerah berwarna dibuat dengan hingga panjang gelombang 0,9 μm . foto inframerah berwarna sering disebut juga sebagai foto berwarna semu, sebab warna yang terekam dari objek warnanya tidak seperti objek aslinya. Kegunaan utama dari foto inframerah berwarna ini adalah untuk membedakan tanaman yang sehat dengan yang sakit. Perhatikan gambar 6 tentang kurva pantulan tanaman sehat dan yang sakit.



Gambar 6. Kurva Pantulan Padi Sehat dan Padi Terserang Penyakit

Disamping manfaat untuk perbedaan tanaman yang sehat dan sakit, foto inframerah berwarna mempunyai tiga kelebihan dalam pemanfaatannya, yakni:

1. Lebih sesuai untuk penyajian data kota, karena ia sanggup memberikan data lebih rinci seperti misalnya denah bangunan, bentuk atap, materi bangunan, kondisi jalan dan kondisi permukaan tanah.
2. Sangat bermanfaat untuk studi kualitas permukiman yakni guna menaksir tujuh variabel lingkungannya, yaitu: tempat parkir di jalan, lebar jalan, kelas jalan, kemacetan lalu lintas, jalan masuk ke halaman, kotoran jalan, dan ketidak teraturan jalan serta sarana parkir.
3. Dalam penaksiran rumah mukim, dapat ditaksir pula jenis dan bentuk atap, strukturnya, ukuran luas, serta keberadaan vegetasi di lingkungan permukiman tersebut.

099. Foto Multispektral

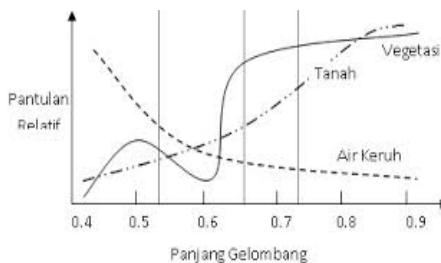
Foto multispektral merupakan keluaran penginderaan jauh multispektral. Menurut Rehder (dalam Patterson dan Rehder, 1985) penginderaan jauh multispektral ialah penginderaan jauh dengan menggunakan lebih dari satu spektrum yang pengindraannya dilakukan

pada saat yang sama dan dari tempat serta ketinggian yang sama. Sensornya berupa kamera multi lensa atau kamera tunggal berlensa jamak.

Foto multispektral menggunakan empat kelompok spektral, yakni dari panjang gelombang $0,4 \mu\text{m}$, hingga $1,1 \mu\text{m}$ yang terdiri dari empat kelompok saluran spektrum, yakni: (a) saluran biru ($0,4 \mu\text{m}$ - $0,5 \mu\text{m}$), (b) saluran hijau ($0,5 \mu\text{m}$ - $0,6 \mu\text{m}$), (c) saluran merah ($0,6 \mu\text{m}$ - $0,7 \mu\text{m}$), dan (d) saluran inframerah ($0,7 \mu\text{m}$ - $1,1 \mu\text{m}$).

Keunggulan utama manfaat foto multispektral adalah terletak pada kemampuannya untuk mempertajam beda rona antara dua objek atau lebih. Penajaman rona pada foto multispektral dapat dimanfaatkan untuk: (a) pengamatan visual tanpa perubahan, (b) pegamatan visual dengan pengamatan kembali, dan (c) pengamatan visual dengan pengamat khusus (Lillesand dan Keifer, 1979).

Perhatikan gambar 7 yang terdiri dari saluran $0,4 \mu\text{m}$ hingga $1,1 \mu\text{m}$ (multispektral) untuk deteksi objek air, tanah dan vegetasi



Gambar 7. Kurva pantulan tanah, Air dan Vegetasi sehat

0999. Foto Lain

Pada butir ini akan dikemukakan tiga jenis foto, yakni: foto strip, foto panoramik, dan foto satelit.

1. Foto Strip

Foto ini dibuat dengan pesawat udara yang terbang rendah dengan kecepatan terbang yang tinggi, hal ini dimaksudkan untuk pengumpulan informasi secara cepat bagi kepentingan militer.

2. Foto panoramik

Foto panoramik dibuat juga untuk kepentingan militer. Pemotretannya dibuat dengan kamera yang senantiasa bergerak kearah kiri atau kanan pesawat dan dalam posisi tegak lurus terhadap pesawat.

3. Foto satelit

Pemotretan yang dilakukan dari satelit, antara lain dari satelit Mercury, Gemini, Apollo, Cosmos, dan skylab, yakni sejak tahun 1957 hingga tahun 1970-an telah dihasilkan lebih dari satu juta foto satelit.

BAB VI

DASAR-DASAR PENGLIHATAN STEREOSKOPIK

Setelah membaca bab ini, tentang dasar-dasar penglihatan stereoskopik, para pembaca diharapkan memiliki kompetensi yaitu, mampu menjelaskan dasar-dasar penglihatan stereoskopik.

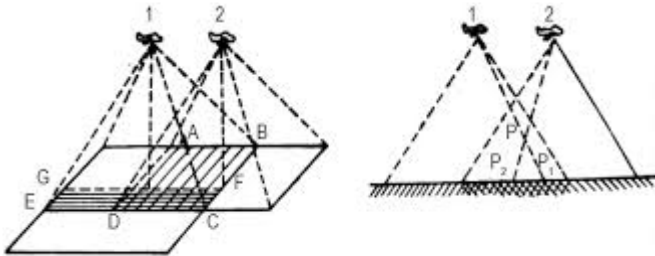
1. Pengertian Penglihatan Stereoskopik

Pengamatan stereoskopik pada pasangan citra yang bertampalan dapat menimbulkan kesan tiga dimensional bagi jenis citra tertentu, citra yang telah lama dikembangkan untuk pengamatan stereoskopik ialah foto udara, FU dapat digunakan untuk mengukur beda tinggi objek bila diketahui tinggi salah satu titik yang tergambar pada foto, disamping itu juga dapat diukur kemiringan lerengnya. Disamping foto udara dari pasangan citra radar atau citra lain yang bertampalan juga dapat menghasilkan kesan tiga dimensional bila diamati dengan stereoskop.

Syarat pengamatan stereoskopik antara lain adanya daerah yang bertampalan dan adanya paralaks pada daerah yang bertampalan tersebut. Paralaks ialah perubahan letak objek pada citra terhadap titik atau sistem acuan, pada umumnya disebabkan oleh perubahan letak titik

pengamatan. Titik pengamatan ini berupa tempat pemotretan (perekaman).

Pertampalan pada foto udara berupa pertampalan depan (*endlap*) dan bertampalan samping (*sidelap*), seperti nampak pada gambar 8.



Sumber: Penginderaan Jauh, 1998

Gambar 8. Pertampalan Depan dan Pertampalan Samping

99. Alat-alat pengamat stereoskopik

Alat pengamat stereoskopik berupa stereoskop yang dapat digunakan untuk pengamatan tiga dimensional atas foto udara (citra) yang bertampalan. Alat ini merupakan alat yang penting sekali dalam interpretasi citra, terutama bagi foto udara atau citra tertentu lainnya yang daripadanya dapat ditimbulkan perwujudan tiga dimensional pada dasarnya alat ini terdiri dari lensa atau kombinasi antara lensa cermin dan prisma. La prade selanjutnya membedakan stereoskop atas 3

kategori yakni, : (1) stereoskop lensa , (2) stereoskop cermin dan (3) stereoskop mikroskopik

1. Stereoskop lensa

Dari beraneka stereoskop yang digunakan hingga sekarang stereoskop lensa atau stereoskop saku merupakan jenis stereoskop yang banyak digunakan karena harganya murah , mudah dibawa, cara kerja dan pemeliharaanya sederhana.

Sebagian besar stereoskop lensa mempunyai spesifikasi yang sama, yaitu (a) sistem lensa yang fokusnya tertentu yakni dengan pasangan stereo pada pada bidang fokus, (b) jarak lensa disesuaikan terhadap jarak pupil mata , dan (c) dapat dilipat serta dimasukkan kedalam saku sehingga lebih sering disebut stereoskop saku, dan (d) perbesarannya berkisar antara dua hingga empat kali



Gambar 9. Stereoskop Lensa Abrams Model CF-8

Kendala utama dalam pengamatan citra dalam menggunakan lensa ialah jarak stereo yang terlalu pendek, yakni hanya sekitar jarak lensanya . pengamatan foto berukuran baku, 23 cm x 23 cm, hal ini sering mengalami kesulitan. Dua foto yang merupakan pasangan stereo harus ditumpang tindihkan agar satu objek yang tergambar pada dua foto memenuhi jarak stereonya.

Dalam pertumpang tindihan ini, tidak jarang dialami bahwa foto yang satu justru menutupi objek yang akan diamati itu pada foto lainnya. Oleh karena itu, Galileo membuat stereoskop lensa yang dilengkapi dengan bagian untuk menggulung satu diantara pasangan foto stereo itu



Gambar 10. Galileo Outdoor Stereoscope

Dengan demikian makastereoskop lensa itu dapat digunakan untuk pengamatan setiap bagian daerah pertampalan tanpa kesulitan yang berarti.

2. Steroskop cermin

Steroskop cermin dirancang untuk pengamatan stereoskopik bagi pasangan foto stereo berukuran baku yang daerah luas pertampalannya yakni 60% atau lebih. Jarak stereonya dibuat jauh lebih besar dan jarak pupil mata, yakni pada umumnya sejauh 25 cm.

Jarak stereo yaitu jarak antara satu objek yang tergambar pada pasangan foto stereo bila dipasang dibawah pengamatan stereoskopik. Dengan jarak sebesar 25 cm maka dapat dihindarkan kendala tumpang tindih yang sering dialami pada pengamatan citra dengan menggunakan stereoskop lensa .

Pada gambar 11 nampak sebuah contoh stereoskop cermin merk TOPCON, stereoskop ini merupakan jenis baku yang sering dari sepasang cermin yang dipasang pada empat kaki. Pada tiap dua kaki terpasang satu cermin. stereoskop cermin ini dilengkapi dengan ‘binokuler’ dan paralaks atau stereometer. Binokuler digunakan untuk pengamatan foto udara dengan perwujudan yang diperbesar , baik skala tegak maupun skala mendatarnya.



Gambar 11. Stereoskop Cermin TOPCON

Luas daerah pengamatanya berbanding terbalik terhadap kuadrat pembesarnya .hubungan antara keduanya dinyatakan dalam formula berikut:

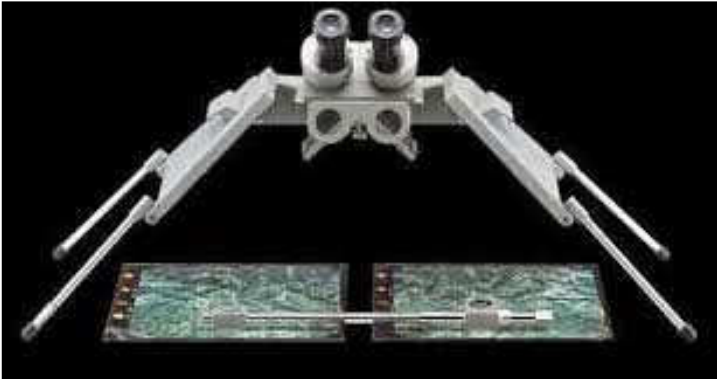
$$L = \frac{1}{p^2}$$

L= luas daerah pengamatan stereoskopik

P= perbesaran stereoskopik

Dengan demikian berarti bahwa untuk pembesaran empat kali, maka luas daerah yang dapat diamati secara stereoskopik sebesar $1/4^2 = 1/16$ luas daerah pengamatan stereoskopik tanpa binokuler, atau $1/16$ luas daerah pertampalan. Dalam mengamati seluruh daerah pertampalan harus dilakukan penggesarannya yang dilakukan dengan cara sangat cermat dan diusahakan agar kedudukan stereoskop tetap secara jalur terbang.

Stereoskop penyiam Old Delft yang disajikan pada gambar 12 adalah stereoskop penyiam kembar Old Delft. Stereoskop ini dilengkapi dengan dua set lensa pengamatan sehingga dimungkinkan untuk dilakukan pengamatan oleh dua orang sekaligus.



Gambar 12. Stereoskop Penyiam Kembar

Perbesarannya satu setengah hingga tiga kali. Pengamatan oleh dua orang penafsir secara bersama memungkinkan penafsir citra bermufakat tentang foto stereo yang sedang diinterpretasi hal banyak bermanfaat untuk maksud latihan yakni antara pelatih dan siswa, dan bermanfaat pula untuk dua orang penafsir citra dalam memecahkan masalah yang tidak dapat diatasi seorang diri.

3. Stereoskop Mikroskopik

Disebut sebagai stereoskop mikroskopik karena perbesarannya yang sangat besar sehingga besar sehingga fungsinya mirip mikroskop.

Perbesarannya serba beda. Stereoskop yang termasuk kategori ini ialah antara lain (a) stereoskop zoom dan (b) interpretoskop.

(1) Stereoskop zoom



Gambar 13. Zoom 95 stereoskop

Stereoskop zoom adalah jenis stereoskop yang lensanya diganti-ganti untuk perbesaran yang berbeda. Lensa yang perbesarannya terkecil yakni perbesaran dua setengah hingga sepuluh kali. Perbesaran yang terbesar ialah seratus kali. Keunggulan lain stereoskop ini dapat diputarannya pasangan foto stereo yang diamati . pemutarannya hingga 360°, sehingga sangat memudahkan pelaksanaan interpretasi citra, terutama yang menyangkut penyetelan foto dibawah stereoskop. Citra yang diamati dapat berupa transparansi , baik berupa positif maupun negatif . citra yang diamati dapat pula berupa citra yang dicetak pada kertas yang tidak tembus cahaya.

(2) Interpretoskop



Gambar 14. Interpretoskop C Buatan ZENA

Keunggulan alat ini terletak pada toleransinya terhadap perbedaan skala, yaitu hingga 1:7,5, antara foto kanan dan foto kiri pada jenis stereoskop lainya pengamatan stereoskopik pada foto stereo yang beda skalanya paling besar 15%. Dengan perbedaan skala yang berbanding dengan 1: 2,75 berarti dengan alat ini dapat digunakan foto stereo yang beda skalanya hingga 75%.

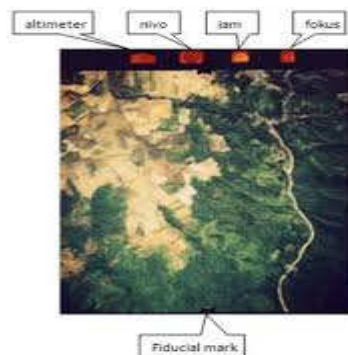
Keunggulan lain interpretoskop terletak pada sifat kembarnya, yakni dapat diamati oleh dua orang penafsir sekaligus. Hal ini sangat menguntungkan dalam pelatihan, yaitu untuk pengamatan bersama antara siswa dan pelatih maupun siswa sendiri. Meskipun tergolong dalam kategori mikroskop, perbesaran pada inter prestokop tidak sebesar pada stereoskop zoom , yakni hanya sekitar sepuluh kali.

BAB VII KLASIFIKASI DALAM PENGINDERAAN JAUH

Setelah membaca bab ini, tentang klasifikasi dalam penginderaan jauh, para pembaca diharapkan memiliki kompetensi yaitu mampu melakukan klasifikasi supervised pada citra penginderaan jauh resolusi tinggi.

1. Pembuatan foto udara tegak

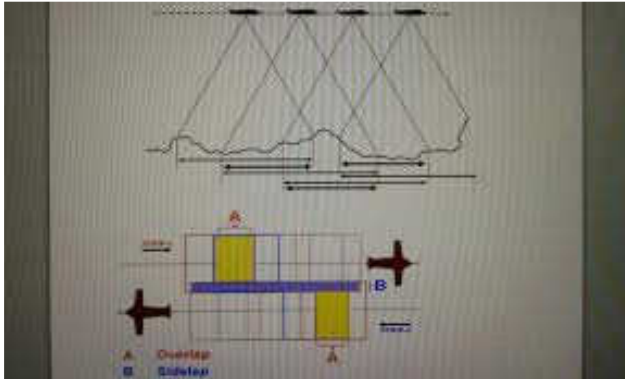
Foto udara biasanya dikelompokkan menjadi foto udara tegak dan foto udara condong. Foto udara tegak dibuat dengan sumbu kamera yang sedapat mungkin tegak lurus (perhatikan gambar 1) 5



Gambar 15. Foto Udara Tegak

Foto udara tegak yang dibuat dengan kamera kerangka berlensa tunggal sejauh ini merupakan jenis foto udara yang paling banyak digunakan pada berbagai terapan penginderaan jauh. Namun kondisi foto udara yang benar-benar tegak masih jarang diperoleh karena adanya rotasi kesudutan atau 'kesedangan' yang tidak dapat dihindarkan yakni yang disebabkan oleh sifat kesudutan pesawat terbang pada saat pemotretan. Ksedangan ini yang tidak dapat dihindari ini menyebabkan *inklinasi kecil* (1° - 3°) sumbu optik kamera yang tidakdi kehendaki atau menghasilkan foto udara sendeng (*tilted photographs*).

Gambar 1 menunjukkan sifat khusus liputan fotografik sepanjang satu jalur terbang, foto udara berikutnya biasanya dipotret dengan beberapa persen tampalan akhir (*endlap*). Tampalan ini tidak hanya menjamin liputan keseluruhan sepanjang garis terbang, namun tampalan minimum sebesar 50% sangat penting untuk memperoleh liputan stereoskopik bagi seluruh daerah penelitian. Liputan stereoskopik meliputi pasangan foto udara tegak yang saling bertampalan disebut pasangan stereo. Pasangan stereo memberikan dua sudut pandang yang berbeda bagi daerah tampalnya. hasil pengamatan stereokopik merupakan persepsi model stereo tiga dimensional.



Gambar 16. Liputan fotografik sepanjang satu jalur terbang

Suatu misi fotografi bisa membutuhkan ratusan kali pemotretan, dan sering kali dibuat mosaik indeks dengan menyusun lembar-lembar foto udara dan membentuk satu gambaran yang menyeluruh. Mosaik ini dapat digunakan sebagai rujukan terhadap daerah yang tergambar pada citra. Gambar 17 menunjukkan mosaik semacam ini.



Gambar 17. Mozaik Foto Udara berwarna

99. *Skala Foto Udara*

Metode yang paling cepat untuk menentukan skala foto udara adalah mengukur jarak di foto dan di medan antara dua titik yang dikenal, cara ini mempersyaratkan kedua titik tersebut harus dapat diidentifikasi pada foto udara dan pada peta.

Skala (s) kemudian dihitung sebagai perbandingan jarak dengan di foto (d) jarak di medan (D).

$$s = \text{Skala foto} = \frac{\text{jarak di foto}}{\text{jarak di medan}} = \frac{d}{D}$$

Contoh pertama

Dimisalkan dua perpotongan jalan yang nampak pada suatu foto udara dapat diidentifikasi pada peta topografi skala 1: 25.000. Bila jarak terukur antara dua perpotongan jalan adalah 47,2 mm pada peta, dan 94,3 mm pada foto udara, maka : (a) berapakah skala foto udara ?, (b) pada skala tersebut berapakah panjang suatu pagar yang jaraknya 42,9 mm pada foto udara?

Jawaban contoh pertama

- (a) Jarak medan antara dua perpotongan jalan ditentukan dari skala peta, yakni :

$$0,0472\text{m} \times \frac{25.000}{1} = 1180\text{m}$$

Dengan perbandingan langsung skala foto udara ialah:

$$s = \frac{0,0943 \text{ m}}{1180 \text{ m}} = \frac{1}{12.513} \text{ atau } 1 : 12.500$$

perhatikan bahwa oleh karena hanya tiga angka penting atau berarti yang disajikan pada hasil pengukuran, maka hanya tiga angka penting yang ditunjukkan pada hasil pengukuran

(a) Panjang pagar dimedan adalah

$$D = \frac{d}{s} = 0,0429 \frac{1}{12.500} = 536,25 \text{ m atau } 536$$

Persamaan (4) ini identik dengan persamaan (3), cara lain untuk menyatakan persamaan ini ialah:

$$D = \frac{f}{H - h}$$

Persamaan (5) menerapkan bentuk persamaan skala yang paling banyak digunakan

Contoh kedua

Suatu kamera yang dilengkapi dengan lensa 152 mm digunakan untuk membuat foto tegak dengan tinggi terbang 2780 m di atas muka air laut (datum). bila medannya datar dan terletak pada ketinggian 500 m, berapakah skala foto udara tersebut?

$$S = \frac{f}{H - h} = \frac{0,152}{2780\text{m} - 500\text{m}} = \frac{1}{15.000}$$

Asas paling penting yang dinyatakan oleh persamaan (5) ialah skala foto merupakan fungsi ketinggian medan (h) dari muka laut. Karena

ditunjukkan medan foto udara yang ditunjukkan pada gambar 20 memiliki skala yang dibuat di atas medan yang elevasinya bervariasi akan menunjukkan kisaran skala yang berkesinambungan sesuai dengan variasi elevasi medan.

Demikian pula foto yang mengalami kesendangan dan foto condong akan mempunyai skala yang tidak seragam.

Contoh ketiga

Dimisalkan foto udara tegak dibuat tinggi terbang 5.000 m di atas muka laut, dengan menggunakan yang panjang. Fokus lensanya 152 mm. Maka tentukan skala foto udara pada titik A dan B, yang ketinggian 1200 m dan 1960 m.

Jawaban contoh ketiga:

Dengan menggunakan persamaan (5) maka:

$$SB = \frac{f}{H - ha} = \frac{0,152}{5000 - 1200} = \frac{1}{25.000} \text{ atau } 1 : 25.000$$

$$SB = \frac{f}{H - ha} = \frac{0,152}{5000 - 1960} = \frac{1}{20.000} \text{ atau } 1 : 20.000$$

Sering lebih mudah untuk menghitung skala rerata bagi seluruh foto. Skala ini dihitung dengan menggunakan elevasi medan rerata bagi daerah yang diindra . Sebagai akibatnya, maka skala ini tepat untuk jarak

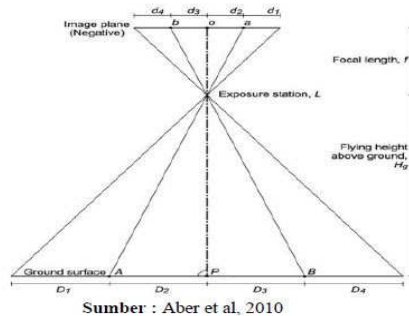
yang terdapat pada elevasi rerata dan merupakan pendekatan bagi semua titik lainnya. Skala rerata dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$S \text{ rerata} = \frac{f}{H - h \text{ rerata}}$$

Dimana h rerata merupakan elevasi rerata medan yang tergambar pada foto udara.

Hasil adanya variasi skala foto ini ialah munculnya distorsi geometrik. Semua titik dipeta digambarkan pada posisi mendatar planimetri yang benar, tetapi letak titik pada suatu foto mengalami penyimpangan dari letak sebenarnya dipeta. Perbedaan ini timbul karena peta merupakan skala proyeksi *orthografik* permukaan bumi, sedang skala foto udara merupakan skala proyeksi perspektif.

Pada suatu peta, kita melihat puncak suatu objek pada letak mendatar relatif benar. Pada foto, daerah ini medan yang elevasinya lebih tinggi akan lebih dekat kamera pada saat pemotretan oleh karena itu tampak lebih besar daripada daerah yang sama yang elevasinya rendah. lebih jauh lagi puncak objek selalu mengalami pergeseran dari posisi dasarnya (perhatikan gambar 18)



Gambar 18. Pengaruh Panjang Fokus Pada Liputan Medan

Penyimpangan ini disebut pergeseran oleh letak relief (*relief displacement*) dan menyebabkan setiap objek yang terletak di atas bidang rujukan cenderung menjauhi titik utama foto secara radial. Pergeseran berbanding terbalik terhadap tinggi oleh relief berbanding lurus dengan tinggi objek yang diindera, berbanding terbalik terhadap tinggi terbang di atas medan (H') dan berbanding lurus terhadap jarak radial titik utama. Dengan demikian maka pergeseran letak oleh relief yang terbesar akan terjadi bila objek yang tinggi tampak pada tepi foto yang dipotret dengan tinggi terbang (H_f) yang rendah.

999. *Liputan Medan Foto Udara*

Liputan medan suatu foto merupakan fungsi format kamera. Misal suatu citra yang diperoleh dari kamera berformat 230 x 230 mm memiliki liputan medan $\pm 17,5$ kali lebih besar dari pada citra yang

diperoleh dengan kamera berformat 55 x 55 mm. Berkaitan dengan suatu format merupakan fungsi panjang fokus dan tinggi terbang diatas medan (H'). Gambar 19 menunjukkan asas tersebut. Untuk tinggi terbang yang tetap, lebar liputan medan yang terliput oleh suatu foto bervariasi berbanding terbalik terhadap panjang fokus.

Sebagai akibatnya foto udara yang diperoleh dengan panjang fokus lensa yang lebih pendek memiliki luas liputan medan yang lebih besar (dan skalanya lebih kecil) daripada foto udara yang diperoleh .

Gambar 19.a,b, dan c, menunjukkan seluruh citra yang diperoleh dengan jenis kamera yang sama, di salah satu wilayah dengan kamera yang jenisnya sama dengan panjang fokus sama, akan tetap tinggi terbang yang berbeda.



Gambar 19.a dan b adalah foto udara tegak dengan skala yang berbeda

BAB VIII

PENGINDERAAN JAUH SISTEM TERMAL, GELOMBANG MIKRO, DAN RADAR

Setelah membaca bab ini, tentang penginderaan jauh sistem termal, gelombang mikro, dan radar, para pembaca diharapkan memiliki kompetensi yaitu, mampu menejalskan penginderaaan jauh sistem termal, gelombang mikro, dan radar.

1. Penginderaan Jauh Sistem Termal

Pada pengienderaan jauh sistem termal untuk mengukur atau merekam suhu pancaran berbagai benda digunakan sensor dua jendela atmosfer tersebut. Panas dapat berpindah dari satu tempat ketempat lain dengan melalau tiga cara yakni: konduksi, konveksi, dan radiasi.

Konduksi adalah perpindahan panas melalui interaksi antar molekul. Sebagai contohnya adalah perpindahan panas yang terjadi bila kita merebus makanan. Panasnya merambat dari atas kebawah sedikit demi sedikit melalui interaksi molekul yang direbus tersebut.

Konvensi, ialah perpindahan panas yang terjadi atau terbawa oleh benda panas yang terjadi atau oleh benda panas yang berpindah tempat.

Sebagai contohnya ialah panas pada air yang direbus atau pada udara panas . air maupun udara yang panas menjadi ringan dan bergerak keatas. Disitu ia sambil memberikannya kepada air atau udara di bagian atasnya.

Radiasi atau pancaran ialah perpindahan panas di dalam bentuk gelombang elektromagnetik sebagai contohnya ialah panas matahari yang dipancarkan kesegalah arah dan sebagian dari padanya mengarah serta mencapai permukaan bumi berbeda konduksi dan konveksi, yang untuk perpindahan panasnya memerlukan penghantar, perpindahan panas radiasi dapat berlangsung melalui ruang hampa.

Ada empat sifat termal benda yang mempengaruhi suhu bendanya, yakni: (1) konduktivitas termal (*thermal conductivity*) (2) kapasitas termal (*thermal capacity*) (3) kebaruan termal (*thermal diffusivity*) dan (4) ketahanan thermal (*thermal resistensy*) empat sifat termal tersebut merupakan percakapan pokok pada butir ini disamping hukum stefan-Boultzman.

1. Konduktivitas termal

Konduktivitas termal yakni tingkat penerusuan benda panas melalui suatu benda yang diukur dengan $\text{kal.cm}^{-1}.\text{det}^{-1}.\text{c}$. daerah kota merupakan konduktor panas yang lebih baik dari pada daerah pedesaan. Hal ini disebabkan karena daerah

pedesaan umumnya tertutup oleh lahan dan, batuan, vegetasi yang konduktivitas termalnya rendah.

2. Kapasitas termal

Merupakan kemampuan benda untuk menyimpan kapasitas. Kapasitas termal diukur dengan jumlah kalori yang diperlukan untuk mengukur suatu benda sebesar 1°C, yang dinyatakan dengan $\text{kal.gr}^{-1}.\text{C}^{-1}$. Pada tabel menunjukkan bahwa kapasitas termal air paling besar.

Tutupan vegetasi yang tidak rapat sangat bervariasi suhu pancarannya . oleh karena itu, orang cenderung melakukan berbagai percobaan et suhu kinetik vegetasi pada daerah yang tutupan vegetasinya rapat.

Tabel 7. Nilai pancaran benda pada suhu 20°C pada panjang gelombang (8-12) μm

Benda	Nilai pancaran
Perwujudan pedesaan	0.99
Vegetasinya yang taju airnya rapat (tertutup)	0.96
Vegetasiya yang tajuknya tidak menutup	0.98
Air	0.92
Tanah bergeluhyang basah	0.92
Tanah yang bergeluh kering	0.90
Tanah berpasir	0.89

Benda	Nilai pancaran
Tanah organik	0.95
Karbon	0.95
Tanah basah	0.94
Kaca	0.93
Bata	0.92
Tanah kering	0.90
Kerikil	
Pasir	0.97
Perwujudan kota	0.96
Ter/batu	0.16
Plastik dan cat	0.96
Kayu	0.90
Baja tidak berkarat	0.96
Jalan beraspal	0.97
Jalan diperkeras dengan kerikil	

Sumber: Curran, 1985

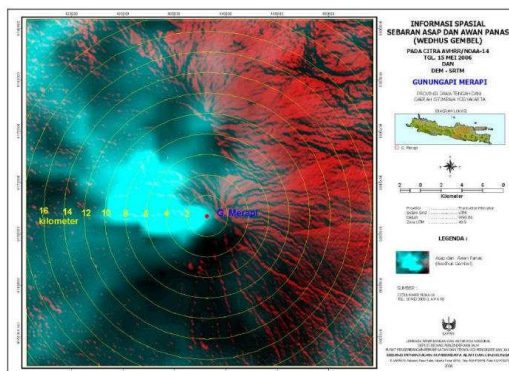
Sensor dan Cara Kerjanya

Pada penginderaan jauh sistem termal, suhu pancaran yang berasal dari objek di permukaan bumi dan mencapai sensor termal direkam oleh sensor tersebut. Hasil rekamannya setelah diproses dapat berupa citra maupun non citra. Yang dimaksud dengan citra adalah citra inframerah termal yang berupa gambaran dua dimensionel atau gambaran dua dimensional atau gambaran piktorial. Hasil non citra berupa garis atau kurva spektral, satu angka serangkaian angka tg mencerminkan pancaran objek yang terekam oleh sensor termal.

Keunggulan Citra Inframerah Termal

Lebih banyak melakukan perekaman pada malam hari, yakni saat beda pancaran objek terbesar, berarti menghilangkan sebagian kegelapan malam. Pengumpulan data yang tidak mungkin dilakukan dengan penginderaan jauh sistem foto grafik dapat dilakukan dengan sistem termal yang hasilnya berupa citra non fotografik yakni inframerah dan data termal dalam bentuk digital.

Dapat merekam wujud tidak tampak mata, sehingga menjadi gambaran yang cukup jelas misalnya kebocoran pipa gas bawah tanah, kebakaran tambang batu bara bawah tanah dan sebagainya . adapun kelemahan citra termal adalah pada aspek geometrianya yang penyimpangannya lebih besar pada penyimpangan foto udara.



Gambar 20. Citra inframerah Termal Gunung Merapi

Gambar 20 menunjukkan rekaman citra inframerah termal di Gunung Merapi. Dari citra ini dapat dilihat aliran wedus gembel dan aliran lava gunung Merapi. Warna putih menunjukkan asap Merapi dan merah menunjukkan suhu permukaan yang panas.

Tabel 8. Bidang penggunaan Citra infra Merah Ternal

Bidang bangunan	Sasaran
Pertanian	Sawah, jenis tanaman, penyakit tanaman, irigasi jenis tanah, ke-lembaban tanah, sensus hewan
Hidrologi	Mata air dingin dan mata air panas, geiser, pola aliran air, kebocoran dam/ , batas air tawar dan air asin, batas air dan es, muara sungai bawahantah, thermal plumes, konsentrasi bahan organik
Kekotaan	Kebocoran pipa gas bawah tanah, Titk panas bangunan industri, Model penggunaan listrik, konservasi energi, Penutup/penggunaan lahan , Pancaran panas bangunan Evapotranpirasi, Kebakaran hutan, gangguan serangga
Vegetasi	Pada hutan spruce
Meteorologi	Profil suhu, Komponen atmosfer, Sebaran suhu horisontal

99. Penginderaan Jauh Sistem Gelombang Mikro

1. Dasar Penginderaan Jauh Sistem Gelombang Mikro

Penginderaan jauh sistem gelombang mikro, baik dasarnya maupun sensornya sama dengan penginderaan jauh sistem termal. Sensornya juga berupa radiometer dan penyiam. Beda utamanya yakni pada panjang gelombang yang digunakan.

Tenaga yang direkam sensor gelombang mikro bukan hanya tenaga pancaran yang datang dari objek, melainkan juga dari: (1) pancaran gas di atmosfer, (2) Pancaran gelombang oleh awan (3) pancaran dari permukaan bawah, (4) pancaran tenaga dari permukaan yang dipengaruhi oleh sinar matahari, (5) sinar dari angkasa luar, dan (6) pancaran oleh atmosfer.

Karena lemahnya tenaga pancaran gelombang mikro alamiah dan karena rumitnya tenaga yang direkam oleh sensor tersebut maka kualitas citra gelombang mikro lebih rendah dan kualitas foto citra inframerah termal dan citra radar, dan intepretasinya jauh lebih sulit, oleh karena itu citra gelombang mikro belum banyak digunakan.

2. Sensor dan Cara Kerja Penginderaan jauh Gelombang Mikro

Sensor penginderaan jauh yang menggunakan tenaga pada gelombang mikro terdiri dari dua jenis, yakni radiometer dan penyiam (1) Radiometer ialah pengukuran radiasi elektromagnetik. Radiometer gelombang mikro dibuat sangat peka dan mampu mengukur radiasi gelombang tenaga mikro yang sangat lemah. Sebagai contoh, panjang gelombang pada 20-30 cm, tenaga gelombang mikro yang diterima oleh radiometer bagi tanah gundul sangat dipengaruhi oleh kelembaban tanah. Sifat ini dapat digunakan sebagai dasar bagi pemetaan kelembaban tanah untuk daerah luas yang jauh letaknya, dan (2) penyiam Gelombang Mikro, komponen penyiaman gelombang mikro, sama dengan radiometer gelombang mikro, perbedaan pokoknya ada satu yakni antenanya tidak dipasang tetap, melainkan bergerak untuk menyiam. Arah penyiamannya tegak lurus terhadap jalur terbang .Penyiamannya dilakukan secara mekanik maupun elektronik . di dalam penyiaman secara mekanik arah sorot antena diubah oleh rotasi mekanik.

3. Karakteristik, Keunggulan dan Keterbatasan Penginderaan Jauh

Dua keunggulan citra gelombang mikro, yakni (1) dapat beroperasi pada siang maupun malam hari dan (2) dapat menembus awan bahkan hujan. Hal ini penting bagi daerah di Sumatra, Kalimantan, dan Irian Jaya

. di samping itu juga, penting bagi daerah lintang tinggi pada musim dingin di mana malam jauh lebih panjang dari siang hari.

Berbeda dengan interpretasi pada citra penginderaan jauh lainnya, interpretasi pada citra penginderaan jauh lainnya, interpretasi citra gelombang mikro belum dikembangkan dengan baik meskipun demikian, beberapa objek dikenali dengan baik pada citra gelombang mikro. Cara interpretasinya terutama berdasarkan atas suhu kinetik objek dan nilai pancarannya yang membuahakan rona pada citra gelombang tersebut. Untuk menaksir suhu kinetik objek, ketelitiannya lebih rendah bila dibandingkan dengan ketelitiannya lebih rendah bila dibandingkan dengan ketelitian berdasarkan citra inframerah termal.

4. Penggunaan Citra Gelombang mikro

Penggunaan citra gelombang mikro antara lain untuk : (1) oseanografi (2) meteorologi, (3) hidrologi, (4) geologi (5) pemetaan penutup lahan dan penggunaan lahan ,(6) kelembaban tanah dan (7) pertanian. Walaupun tidak sebaik citra lainnya, citra gelombang mikro dapat digunakan untuk pemetaan lahan dan penggunaan lahan.

999. Penginderaan Jauh Sistem Radar

1. Dasar Penginderaan Jauh Sistem Radar

Penginderaan jauh sistem radar merupakan penginderaan jauh sistem aktif, tenaga elektromagnetik yang digunakan terdapat pada sensor. Tenaga ini berupa pulsa bertenaga tinggi yang dipancarkan dalam waktu sangat pendek yakni sekitar 10^{-6} detik. Pancarannya ditujukan kearah tertentu. Bila pulsa radar mengenal objek, pulsa itu bisa dipantulkan kembali sensor radar. Sensor ini mengukur dan mencatat waktu dari saat pemncaran hingga kembali kesukur dan sensor, disamping mengukur dan mencatat intensitas tenaga balik pulsa itu. Berdasarkan waktu perjalanan pulsa radar dapat di perhitungkan jarak objek, sedang berdasarkan intensitas tenaga baliknya dapat ditaksir jenis objeknya. Intensitas atau kekuatan pulsa radar yang diterima kembali oleh sensor menentukan karakteristik spektral obyek pada citra radar.

Rona pada citra radar tergantung pada intensitas tenaga yang dipantulkan oleh objek. Intensitas atau tenaga pantulan ini pada dasarnya di pengaruhi oleh dua sifat utama. Yakni sifat objek yang diindera dan sifat sistem radarnya. Masing –masing sifat ini dipengaruhi oleh empat faktor, yakni (1) lereng (dalam skala makro), (2) kekasaran pemukaran (dalam skala mikro) (3) *complex dielectrikc constante* ini merupakan ukuran kemampuan sebuah benda untuk memantulkan atau meneruskan tenaga radar dan (4) arah objek. Di samping itu juga dipengaruhi oleh empat sifat sistem radar, yakni (1) panjang gelombang yang digunakan untuk

penginderaan (2) sudut depresi antena (3) polarisasi dan arah pengamatan

Bagi permukaan objek yang halus terjadi pantulan sesuai dengan hukum Snell, yakni bahwa tenaga elektromagnetik dipantulkan dengan sudut datang sama besar dengan sudut pantul, tetapi dengan arah yang berlawanan. Proses ini disebut pantulan cermin.

Pada benda yang permukaannya kasar, pantulan yang terjadi adalah pantulan baur, yakni pantulan yang arahnya serba beda atau acak. Permukaan objeknya disebut pemantulan baur atau permukaan lambert. Karena sebagian arah pantulanya beraneka, maka sebagian daripadanya mengarah ke sensor. Pemantul baur tergambar dengan rona cerah pada citra radar.

Sehubungan dengan daya tembus sistem radar pada atmosfer ini telah terbukti beberapa kelebihan dari citra radar, yakni sebagai berikut:

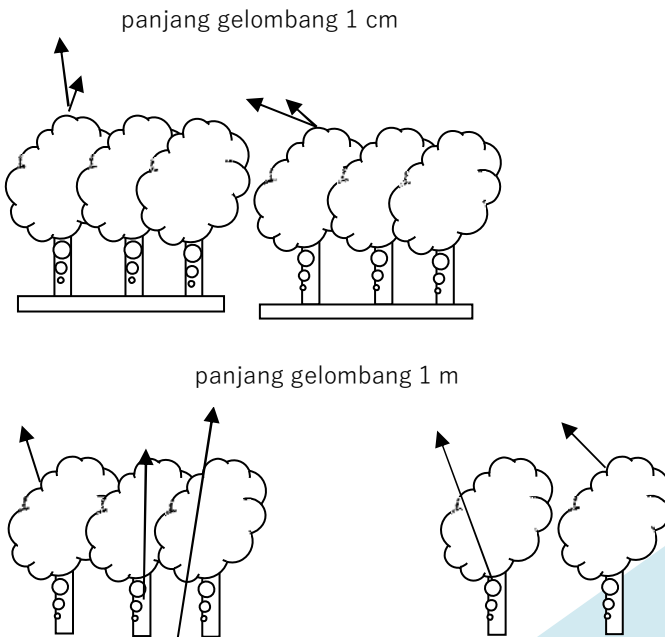
- (1) Sinyal radar saluran L yang dipancarkan dari pesawat ulang-alik Columbia (SIA-A) dapat menembus endapan pasir yang sangat kering. Dari citra SiA-a dapat direkam lembah, struktur geologi dan kemungkinan situs perkampungan zaman purbakala hingga kedalaman 2 meter, sehingga baik untuk kajian arkeologi.
- (2) Citra radar sesaat saluran L dapat menggambarkan dikes pada kedalaman dua meter pada endapan aluvium.

(3) Daya tembus radar pada vegetasi merupakan fungsi panjang gelombangnya (perhatikan gambar 21). Disamping itu juga di kebasahannya. Dimana daya tembusnya terhadap vegetasi basah.

(gambar 21)

2. Sensor Peinginderaan Jauh Sistem Radar

Sistem radar atau disebut selanjutnya sebagai sistem SLAR (Side Looking Airborn Radar) dapat dibedakan atas 2 jenis, yakni sistem “real aperature” radar (SAR), dan untuk memudahkan maka keduanya sering disebut dengan RAR dan SAR. Beda antar 2 sistem radarnya terletak pada antenanya yang menyebabkan perbedaan resolusi spesial keduanya pada gambar 20 menunjukkan salah satu kerja Radar sistim RAR.





Gambar 21. Daya Tembus Sinar Radar Pada Vegetasi

Keunggulan dan Keterbatasan Sistim Radar

Ada 6 keunggulan penginderaan jauh sistim radar, yakni (1) kemampuan perekaman dalam segala cuaca, (2) kemampuan untuk pada beroperasi pada malam hari, (3) kemampuan liputan kearah samping yang memanjang, (4) kemampuan penajaman perwujudan geologi, (5) distorsi geometriknya yang kecil, (6) penyembunyian detail objek, yakni karna resolusi spasial rendah sehingga baik untuk pemetaan daerah yang luas.

Adapun keterbatasannya antara lain, berupa ketersediaan citra SLAR yang belum sebanyak ketersediaan citra lainnya. Dari citra lainnya. Dari citra yang ada juga diketahui serta dimanfaatkan. Di samping itu juga, harganya citra radar yang masih relatif mahal dibanding citra lainnya.

Sistim radar sendiri mempunyai empat sifat dalam perekaman objek yakni. (a) panjang gelombang yang digunakan untuk penginderaan, (2) sudut depresi antena, (c) polarisasi dan (d) pengamatan antena.

Sensor yang digunakan dalam sistem radar ada dua jenis yakni RAR (real aperatur radar) dan SAR (synthethtic aperatur radar). Beda utama di antara keduanya adalah pada antenanya.

BAB IX

PERANAN PENGINDERAAN JAUH DALAM KAJIAN FENOMENA GEOGRAFI

Setelah membaca bab ini, tentang peranan penginderaan jauh dalam kajian fenomena geografi, para pembaca diharapkan memiliki kompetensi yaitu mampu membuat konsep tentang peranan penginderaan jauh dalam kajian fenomena geografis.

1. Penginderaan Jauh Untuk Studi Geografi Fisik

Berbagai karakteristik lapangan merupakan hal yang penting bagi pakar ilmu tanah, geologiwan, geografiwan, Teknik sipil, perencanaan kota dan wilayah, arsitek bentanglahan, pembangunan perumahan, dan pihak lain yang melakukan evaluasi kesesuaian lapangan untuk berbagai penggunaan lahan. Oleh karena itu, kondisi lapangan sangat mempengaruhi kemampuan lahan untuk kehidupan berbagai spesies vegetasi, pengetahuan tentang interpretasi foto udara untuk evaluasi lapangan juga penting bagi botaniwan, pakar kehutanan, ekologiwan satwa liar, dan yang berkaitan dengan pemetaan serta evaluasi vegetasi.

Karakteristik lapangan utama yang dapat diperkirakan melalui interpretasi foto udara ialah jenis batuan, bentuklahan, tekstur tanah, situs

kondisi pengatusan, kerentanan banjir, dan tebal bahan lepas di atas batuan induk. Selain itu, kemiringan lereng permukaan lahan dapat diperkirakan dari interpretasi foto udara dan dapat diukur dengan beberapa cara fotogrametri (Lillesand dan Keifer, 1990).

1. Evaluasi Kesesuaian Penggunaan Lahan

Informasi lapangan dapat digunakan untuk evaluasi kesesuaian lahan untuk berbagai penggunaan. Dalam hal ini tekananya lebih dititikberatkan pada pengembangan penggunaan lahan kota dan pinggiran kota. Karakteristik topografi suatu wilayah merupakan salah satu faktor penentu terpenting bagi kesesuaian pengembangan suatu wilayah.

2. Unsur Interpretasi Foto Udara untuk Evaluasi Lapangan

Interpretasi Foto Udara untuk evaluasi lapangan didasarkan pada pengamatan sistematis dan evaluasi unsur kunci yang dikaji secara stereoskopik. Hal ini meliputi topografi, pola aliran, tekstur, erosi, rona foto, vegetasi dan penggunaan lahan (Lillesand dan Keifer, 1990).

(1) Topografi

Setiap jenis bentuk lahan dan batuan induk yang telah diuraikan memiliki karakteristik bentuk topografi, termasuk kekhususan dalam ukuran dan bentuk. Pada kenyataanya, sering terdapat perubahan topografi yang jelas pada batas antara dua bentuk lahan yang berbeda. Dengan foto udara tegak yang memiliki tampilan depan normal atau 60 %,

ketinggian objek diperbesar 3 sampai 4 kali ukuran sebenarnya. Dengan demikian, maka lereng tampak lebih terjal dari kenyataannya. Nilai khusus perbesaran tegak yang teramati pada berbagai pengamatan stereopair merupakan fungsi kondisi geometrik foto udara yang diamati dan dibuat. Jarak lapangan antara pusat-pusat foto udara pada saat pemotretan disebut basis udara (air base). Perbandingan basis udara dan tinggi terbang diatas wilayah tersebut menentukan perbesaran tegak. Semakin besar nilai perbandingan basis udara dan ketinggian (*base high ratio*), pebesaran tegak semakin besar (Lilesand dan Keifer, 1990).

(2) Pola Aliran dan Tekstur

Pola aliran dan tekstur yang terlihat pada foto udara merupakan indikator bagi bentuklahan dan jenis batuan induk dan juga mencerminkan karakteristik tanah dan situs pengatusan. Bentuk pola aliran yang paling umum ada enam macam, yakni (a) pola aliran dendritik, merupakan suatu perpaduan pola yang baik, terbentuk dari sungai utama dengan cabang sungai dan anak sungai yang mengalir bebas dengan berbagai arah dan terdapat pada material yang relatif homogen seperti pada batuan sedimen berstruktur horizontal dan granit, (b) pola aliran rectangular, pada dasarnya berupa pola dendritik yang terubah oleh pengaruh struktur batuan dasar sedemikian rupa sehingga pertemuan anak sungainya saling tegak lurus, dan mencirikan formasi batu pasir massif berstruktur

horizontal dengan sistem kekar yang berkembang baik, (c) pola aliran trellis, tersusun dari sungai-sungai yang memiliki satu arah aliran dominan dengan subsidence yang tegak lurus, dan terdapat pada batuan sedimen dengan struktur lipatan, (d) pola aliran radial, terbentuk oleh sungai-sungai yang radial ke arah luar dari satu wilayah sentral dan mencirikan suatu gunung api dan dome, (e) pola aliran sentripetal, merupakan kebalikan dari pola aliran radial, yakni aliran yang menuju ke satu titik di tengah dan terjadi pada sinkhole batu kapur, *kettle hole glasial*, kepundan gunung api dan bentuk cekungan lainnya, (f) pola aliran *deranged*, merupakan pola aliran yang tidak teratur dengan sungai pendek yang arahnya tidak menentu, payau dan pada daerah basah, mencirikan wilayah daerah glasial bagian bawah.

(3) Erosi

Lembah (*gullies*) merupakan kenampakan pengaliran terkecil yang terlihat pada foto udara, yang kurang lebih satu meter lebar lebar dan beberapa ratus meter panjangnya. Lembah merupakan hasil erosi pada material tidak kompak oleh aliran permukaan dan berkembang pada wilayah dengan curah hujan yang tidak cukup banyak yang meresap ke dalam tanah, tetapi mengalir dan terkumpul pada alur. Alur ini, semakin besar dan memiliki bentuk tertentu yang terpengaruh oleh material tempat terbentuknya. Lembah pendek dengan penampang melintang berbentuk V

pada umumnya berada pada kerikil dan pasir. Lembah dengan penampang melintang berbentuk U berada pada tanah berdebu. Lembah panjang dengan penampang melintang agak melengkung cenderung terbentuk pada tanah liat berdebu dan liat (Lilesand dan Keifer, 1990).

(4) Vegetasi dan Penggunaan Lahan

Perbedaan vegetasi alamiah maupun budidaya sering menunjukkan perbedaan kondisi lapangan. Misalnya, kebun buah-buahan dan kebun anggur, pada umumnya terdapat pada tanah dengan pengatusan baik. Sistem pertanian bergilir, biasanya terdapat pada tanah berbahan organik tinggi, seperti endapan seresah dan gambut. Dalam banyak hal vegetasi dan penggunaan lahan memburukkan perbedaan kondisi lapangan, sehingga penafsir harus berhati-hati didalam mengambil kesimpulan jika hanya mendasarkan pada vegetasi dan penggunaan lahan. Tutupan vegetasi pada wilayah pertanian berubah sepanjang tahun dan selama pertumbuhan di musim panas, tanaman yang lebat pada umumnya menyembunyikan pola rona sehubungan dengan perbedaan tanahnya.

3. Proses Interpretasi Foto Udara

Melalui analisis unsur interpretasi foto udara/Citra satelit (topografi, pola aliran dan tekstur, erosi, rona foto, vegetasi dan penggunaan lahan), penafsir dapat mengenali kondisi lapangan yang berbeda-beda dan dapat menentukan batas antaranya. Pada mulanya,

penafsir foto udara perlu mempertimbangkan dengan seksama unsur-unsur tersebut di atas satu persatu dan dalam kombinasi untuk maksud memperkirakan kondisi lapangan. Setelah memperoleh beberapa pengalaman, unsur tersebut sering terpakai Bersama-sama secara tidak sengaja pada saat penafsir mengembangkan untuk mengenali pola foto udara/citra tertentu yang terulang

Pada daerah yang rumit, penafsir seharusnya tidak bimbang di dalam menentukan kondisi lapangan, tetapi harus seksama memperhatikan karakteristik topografi, pola aliran dan tekstur, erosi, rona foto, vegetasi, dan penggunaan lahan yang terdapat pada foto udara.

Walaupun bagi orang yang paling mampu melakukan analisis foto udara tetap dapat memetik manfaat verifikasi lapangan, oleh karena proses interpretasi foto udara/citra jarang dapat berdiri sendiri. Penafsir foto udara/citra sebaiknya melihat peta topografi, peta geologi, dan peta tanah yang ada untuk melakukan uji lapangan secara selektif. Keuntungan utama interpretasi foto udara untuk evaluasi lapangan adalah penghematan waktu, biaya dan tenaga. Penggunaan interpretasi foto udara dapat memungkinkan untuk pemetaan lapangan selama cuaca untuk kerja lapangan tidak baik dan menjadikan kerja lapangan lebih efisien.

(1) Batuan Endapan

Karakteristik batuan endapan utama yang mempengaruhi kenampakan lapangan pada foto udara ialah lapisan, retakan dan daya tahan terhadap erosi. Batuan endapan memiliki ciri berlapis-lapis sebagai akibat perbedaa proses pengendapannya. Lapisan individual disebut bed. Bagian atas dan bawah setiap bed memiliki permukaan yang kurang lebih rata dan disebut bidang lapisan, yang membatasi akhir satu lapisan dan awal lapisan lainnya dengan karakteristik yang agak berbeda. Satu lapisan individual tebalnya dapat bervariasi, dari beberapa millimeter hingga meter. Lapisan batuan pada saat terbentuk, umumnya hampir mendatar tetapi dapat menjadi miring dengan berbagai sudut kemiringan karena gerakan pada kulit bumi.

(2) Batu Pasir

Identifikasi batu pasir berlapis mendatar pada foto udara. Topografis membulat, pejal (masif), puncak bukit relatif datar dengan lereng bukit hampir tegak atau sangat terjal. Pada aliran: bertekstur kasar, dipengaruhi oleh retakkan, pola dendritik berubah, sering berpola rektangular yang disebabkan karena himpunan retakan yang saling tegak lurus. Erosi: lembah sedikit berbentuk V, jika terdapat pada tanah residual. Rona foto udara: pada umumnya cerah sesuai dengan warna batuanya

yang cerah dan pengatusan internalnya yang sangat baik untuk tanah residual maupun batuanya. Batu pasir kemerahan di wilayah arid dapat tergambar agak gelap pada film pankromatik. Tutupan pepohonan lebat diatas batu pasir di wilayah humid pada umumnya nampak gelap, tetapi dalam hal ini yang terlihat oleh penafsir hanya tajuk pohon dan bukan permukaan tanah dan batuan. Vegetasi dan penggunaan lahan: di wilayah arid tumbuhanya jarang, di wilayah humid umumnya tertutup oleh hutan karena pengatusan tanah residual terlalu baik untuk mendukung tanaman. Di wilayah iklim humid, punggung gunung batu pasir yang datar dengan material lepas sering digunakan untuk pertanian. Di dalam interpretasi foto udara, batu pasir kadang-kadang disalah tafsirkan menjadi granitik.

(3) Batu Gamping

Perlapisan batu gamping pada umumnya tidak nampak pada foto udara kecuali, kalau batu gamping itu berselang-seling dengan batu pasir atau shale. Retakkanya sangat kuat dan menentukan lokasi alur aliran bawah permukaan. Tetapi pada umumnya, retakkan pada batu gamping di wilayah humid tidak nampak pada foto udara. Ketahanan terhadap erosi bervariasi tergantung pada kemudahan larut dan retakan batuan. Oleh karena kalsium karbonat dapat larut di dalam air, banyak wilayah berbatu gamping telah tererosi berat oleh curah hujan dan air tanah.

Walaupun wilayah batu gamping mungkin secara umum baik untuk pengembang perkotaan, ada faktor pembatas yang perlu diperhatikan secara seksama. Karena tanah residual banyak mengandung liat, maka tidak baik bagi pondasi. Seringkali pondasi perlu diletakkan langsung di atas batuan induk, agar diperoleh daya dukung bangunan yang memadai. Walaupun tanahnya berpengatusan baik pada kondisi alamiah, mungkin terdapat masalah yang berkaitan dengan kerja septik tank, karena perkolasinya rendah pada tanah yang sudah berubah. Air tanah sangat sulit ditentukan letaknya dan sangat langka. Disamping itu, resapan dari tinja sering mencemarkan air tanah. Biasanya terdapat variasi besar dalam hal topografi, kedalaman hingga batuan induk, dan pengatusan tanah, sehingga diperlukan penelitian dan pemetaan tanah secara seksama sebelum proses pembangunan. Runtuhnya sinkhole karena muatan berat seperti alat bangunan, jalan raya, dan landasan pacu lapangan terbang, merupakan masalah serius pada wilayah berbatu gamping.

(4) Batuan Beku

Batuan beku terbentuk dari pendinginan yang diikuti oleh pembekuan magma, suatu lelehan masa bahan batuan. Batuan beku dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu intrusif dan ekstrusif. Batuan beku intrusif terbentuk pada saat magma belum mencapai permukaan bumi,

tetapi membeku pada rongga atau retakan yang dibentuk olehnya dengan mendorong batuan sekitarnya atau pelelehan serta pelarutan. Batuan beku ekstrusif terbentuk bila magma mencapai permukaan bumi.

Batuan beku intrusif pada umumnya berupa masa yang besar dimana magma cair mendingin sangat lambat dan memadat membentuk kristal yang besar. Butir kristal kait-mengait dengan rapat dan menghasilkan batuan yang padat serta kuat dan tidak berongga. Erosi material yang menutupnya menjadi batuan beku intrusif dapat tersingkap.

Batuan beku ekstrusif terjadi dalam berbagai bentukan vulkanik, terutama aliran lava, kerucut lava, kerucut bara gunung api, dan endapan abu gunung api. Batuan ini membeku lebih cepat dari pada batuan intrusif dan dengan demikian memiliki ukuran kristal yang lebih kecil.

4. Identifikasi Foto Udara untuk Aliran Lava

Rona foto udara dan vegetasi: lava yang belum lapuk dan tidak tertutup vegetasi berwarna gelap untuk basalt, warna sedang untuk andesit, dan cerah untuk riolit. Secara umum maka rona aliran yang baru dan tidak bervegetasi lebih gelap bila dibandingkan dengan yang telah lapuk dan bervegetasi. Penggunaan lahan: aliran yang masih baru jarang digunakan untuk pertanian maupun dikembangkan.

Material piroklastik meliputi: percik bara atau terak, semburan, dan abu yang membentuk kerucut terak, kerucut semburan dan kerucut abu.

5. Identifikasi Foto Udara untuk Kipas Aluvial

Topografi: bentuk kipas dengan lereng 2 % hingga 15 % dari puncak. Pengatusan dan Erosi: pengatusan dakhil baik sekali. System aliran permukaan terbatas dengan beberapa lembah (gully). Banyak alur buata. Rona foto Udara: umumnya cerah, alur anak sungai mungkin lebih gelap. Vegetasi dan penggunaan lahan: umumnya kurang bervegetasi di sepanjang alur anak sungai, vegetasi lebih lebat pada dasar kipas alluvial karena rembesan air. Daerah basah kering ditanami, vegetasi alamiah di daerah kipas dapat berbeda dengan bentuk lahan yang berdekatan.

6. Identifikasi Foto Udara untuk Dataran Banjir

Rona foto udara: pola rona yang rumit terdapat pada daerah ini, yang mencerminkan berbagai pantulan kondisi tanah dan kelembaban. Deposit gosong pasir berona cerah yang mungkin berseling dengan rona gelap pada depresi diantara dua gosong. Tanggul alam berona lebih cerah daripada rawa belakang. Endapan rawa belakang berona lebih gelap, sering dengan kenampakan pengatusan buatan yang jelas. Oxbow mempunyai rona abu-abu yang seragam bila terisi oleh air, atau berona lebih gelap bila tertutup oleh tanah organik. Vegetasi dan penggunaan

lahan: sering digunakan untuk pertanian terutama endapan rawa belakang yang dikeringkan. Rawa alamiah atau vegetasi rawa terdapat dalam endapan organik di oxbow. Endapan gosong yang setiap tahun kebanjiran mungkin gundul pada daerah yang jarang kebanjiran dapat untuk pertanian.

7. Identifikasi Foto Udara Untuk Delta

Topografi: permukaannya hampir datar dan dibatasi oleh lahan tinggi serta air. Pada umumnya berbentuk kerucut dan kaki burung. Pengatusan dan erosi: terdapat percabangan sungai. Delta kerucut mempunyai satu atau lebih saluran utama dalam bentuk kipas yang menjari, juga terdapat bekas anak sungai (tipe terjalin). Delta kaki burung mempunyai satu saluran utama dan beberapa cabang besar yang membentang dengan arah tidak teratur. Pada delta kaki burung mungkin terdapat banyak genangan air dan daerah rendah yang basah, jarang terdapat lembah. Rona foto udara: bervariasi tergantung pada tanah dan kelembabannya. Delta kerucut cenderung berona cerah dengan pola terjalin yang mencerminkan bekas anak sungai. Delta kaki burung menyerupai dataran banjir, dengan tanggul alam, genangan air dan sebagainya. Vegetasi dan penggunaan lahan: bervariasi, tergantung pada iklim dan kedalaman permukaan air tanah. Beberapa delta digunakan untuk pertanian secara ekstensif lainnya tetap sebagai lahan rawa.

8. Identifikasi Foto Udara Untuk Tanah Organik

Tanah organik terdapat pada lembah topografik dalam beberapa daerah dibagian moren ujung dan momen datar, dataran banjir (terutama busur ladam), cekungan antargumuk pasir, cekungan antarbeting gisik, lembah pada batuan kapur, dan lembah tertutup. Topografi: sangat datar, materialnya sering sangat berbeda dengan material disekelilingnya. Pengatusan dan erosi: pengatusannya sangat buruk dengan permukaan air pada atau dekat permukaan hampir sepanjang tahun. Lembahnya sedikit. Bila digunakan untuk pertanian, dan penggunaan pengatus. Rona foto udara, vegetasi, dan penggunaan lahan: tanah gundul (tanpa vegetasi) berona sangat gelap. Rumput alamiah, bervegetasi *sedge* dan semak dengan rona abu-abu jelak, bercak-bercak. Pola saluran buatan dan daerah pertanian intensif sangat jelas pada daerah yang dikeringkan untuk pertanian (Lillesand dan Kiefer, 1990).

99. Penginderaan Jauh untuk Pengembangan Wilayah Pedesaan

Sebagai salah satu nawacita pemerintahan Jokowi tentang One Map Policity maka pemanfaatan Penginderaan Jauh untuk pengembangan wilayah pedesaan adalah pemetaan desa. Untuk memperkuat hal tersebut

maka diperkuat dengan permendagri No 46 tahun 2016 tentang batas desa.

Citra satelit resolusi tinggi menjadi sumber utama dalam pembuatan peta desa yang terdiri atas Peta batas desa, Peta sarana dan prasarana serta Peta tutupan dan Penggunaan lahan. Peta batas dibuat dengan cara mendelineasi batas yang membatasi suatu desa baik itu bata alam seperti sungai, igir, waterfall dan batas buatan seperti jalan.

Untuk peta sarpras dan peta landuse dibuat apabila peta batas desa telah selesai dan telah ditegaskan serta ditetapkan menggunakan regulasi oleh pemerintah daerah setempat.

Karena citra yang digunakan adalah citra resolusi tinggi maka peta yang dihasilkan adalah peta skala 1: 2500, 1:5000 dan 1:10.000. Untuk daerah yang cukup luas

999. Penginderaan Jauh untuk Studi Geografi Manusia

Mempelajari kehidupan kota dengan foto udara, dapat diidentifikasi antara lain: (1) penggunaan lahan/tanah, (2) gerak manusia dan barang, (3) fasilitas umum dan pelayanan, dan (4) rekreasi.

Pada studi penggunaan lahan (*land use*) kota didasarkan pada: (1) pola fungsi (*pattern of functions*), (2) pola tipe struktur (*structure type pattern*), dan (3) kepadatan penutup atap (*density of roof cover*).

Pemekaran kota merupakan suatu proses yang teratur terhadap penyusunan atau perubahan bangunan fisik kota untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan perubahan social ekonomi masyarakat, dan menuntut pertumbuhan dan perkembangan yang akan datang (Bintarto, 1997).

Kota merupakan pusat keramaian dan berbagai kegiatan, sehingga pelaksanaan pengukuran terrestrial kota untuk membuat peta kota sering mengalami hambatan. Disamping itu, kota berkembang lebih cepat dari kemampuan petugas yang ada untuk menggambarkan kenyataan mutakhir secara visual dalam bentuk peta (Sutanto, 1977).

Oleh karena itu, orang mulai berpaling ke Teknik baru untuk mendapat hasil yang cepat dalam penyajian peta mutakhir, lengkap dan terpercaya. Teknik baru tersebut berupa penginderaan jauh, yakni ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah atau gejala dengan menganalisa data yang terekam oleh sensor tanpa berhubungan langsung dengan objek, daerah atau gejala yang dikaji (Sutanto, 1997).

Guna mengetahui jenis penggunaan lahan kota dengan penginderaan jauh, maka kota dapat dilihat pada: (1) pola fungsi, (2) pola tipe struktur, dan (3) kepadatan penutup atap bangunan. Dari hasil interpretasi daerah penelitian dibuat zona-zona yang didasarkan pada pola fungsi yakni:

1. Daerah pusat kegiatan (DPK), dari foto udara akan Nampak jelas karena padatnya bangunan dan tidak tentunya bangunan.
2. Daerah pemukiman, dari foto udara ditandai dengan bentuk, pola, ukuran dan rona yang hampir sama.
3. Daerah industri, dari foto udara ditandai dengan bentuk atap bangunan yang berukuran besar dan rona yang spesifik (karena bahan atap dari materi besi).

Serta zona-zona lainnya yang pada umumnya pengenalan jenis penggunaan lahan tersebut berdasarkan pada kenampakan atapnya (Suryantoro, 1990).

Pada penggunaan foto udara skala besar (misalnya 1:5.000), maka kita dapat membuat klasifikasi penggunaan lahan kota pada tingkat yang detail, contoh klasifikasi penggunaan lahan kota dari foto udara adalah sebagai berikut:

1. Lahan permukiman:
 - Pola teratur
 - Pola tidak teratur
 - Pola khusus
2. Lahan perdagangan:
 - Pasar
 - Pusat perbelanjaan

- Pertokoan
 - Rumah makan
 - Apotik
3. Lahan pertanian:
- Sawah
 - Tegal
 - Kabun bibit
 - Pertanian
4. Lahan industri:
- Pabrik
 - Pembangkit tenaga listrik
5. Lahan jasa:
- Kelembagaan (kantor, bank, rumah sakit, sekolahan)
 - Non-kelembagaan (bengkel, penjahit, dokter praktek, salon)
6. Lahan rekreasi:
- Lapangan olahraga
 - Gedung olahraga/stadion
 - Kebun binatang
 - Taman kota
7. Lahan ibada:
- Masjid

- Gereja
- Pura
- Vihara

8. Lain-lain:

- Makam
- Lahan kosong
- Lahan sedang dibangun
- Jalur hijau

DAFTAR PUSTAKA

- Abler, R. Adams, John S. and Gould, Peter, 1971. Spatial Organization New Jersey: Prentice-Hall
- Avery, T.E dan Berlin, G.L 1985. Interpretation of aerial photographs. Minneapolis: Burgess Publishing Co.
- Bintarto, R. 1977. Pengantar Geografi Kota. Yogyakarta: UP spring
- Bos, E.S 1978. Thematic Cartographic Principles In Thematic Mapping, I.T.C Netherland
- Lilesand T.M dan Keifer. 2004 Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Yogyakarta Gadjah Mada University Press.
- Suryantoro, Agus 2013. Penginderaan Jauh untuk Geografi. Yogyakarta Penerbit Ombak.
- Sutanto, 1977. "Studi Kota dengan Foto Udara
- Sutanto, 1994. Penginderaan Jauh, Jilid 1. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sutanto, 1994. Penginderaan Jauh, Jilid 2. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Grivina. 2013. Karakteristik Citra Dari Resolusi Tinggi dan Rendah, (<https://grivinayuliantika.blogspot.co.id/2013/05/karakteristik-citra-dari-resolusi.html>, diakses 25 Desember 2017).