

# DASAR-DASAR INTERPRETASI FOTO UDARA (PENGINDERAAN JAUH)



MILIK UP T PER PUSTAKAAN IKIP PADANG
DITEKUNTOLO 27-1-94
SUMBER H R A HC
KOD : I LLI
NOI E T R S 07/10/94 - d 0/p/
CALL : 522.6 Feli 40

o l e h

*Drs. Helfia Edial*

*Drs. Afdhal*

FAKULTAS PENDIDIKAN ILMU PENGETAHUAN SOSIAL  
INSTITUT KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN PADANG  
1 9 9 3

## KATA PENGANTAR

Segala puja dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena dengan izin dan rahmatNya jumlah penulis telah dapat menulis buku dengan judul "DASAR - DASAR INTERPRETASI FOTO UDARA".

Adapun materi yang dibahas dalam buku ini adalah :  
Penginderaan Jauh Dan Interpretasi Citra, Unsur-unsur dan Teknik Interpretasi Citra, Fase - Fase Dalam Proses Interpretasi Foto Udara, dan Interpretasi Foto Udara Untuk Survei Kehutanan.

Tujuan penulisan buku ini adalah untuk menambah perbendaharaan buku-buku yang berhubungan dengan Interpretasi Foto Udara yang dirasa sangat terbatas jumlahnya. Setelah selesai buku ini hendaknya dapat memberikan sumbangan yang berarti terutama bagi penulis dan juga untuk para pembaca.

Selanjutnya penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Drs, Ridwan Ahmad yang telah bermurah hati membimbing penulis mewujudkan tulisan ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kesalahan dalam tulisan ini, walaupun demikian penulis telah berusaha semaksimal mungkin dengan kemampuan yang ada. Untuk itu harapan penulis mudah-mudahan tulisan yang sederhana ini dapat hendaknya memberikan manfaat bagi kita semua dan para pembaca tidak segan-segan untuk memberi -

1942 JUN 10 10 10 AM  
RECEIVED

dan saran-saran demi perbaikan pada masa yang akan datang.

Akhirnya atas bantuan dan sumbangan pikiran dari semua pihak atas selesainya buku ini penulis aturkan terima kasih.

Padang, April 1993

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR . . . . .	i
DAFTAR ISI . . . . .	iii
DAFTAR GAMBAR . . . . .	iv
I. PENGINDERAAN JAUH DAN INTERPRETASI CITRA . . . . .	1
A. Batasan Dan Pengertian . . . . .	1
B. Penginderaan Jauh Sebagai Ilmu . . . . .	11
C. Penginderaan Jauh Semakin Banyak Digunakan . . . . .	23
II. UNSUR DAN TEKNIK INTERPRETASI CITRA . . . . .	30
A. Unsur Interpretasi Citra . . . . .	30
B. Teknik Interpretasi Citra . . . . .	57
III. FASE - FASE DALAM PROSES INTERPRETASI FOTO UDARA . . . . .	67
A. Photo Reading, Detection, Recognition , and Identification . . . . .	68
B. A n a l i s a . . . . .	69
C. Klasifikasi . . . . .	70
D. D e d u k s i . . . . .	71
IV. INTERPRETASI FOTO UDARA UNTUK SURVE Hutan MEMPANAN . . . . .	73
A. B a t a s a n . . . . .	73
B. Fisiognomi / Struktur Vegetasi . . . . .	73
C. Hutan Tropika . . . . .	75
Daftar Kepustakaan . . . . .	88

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	1. Tahap Perkembangan Disiplin Ilmu . . . . .	13
Gambar	2. Struktur Ilmu . . . . .	21
Gambar	3. Langkah Kerjasama Dan Koordinasi Dalam Ri- set . . . . .	25
Gambar	4. Susunan Hirarkhik Unsur Interpretasi Citra	32
Gambar	5. Warna Berdasarkan Pantulan . . . . .	33
Gambar	6. Opasitas, Transmisi, Dan Densiti Pada Film	36
Gambar	7. Kepekaan Berbagai Emulsi . . . . .	40
Gambar	8. Foto Udara Pankromatik Hitam Putih Pabrik Gula Madukismo Di Yogyakarta . . . . .	49
Gambar	9. Foto Udara Pankromatik Hitam Putih Daerah Dekat Yogyakarta . . . . .	54

## I. PENGINDERAAN JAUH DAN INTERPRETASI CITRA

### A. Batasan Dan Pengertian

#### 1. Penginderaan Jauh.

Penginderaan adalah istilah yang lazim dipakai dalam foto udara. Karena pengertian penginderaan jauh lebih mendalam dari pada foto udara. Sebelum kita melihat pengertian penginderaan jauh secara detail alangkah baiknya kita kenal terlebih dahulu kita kenal istilah foto udara atau penginderaan jauh dalam berbagai bahasa asing yang sering digunakan oleh para pemakai jasa foto udara.

Reeves (1975) menggunakan istilah 'remote sensing' (Inggris), 'teledetection' istilah yang digunakan oleh para ahli dari Perancis, 'fernerkundung' dari istilah Jerman, 'sensoriamento remota' dari Portugis, 'distansionaya' dari Rusia dan 'perception remota' dari Spanyol ( Sutanto, 1986 : 4 ).

Dari istilah-istilah diatas maka Lillesand dan Kieffer 1979 memberikan devinisi penginderaan jauh sebagai berikut:

" Remote sensing is the science and art of obtaining information about an object, area, or phenomenon through the analysis of data acquired by a device that is not in contact with the object, area, or phenomenon under investigations ".

" Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah atau gejala dengan jalan menganalisa data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap objek, daerah, atau gejala yang dikaji "( Sutanto, 1986 : 2 ).

Dari devinisi diatas terdapat dua unsur yang merupakan kunci didalam penginderaan jauh, yaitu unsur ilmu dan unsur seni didalam memperoleh informasi. Unsur ilmu disini menuntut pengetahuan kita sebagai interpreter, sedangkan unsur seni lebih cenderung kepada teknis.

Sedangkan alat yang dimaksudkan didalam batasan diatas ialah alat penginderaan jauh atau disebut juga dengan sensor. Pada umumnya alat sensor dipasang pada wahana (platform) yang biasanya dipakai adalah pesawat terbang, satelit, pesawat ulang - alik atau wahana lainnya. Objek yang akan di indera atau yang ingin diketahui berupa objek dipermukaan bumi, di dirgantara atau antariksa, yang pengindraanya dilakukan dengan jarak jauh sehingga disebut penginderaan jauh .

Lindgren (1985) mengetengahkan devinisi penginderaan jauh sebagai berikut :

" Remote sensing refers to the variety of techniques that have been developed for the acquisition and analysis of information about the earth. This information is typically in the form of electromagnetic radiation that has either been reflected or emitted from the earth surface ".



Penginderaan jauh yaitu berbagai teknik yang dikembangkan untuk perolehan dan analisis informasi tentang bumi. Informasi tersebut khusus berbentuk radiasi elektromagnetik yang dipantulkan atau yang dipancarkan dari permukaan bumi ( Sutanto, 1986 : 3--4 ).

Dari kedua devinisi yang telah ada diatas, terdapat perbedaan. Lillesand dan Kiefer memandang penginderaan jauh sebagai ilmu dan teknik, Lindgren memandangnya hanya sebagai teknik, yaitu teknik untuk perolehan dan analisa informasi tentang bumi. Sasaran yang terletak dipermukaan bumi tentunya meliputi kedalaman dengan jauh tertentu, tidak hanya tampak langsung dari atas. Demikian pula halnya dengan sasaran yang berupa atmosfer, bulan dan planetpun telah menjadi sasaran penginderaan jauh sejak dasawarsa 1960 an.

Istilah foto udara yang pernah dipakai di Indonesia ada dua istilah, yaitu; penginderaan jauh dan teledeteksi. Istilah teledeteksi mempunyai keunggulan dari pada penginderaan jauh. Keunggulannya terletak pada keringkasan dan ia serupa dengan istilah-istilah lain yang banyak digunakan seperti telegram, telepon, televisi, telescope dan sebagainya. Kelemahannya terletak pada arti kata deteksi yang banyak digunakan dalam lingkup lebih kecil bila dibandingkan dengan arti penginderaan jauh.

Deteksi hanyalah kegiatan yang hanya melakukan penga

matan yang sifatnya pengenalan secara ringan saja. Light 1980 mengatakan bahwa deteksi dapat diartikan sebagai suatu kesadaran akan adanya pola atau objek pada foto udara atau pada citra lainnya ( Sutanto, 1986 : 4 ).

Sebagai contoh deteksi misalnya diketahui atau disadari bahwa ditengah danau ada objek yang wujudnya berlainan dengan ujut air. Meskipun masih belum diketahui dengan pasti objek tersebut, tetapi sudah pasti ada objek lain yang bukan air, taraf ini disebut deteksi. Sedangkan dalam deteksi di pergunakan alat yang bernama detektor.

Dari arti deteksi dan arti detektor tersebut jelas bahwa arti penginderaan jauh tidak sama dengan arti teledeteksi. Didalam penginderaan jauh pengenalan objek dimulai dari deteksi, Identifikasi, analisis dan baru muncul informasi atau kesimpulan.

Dari istilah-istilah yang telah disebutkan terdahulu, istilah mana yang akan dipakai, ini tergantung kepada kesepakatan sipemakai sendiri. Untuk di Indonesia istilah yang pernah dipakai yaitu penginderaan jauh atau teledeteksi yang diperluas arti teledeteksinya. Atau pun istilah Remote Sensing dimana bagi kita kebanyakan sering menggunakan istilah bahasa Inggris dibandingkan bahasa Perancis.

Sedangkan pengertian Foto Udara ( Aerial Photograph) adalah hasil pemotretan objek dari udara, dengan bantuan pesawat terbang ataupun balon terhadap bagian-bagian medan atau objek yang di ingini.

## 2. C i t r a .

Istilah citra sangat sering disebut-sebut didalam foto udara atau penginderaan jauh, karena citra itu adalah hasil dari pemottretan atau gambaran foto udara. Untuk lebih jelasnya ada beberapa ahli memberikan pengertian tentang citra, yaitu :

Hornby ( 1974 ) mengemukakan lima pengertian citra , dimana tiga diantaranya adalah :

1. Likeness or copy of someone or something, especially one made wood, stone, etc.

Keserupaan atau tiruan seseorang atau sesuatu barang , terutama yang terbuat dari kayu, batu dan sebagainya.

2. Mental picture or idea, concept of something or someone.

Gambaran mental atau gagasan, konsep tentang sesuatu barang atau seseorang.

3. Reflection seen in the mirror or through the lens of a camera.

Gambaran yang tampak pada cermin atau melalui lensa kamera. ( P. David Paine, 1981 : 13 ).

Simonet et al (1983) mengutarakan dua pengertian dari citra yaitu :

1. The Counterpart of an object produced by the reflection of light when focussed by a lens or a mirror.

Gambaran objek yang dibuahkan oleh pantulan atau pembiasan sinar yang difokuskan oleh sebuah lensa atau sebuah cermin.

2. The recorded representation (commonly as a photo image) of object produced by optical, electro-optical, optical mechanical or electrical means, It is generally used when the EMR emitted or reflected from a scene is not directly recorded on film.

" Gambaran rekaman suatu objek ( biasanya berupa sebuah gambaran pada foto ) yang dihasilkan secara optik, elektro optik, optik mekanik, atau elektronik. Pada umumnya ia digunakan bila radiasi elektro magnetik yang dipancarkan atau dipantulkan dari suatu objek tidak langsung direkam pada film (Sutanto, 1986 : 6).

Dari definisi diatas maka yang dimaksud dengan citra penginderaan jauh atau foto udara adalah termasuk kepada pengertian yang dikemukakan oleh Hornby pada definisi ketiga, sedangkan istilah yang akan dipakai selanjutnya adalah citra saja.

Jika kita tinjau pula pengertian citra dari istilah bangsa Inggris, maka citra diartikan dalam dua istilah yaitu " image " dan " imagery ", Untuk membedakannya maka Ford (1979) mengemukakan batasannya sebagai berikut.

1. Image is representation of an object or scene, an image usually a map, picture or photograph.

" Image adalah gambaran suatu objek atau suatu peruju dan suatu image, pada umumnya berupa sebuah peta, gambar atau foto!"

2. Imagery is visual representation of energy recorded by remote sensing instrument.

" Imagery adalah gambaran visual tenaga yang direkam dengan menggunakan piranti penginderaan jauh ( Lillesand, 1979 : 24 ).

Penggunaan istilah image ini dalam citra penginderaan jauh sering juga dipakai baik orang Indonesia maupun bangsa lainnya, namun saja istilah yang lebih benar dari keduanya ini adalah imagery. Tapi walaupun demikian kedua istilah itu sama-sama sering dipakai, yang lebih penting bagi kita adalah maksud dari istilah ini sudah kita ketahui.

3. Interpretasi Citra.

Menurut Estes dan Simonett (1975), Interpretasi citra itu adalah: " Image interpretation is defined as the act of examining photographs and or images for purpose of identifying objects and judging their significance ( Sutanto 1986 : 7 ).

"Interpretasi citra merupakan perbuatan mengkaji foto udara dan atau citra dengan maksud untuk mengidentifikasi object dan menilai arti penting objek tersebut.

Kalau kita perhatikan definisi diatas dinyatakan bahwa Interpretasi citra itu adalah perbuatan mengkaji foto udara. Oleh karena itu mengapa foto udara harus dikaji, dan bagaimana cara mengkajinya, hal itulah yang akan kita lebih jelaskan dalam pembahasan selanjutnya.

Dalam kehidupan sehari-hari pada zaman modern ini masalah foto bukanlah merupakan hal yang baru atau aneh lagi, karena hampir keseluruhan orang pernah berfoto. Dari foto-foto yang pernah kita buat tersebut umumnya adalah foto yang diambil secara horizontal sampai agak condong, sehingga objek yang terekam didalam lembaran citra mirip dan pas seperti yang kita lihat sehari-hari. Maka dalam didalam mengamati lembaran citra tadi kita tidak menemukan kesulitan-kesulitan untuk mengetahui objek didalamnya, sehingga dalam jangka waktu yang relatif singkat objek yang ada sudah dapat dipahami.

Lainhalnya dengan foto udara, terutama sekali foto udara yang betul-betul vertikal. Dari lembaran citra foto udara itu kita melihat objek yang ada didalamnya tidak seperti yang kita lihat sehari-hari. Sebagai contoh misalnya kita melihat foto seseorang yang sedang berdiri pada suatu tempat. Dengan foto biasa yang kita pakai kita akan dapat melihat bentuk seseorang itu secara utuh; ada kepala, rambut, wajah (muka), badan anggota badan, tingginya, warna kulit ( kalau foto berwarna ) tempat berdiri

dan yang lainnya dan dengan mudah kita bisa mengenal siapa yang ada didalam potret tersebut. Tetapi apabila kita melihat potret seseorang melalui foto udara, kita tidak akan melihat seperti apa yang ada pada foto biasa. Yang akan terlihat hanyalah rambut / kepala seseorang tanpa ada organ tubuh yang lain. Oleh karena itu untuk mengetahui siapakah yang ada didalam potret atau citra tersebut tidak segampang pada citra foto biasa yang bukan citra foto udara.

Contoh lain dapat pula kita pakai seperti lembaran citra foto udara dengan objek jenis pohon palma. Dalam lembaran citra akan terlihat tajuknya seperti bintang. Sedangkan pohon palma ini berjenis-jenis pula, dari sekian jenis yang ada maka yang tergambar dalam citra tadi jenis pohon palma yang mana? itulah yang perlu kita kaji.

Didalam interpretasi citra, penafsir citra mengkaji dengan melalui proses penalaran untuk mendeteksi, mengidentifikasi dan menilai arti penting objek yang tergambar pada citra. Dalam hal ini penafsir citra (interpreter) berupaya mengenali objek yang tergambar pada citra dan menterjemahkannya kedalam disiplin ilmu lainnya.

Didalam pengenalan objek yang tergambar pada citra ada tiga rangkaian kegiatan yang perlu, yaitu ; deteksi, identifikasi, dan analisis. Deteksi adalah pengamatan atas adanya suatu objek. Misal nya pada gambaran sungai terdapat ditengahnya gambaran suatu objek yang bukan air

Melalui kegiatan identifikasi diupayakan mencirikan objek yang telah di deteksi tadi dengan menggunakan keterangan yang cukup. Sehubungan dengan contoh tersebut maka berdasarkan bentuk, ukuran dan letaknya, objek tersebut disimpulkan sebagai perahu dayung. Pada tahap analisis di kumpulkan keterangan lebih lanjut, misalnya dengan mengamati jumlah penumpangnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa perahu tersebut berupa perahu dayung yang berisi tiga orang ( Sutanto, 1986 : 7 ).

Deteksi berarti penentuan ada atau tidaknya suatu objek pada citra, ini merupakan tahap awal dalam interpretasi citra. Keterangan yang diperoleh dalam tahap deteksi bersifat global. Keterangan yang diperoleh pada tahap interpretasi selanjutnya yaitu pada tahap identifikasi, bersifat setengah rinci. Sedangkan keterangan rinci diperoleh dari tahap akhir interpretasi, yaitu tahap analisis , ( Lintz dan Simonett, 1976 : 32 ).



## B. Penginderaan Jauh Sebagai Ilmu

Sesuatu yang dikatakan ilmu haruslah bersifat jelas karakteristiknya. Bagi penginderaan jauh, karakteristik yang jelas antara lain terdapat pada lingkup studinya, konsepsi dasarnya, metodologinya dan filosofinya.

Pada penjelasan sebelumnya telah dijelaskan bahwa penginderaan jauh dapat dipandang sebagai teknik dan sebagai ilmu. Untuk melihat bahwa penginderaan jauh itu sebagai ilmu dapat kita ketahui dari beberapa pendapat para ahli yang telah terkenal pada bidang penginderaan jauh. Para ahli tersebut adalah; 1. Jensen dan Dahlberg, 2. Karono Darmoyuwono, 3. Lueder, 4. Everett dan Simonett.

1. Sebagai geografiwan, Jensen dan Dahlberg ( 1986 ) mengemukakan bahwa penginderaan jauh dan kartografi termasuk teknik di dalam geografi. Meskipun demikian dua teknik ini tumbuh menjadi disiplin baru dicirikan oleh tanda-tanda yang cukup jelas, yaitu bahwa keduanya memiliki metodologi, teknik dan orientasi intelektual yang perkembangannya mengikuti kurva perkembangan ilmu seperti pada gambar dibawah ini.

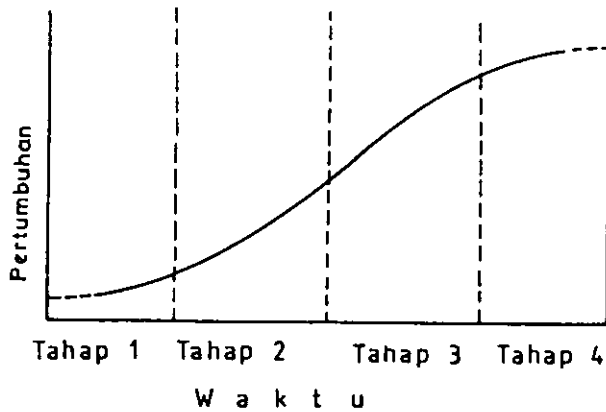
Tahap 1 merupakan periode perkembangan awal yang ditandai oleh ketiadaan dan kelangkaan pustaka. Pada masa ini orang belum mencurahkan perhatiannya kepada penginderaan jauh dan belum tahu bahwa penginderaan jauh itu mempunyai peranan yang sangat penting didalam membantu pekerjaan pemetaan.

dua ditandai dengan berkembangnya kolaborator dan adanya rekanan yang sering berbentuk lembaga ad hoc, unit riset danlainnya. Tahap ketiga ditandai dengan bertambah banyaknya spesialisasi dan kontroversi, sedangkan tahap empat ditandai dengan makin berkurangnya keanggotaan kolaborator maupun rekanan.

Berdasarkan pada gambar 1 diatas maka Jensen dan Dahlberg menyimpulkan bahwa penginderaan jauh merupakan ilmu pengetahuan yang pertumbuhannya telah mencapai tahap 2 dan telah mulai mengarah kebatas pertumbuhan tahap tiga. Perkembangan tahap 2 ditandai dengan makin banyaknya spesialisasi yaitu antara lain penelitian individual yang intensif dan kemajuan teknologi secara khusus seperti kemajuan pada sistim sensor metode analisis optika dan analisis digital ( Jensen dan Dahlberg 1986 : 13 ).

Selanjutnya Jensen dan Dahlberg menyatakan bahwa ada dua beda utama antara Kartografi dengan penginderaan jauh sehubungan kedudukannya dalam pendidikan geografi. Beda pertama bahwa kartografi telah jauh lebih dini diajarkan dalam pendidikan geografi. Beda kedua yaitu bahwa kartografi lebih merupakan bagian dari geografi. Pendidikan penginderaan jauh tidak hanya dilaksanakan oleh orang geografi saja melainkan juga oleh berbagai bidang keahlian. Meskipun demikian pendidikan penginderaan jauh di Amerika Serikat lebih banyak dilakukan oleh geografiwan bila dibandingkan terhadap yang dilakukan

Gambar 1. TAHAP PERKEMBANGAN DISIPLIN ILMU  
Menurut Jensen dan Dahlberg berdasarkan pendapat Price (1963), Crane (1972), Wolter (1975) dan Robinson et al (1977).



Sumber : Sutanto, 1986 : 9.

Tahap 2 merupakan tahap pertumbuhan eksponensial yang ditandai dengan berlipatnya jumlah publikasi pada interval waktu tertentu. Perhatian para orang-orang yang bergerak pada berbagai disiplin ilmu mulai tercurah sehingga memperlihatkan grafik naik yang sangat tinggi. Pada masa inilah berkembang dengan pesat ilmu penginderaan jauh.

Tahap 3 merupakan periode dimana perkembangan disiplin ilmu yang bersangkutan mulai menurun, tetapi pertambahan setiap tahunnya tetap.

Tahap 4 merupakan periode perkembangan akhir yang ditandai dengan tingkat pertumbuhan yang mendekati nol .

Pertumbuhan ilmu juga dibarengi dengan tanda-tanda lain, yaitu pada tahap pertama tidak ada atau sedikit sekali adanya organisasi sosial ( profesional ). Tahap ke

oleh pakar lainnya. Dari 691 pendidikan penginderaan jauh yang dilaksanakan diseluruh Amerika Serikat 36% dilaksanakan didalam pendidikan geografi, 15% didalam bidang geologi, sedangkan sisa yang 49% dilaksanakan di 16 bidang keahlian dengan jumlah rata-rata 3% untuk tiap bidang.

## 2. Kardono Darmoyuwono

Kardono Darmoyuwono (1982) menjelaskan bahwa penginderaan jauh merupakan teknik yang berkembang menjadi ilmu. Didalam perkembangannya yang terakhir, lingkup studinya terlalu luas untuk dicakup oleh satu teknik. Lingkupnya meliputi dua bagian besar yaitu bagian angkasa dan bagian darat. Dua bagian besar ini dirinci lebih jauh atas tujuh bagian yang lebih kecil. Bagian angkasa terdiri dari sistem sensor yaitu alat kamera yang digunakan untuk melakukan pemotretan, sistem wahana yaitu alat yang dipakai untuk penerbangan yang biasanya dapat berbentuk balon, helikopter, pesawat terbang, satelit dan wahana lainnya, sistem telemetri untuk mengirimkan data ke stasiun penerima dibumi serta sistem pemrosesan data, sistem penyimpanan dan distribusi data, sistem penafsiran serta pemakaian data. Dimana masing-masing sistem ini memerlukan pakar yang dibidang keahliannya tersendiri. Bagi geografiwan bersama-sama dengan pakar dalam bidang pertanian, geologi, kehutanan, ekologi, ke-

purbakalaan, , pertahanan dan keamanan, termasuk kedalam sistem yang terakhir yaitu sistem penafsiran dan pemakaian data (Sutanto, 1986 : 10). Dari penjelasan tersebut maka pendapat beliau lebih ditekankan pada lingkup studi penginderaan jauh.

### 3. Lueder

Ia mengemukakan bahwa penginderaan jauh merupakan ilmu dan teknik. Sebelum menggunakan istilah penginderaan jauh, ia masih menggunakan istilah interpretasi foto udara. Ia mengemukakan bahwa penginderaan jauh merupakan ilmu, bahkan merupakan ilmu yang bersifat koordinatif karena meliputi berbagai bidang keahlian. Penginderaan jauh juga dapat dipandang sebagai teknik bagi ilmu lain. Didalam penjelasannya, Lueder mengambil batasan dari Webster's New Collegiate Dictionary yaitu :

1. Pengetahuan yang diperoleh dengan studi dan latihan.
2. Suatu bagian pengetahuan yang sistematis.
3. Seni atau keterampilan terutama tentang humor atau sport seperti misalnya ilmu tinju.
4. Suatu cabang studi yang dilakukan dengan jalan observasi dan klasifikasi fakta terutama dengan menciptakan hukum dengan jalan induksi dan hipotesis.
5. Himpunan pengetahuan sistematis yang disusun untuk menemukan kebenaran secara umum atau penemuan hukum secara umum.

6. Pengetahuan tentang dunia fisik yang disebut sebagai ilmu alam.

Penginderaan jauh merupakan suatu ilmu karena :

1. dilakukan atau diperoleh dengan jalan belajar dan latihan seperti pada batasan pertama diatas.
2. merupakan pengetahuan sistematis seperti batasan 2 .
3. dilakukan dengan observasi dan klasifikasi fakta, karena foto udara dan citra lainnya menyajikan gambaran tentang kenyataan yang ada dipermukaan bumi sesuai dengan batasan 4.
4. Dapat digunakan untuk menemukan kebenaran secara umum seperti misalnya sebagai model medan, sesuai dengan batasan 5.

( Lueder, 1959 : 37 - 42 ).

#### 4. Everett dan Simonett.

Everett dan Simonett (1976) mengutarakan bahwa penginderaan jauh merupakan ilmu, antarlain karena karakteristiknya yang berupa : (1) konsepsi dasarnya dan (2) filosofinya.

##### 1. Konsepsi dasar

Ada empat konsepsi dasar yang mencirikan penginderaan jauh sebagai ilmu, yaitu : (a) diskriminasi, (b) resolusi, (c) strategi jamak, dan (d) perannya sehubungan dengan pengelolaan. Sebagai ilmu baru azas yang mencer -

S. Z. A.  
Edi  
17

minkan kebenaran secara umum masih berupa konsepsi tersebut. Dengan melalui analisis cermat dalam waktu lama, konsepsi tersebut akan berkembang menjadi azas.

a) Diskriminasi

Diskriminasi atau pembedaan objek dilakukan melalui tiga kegiatan yang mencerminkan tingkat kerinciannya, yaitu deteksi (global), identifikasi (setengah rinci), dan analisis (rinci). Didalam deteksi ditentukan ada atau tidaknya suatu objek, misalnya objek yang berupa savana. Didalam strategi pengambilan contoh secara bertingkat, deteksi digunakan secara umum untuk menentukan populasi bentangannya, didalam contoh tersebut berupa bentangan dan luas savana. Didalam identifikasi ditemukan jenis pohon pada savana itu, misalnya pohon akasia, sedang pada analisis ditentukan jumlah pohonnya, misalnya 14 pohon setiap hektar. Berdasarkan kerincian informasinya maka deteksi sesuai untuk maksud umum, identifikasi untuk lingkup regional, dan analisis untuk lingkup rinci dan pekerjaan operasional. Di dalam strategi multitingkat maka deteksi identik dengan tingkat I, identifikasi dengan tingkat ke II, analisis dengan tingkat ke III. Menurut Simonett et al (1983), resolusi spasial pada tingkat identifikasi harus mencapai tiga kali lipat resolusi spasial pada tingkat deteksi, sedangkan resolusi spasial pada tingkat analisis harus meningkat sepuluh kali atau lebih.

MILIK UPT PERPUSTAKAAN  
IKIP PADANG

## b) Resolusi

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

Kualitas informasi yang dapat disajikan oleh data penginderaan jauh merupakan hasil trade-offs antara empat resolusi tersebut. Peningkatan resolusi yang satu ditebus dengan penurunan resolusi lainnya. Sebagai contoh, bagi satelit Landsat yang resolusi temporalnya tinggi yaitu merekam daerah yang sama tiap 16 hari, resolusi spasialnya rendah yaitu 80 m. Foto udara yang mampu menyajikan gambaran objek sebesar 2m atau lebih kecil lagi, perekaman ulangnya atau resolusi temporalnya sering sebesar 3 tahun atau lebih.



### c) Strategi Jamak

Perkembangan sekitar 20 tahun terakhir ini menunjukkan adanya strategi atau konsepsi jamak didalam penginderaan jauh. Konsepsi jamak itu antara lain berupa konsepsi multi tingkat, multitemporal, multipenajaman, multi - spektral, multipolarisasi dan multiarah (Simonett et al 1983 : 32).

Penginderaan jauh bersifat multitingkat karena penginderaanya dapat dilakukan dari ketinggian yang berbeda-beda, yaitu dari pesawat terbang dari ketinggian antara sekitar 1 - 24 km diatas permukaan bumi dan dari satelit dengan ketinggian antara sekitar 150 - 40.000 km bagi satelit yang mengorbit bumi. Ia disebut multi temporal karena penginderaan dapat dilakukan pada saat yang berbeda-beda. Sistem penginderaan multispektral ialah penginderaan atas satu daerah dengan menggunakan dengan menggunakan lebih dari satu sensor atau detektor yang masing-masing menggunakan spektrum elektromagnetik yang berbeda-beda. Multipolarisasi ialah polarisasi yang lebih dari satu bidang. Tenaga elektromagnetik yang mengenai obyek dapat dipandang menjalar melalui segala bidang. Tenaga yang dipantulkan oleh obyek dapat dipolarisasi, yaitu dibuat melalui satu bidang. Contoh Multipolarisasi yaitu misalnya polarisasi untuk obyek yang berupa air dibuat berlainan dengan polarisasi bagi obyek yang berupa Vegetasi. Multiarah yaitu arah sensornya berbeda-beda misal-

nya tegak lurus kebawah, miring kekakan atau kekiri. Penajaman citra adalah pemrosesan citra agar ia tampak lebih tajam yaitu beda antara gambaran yang satu dengan lainnya menjadi lebih jelas. Penajaman citra secara digital dapat dilakukan antara lain dengan merentang kontras atau contrast stretch, penajaman tepi (edge enhancement) dan pemutaran sumbu koordinat (principal component analysis). Multi penajaman adalah penggunaan lebih dari satu penajaman secara bersama.

Informasi yang diperoleh dengan cara multi tingkat multispektral, multitemporal, multipolarisasi, multiarah dan multi penajaman pada umumnya lebih banyak bila dibandingkan dengan informasi yang diperoleh dengan satu tingkat, satu waktu, satu spektrum, satupolarisasi, satu penajaman dan satu arah.

#### d) Peranan Penginderaan Jauh.

Berbeda dengan ilmu lainnya maka peranan penginderaan jauh sangat besar didalam sistem informasi data dan pengelolannya. Peranannya antara lain untuk mendeteksi perubahan, kalibrasi bagian lain pada sistem yang sama, substitusi data lain sesudah dilakukan kalibrasi, dan pengembangan model baru dalam suatu disiplin ilmu.

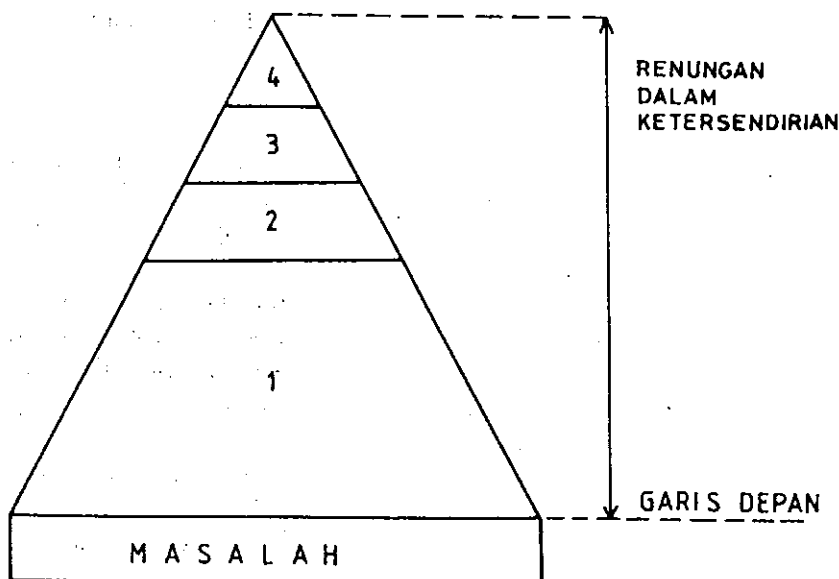
## 2. Filosofi

Abler, Adams, dan Gould (1972) mengutarakan bahwa ilmu pengetahuan atau sains dikembangkan dan dilaksanakan oleh kelompok-kelompok pakar dengan tugas yang berbeda -

beda. Secara keseluruhan, tugas mereka tertuju kearah pemecahan masalah. Masalah dapat dirumuskan sebagai berikut : (1) sesuatu yang aneh, yang tidak biasa, tidak pada tempatnya, (2) sesuatu yang kurang jelas, dan (3) sesuatu yang menimbulkan tantangan (Tejoyuwono, 1982 : 11). Dalam memecahkan masalah kelompok yang langsung berhadapan dengan dengan masalah disebut praktisi. Mereka itu melakukan pekerjaan untuk memecahkan masalah tanpa memikirkan cara-cara baru untuk melaksanakannya. Cara yang dipergunakan adalah cara yang telah dipelajari disekolahnya. Sebagai contoh, dokter yang melakukan operasi usus buntu dengan menggunakan cara yang telah dipelajari di fakultas kedokteran. Demikian pula halnya dengan kartografiwan yang mendesain atlas nasional, yang menggunakan metode yang telah ada. Jumlah pratisi lebih banyak bila dibandingkan dengan kelompok lain. Oleh karena itu maka kelompok pratisi digambarkan pada alas sebuah segitiga, lihat gambar dibawah.

Gambar 2. STRUKTUR ILMU (Abler, Adams, dan Gould, 1982)

1 = praktisi, 2 = metodologiwan, 3 = teoriwan, 4 = filosofiwan.



Sumber : Sutanto ( 1986 : 16 ).

Diatas prktisi ada kelompok metodologiwan. Mereka bertugas untuk mempelajari dan mengembangkan metode baru Diatasnya lagi ada teoriwan yang bertugas memikirkan tentang cara-cara orang berfikiratas . apa yang dilakukan dalam ilmu. Mereka itu bertugas untuk menyusun teori baru, mengembangkan teori yang ada, atau menyangga teori yang telah ada bila teori tersebut ternyata lemah. Diatas segala kelompok ini ada kelompok kecil yang disebut filosofiwan. Mereka itu bertugas untuk memecahkan masalah abstrak yang sifatnya mendasar bagi ilmu pengetahuan. Mereka itulah yang meletakkan landasan bagi kerangka konseptual ilmu pengetahuan.

Everett dan Simonett (1976) menyatakan bahwa menjadi masalah utama bagi filosofiwan dalam penginderaan jauh yaitu antara lain :

- (1) tingkat konsistensi informasi yang diperoleh,
  - (2) pengubahan wujud alamiah menjadi wujud budaya (artefacting),
  - (3) ketidak-pastian
  - (4) tidaktepatnya ekstrapolasi yang bergantung pada skala, dan
  - (5) masalah informasi yang bergantung pada skala,
  - (6) keanekaan parameter lingkungan secara spasial dan secara temporal untuk diubah menjadi data penginderaan jauh (environmental modulation transfer function),
- ( Sutanto 1986, : 17 ).

## B. Penginderaan Jauh Semakin Banyak Digunakan.

Dalam bulan Oktober 1990 berbagai surat kabar memuat berita adanya kasus penjualan foto udara milik sebuah instansi dilingkungan Departemen Pertambangan dan Energi oleh beberapa orang pegawainya. Kasus itu telah menarik perhatian kalangan masyarakat dan terutama orang yang tahu akan fungsi lembaran foto udara, hal ini terbuktinya dengan pemberitaan yang dimuat beberapa kali dalam satu bulan pada surat-surat kabar dan majalah lainnya.

Dari peristiwa diatas terlihat bahwa telah makin banyak pihak-pihak lain selain dari geografiwan yang mengenal bahkan menggunakan jasa penginderaan jauh. Baik diukur dari jumlah bidang penggunaannya maupun dari frekuensi penggunaannya penginderaan jauh memang meningkat pesat pada empat dasawarsa terakhir ini. Peningkatan penggunaannya dilandasi oleh beberapa alasan. Sekurang-kurangnya ada 6 alasan yang melandasi peningkatan penggunaan penginderaan jauh yang dikemukakan oleh Sutanto (1986 : 18-23), yaitu :

- 1) Citra menggambarkan obyek, daerah, dan gejala dipermukaan bumi dengan: (a) ujud dan letak Obyek yang mirip dengan ujud dan letaknya dipermukaan bumi, (b) relatif lengkap, (c) meliputi daerah yang luas, dan (d) permanen

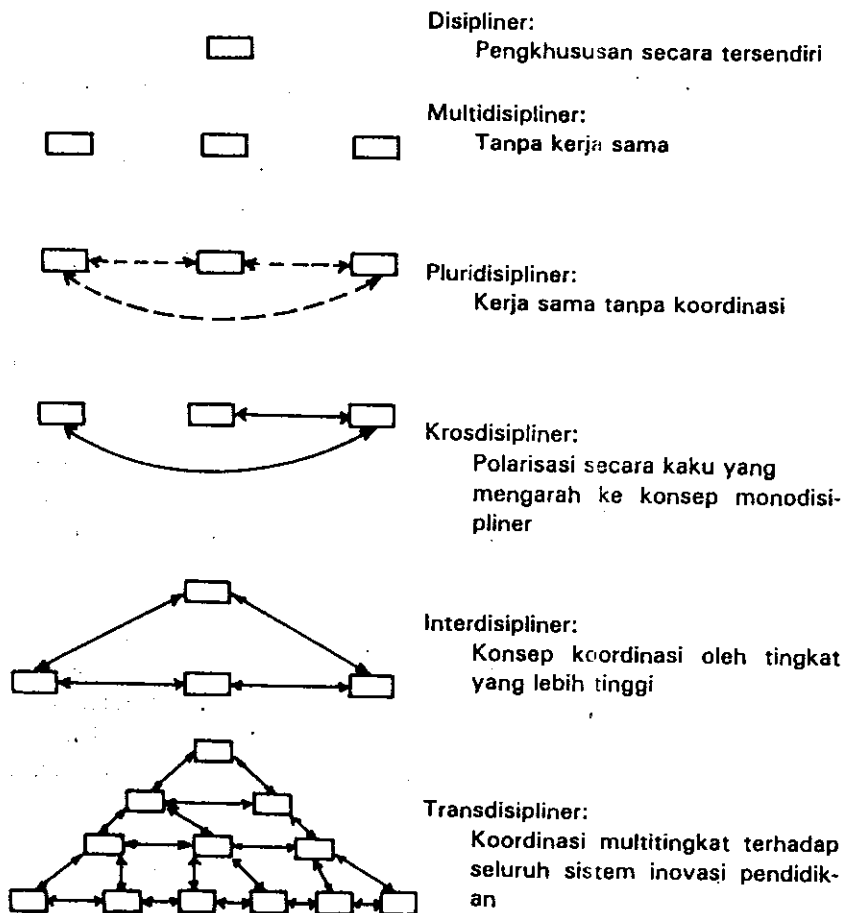
Karena ujud dan letak obyek yang tergambar pada citra mirip dengan ujud dan letaknya dipermukaan bumi, maka

citra merupakan alat yang baik sekali untuk pembuatan peta, baik sebagai sumber data maupun sebagai kerangka letak. Bagi daerah yang belum ada petanya, ia dapat digunakan sebagai substitusi peta. Ia juga merupakan model medan. Berbeda dengan peta yang merupakan model simbolik dan formula matematik yang merupakan model analog, citra (terutama foto udara) merupakan model ikonik karena wujud gambarnya mirip wujud obyek sebenarnya.

Tiap obyek yang terlalu kecil ukurannya dan tidak terlindung oleh obyek lainnya, tergambar pada citra. Itulah sebabnya sering dikatakan bahwa citra menyajikan gambaran secara lengkap. Gambaran yang lengkap ini memungkinkan penggunaannya untuk pelbagai bidang, baik secara sendiri-sendiri maupun secara bersama. Hal ini menguntungkan sekali bagi pendekatan terpadu. Bila citra digunakan oleh pelbagai bidang keahlian untuk satu tujuan, dengan suatu koordinasi maka ia digunakan secara interdisipliner. Bila tanpa koordinasi, pendekatannya disebut multidisipliner. Kita tentu saja lebih menghendaki pendekatan interdisipliner. Namun demikian, pada pustaka penginderaan jauh lebih banyak disebut istilah multidisipliner. Hal ini dimungkinkan untuk memudahkan mengingatnya, karena ia mirip dengan konsep multi yang telah dikemukakan terdahulu yaitu multitingkat, multispektral, multi-temporal, multisensor, dan multipolarisasi. Kejelasan tentang konsep multidisiplin dan interdisiplin disajikan

pada gambar 3. Bila dikaitkan dengan konsepsi multi mungkin akan lebih tepat bila dikatakan bahwa citra merupakan sumberdata multitematik.

Gambar 3. LANGKAH KERJASAMA DAN KOORDINASI DALAM RISET



Sumber : Sutanto ( 1986 : 20 )

Karena satu citra dapat digunakan untuk pelbagai bidang seperti geologi, hidrologi, geografi, biologi, kehutanan, dan pertanian, maka harga tiap citra secara re

latif menjadi lebih murah.

Satu citra meliputi daerah luas. Bagi foto udara ber skala 1 : 50.000 dan berukuran standar yaitu 23 cm X 23 cm, tiap foto meliputi daerah seluas 132 km<sup>2</sup>. Satu lembar foto udara berskala 1:100.000 meliputi daerah seluas 529 km<sup>2</sup>. Satu lembar citra satelit Landsat IV yang dibuat dari ketinggian 700 km diatas permukaan bumimeliput daerah seluas 34.000 km<sup>2</sup>. Dari angka-angka tersebut dapat dibayangkan betapa luas daerah yang dapat diamati secara sinoptik. Hal ini memungkinkan dilakukannya analisis spasial dengan dengan lebih nyata. Bila kita datang ke medan, memang kita dapat melihat obyek atau daerah dengan lebih rinci, akan tetapi pengamatan kita terbatas pada jarak pandang mata yang sangat terbatas jangkauannya. Kita tidak dapat mengamati medan secara sinoptik, melainkan hanya sebagian demi sebagian. Kemungkinan pengamatan secara sinoptik ini merupakan salah satu keunggulan citra bila dibandingkan dengan alat lainnya. Disamping citra hanya peta yang mampu menyajikan gambaran sinoptik. Meskipun demikian gambaran sinoptik pada citra lebih jelas karena gambarannya hanya berupa simbol.

2) Dari jenis citra tertentu dapat ditimbulkan gambaran tiga demensional apabila pengamatannya dilakukan dengan alat yang disebut streoskop.

Gambaran tiga deminsional ini sangat menguntungkan dalam beberapa hal yaitu antara lain : (a) menyajikan gambaran



model medan yang jelas, (b) relief lebih jelas karena adanya pembesaran vertikal, (c) memungkinkan pengukuran beda tinggi yang dapat dimanfaatkan untuk membuat peta kontur, perencanaan lintasan jalan, dan saluran irigasi, (d) memungkinkan pengukuran volume seperti volume kayu dan volume tanah yang harus digali atau diisikan pada perencanaan pembuatan jalan, dan (e) memungkinkan pengukuran lereng untuk menentukan kelas lahan, konservasi lahan, dan keperluan lainnya.

3) Karakteristik obyek yang tak tampak dapat diujutkan dalam bentuk citra sehingga dimungkinkan pengenalan obyeknya.

Obyek dapat dikenali dengan berdasarkan beda suhunya, yaitu yang direkam pada citra inframerah termal. Kota yang tak tampak pada malam hari dengan spektrum inframerah termal dapat diujutkan dalam bentuk citra yang cukup jelas. Kebocoran pipa gas dibawah tanah atau kebakaran tambang batubara bawah tanah mudah dikenali pada citra inframerah termal. Obyek tersebut tampak oleh mata karena terletak dibawah tanah. Meskipun terlihat oleh mata, air panas yang keluar dari industri tidak dapat dibedakan terhadap airlainnya karena tampak 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 kehidupan pada ekologi perairan.

Mata manusia tidak dapat melihat tanaman yang mulai diserang hama tanaman atau bangunan dipangkalan udara yang diberibentuk samaran, karena mata manusia hanya mampu menggunakan tenaga elektromagnetik pada seluruh spektrum tampak. Dengan menggunakan saluran sempit tertentu pada spektrum tampak, tanaman yang mulai diserang penyakit dapat diujutkan dalam citra sehingga ia dapat dikenali sebelum mata dapat mengenalinya. Dengan menggunakan spektrum inframerah dekat, bentuk bangunan asli yang diberi bentuk samaran dan taktampak bila dilihat dari pesawat terbang kemudian dapat diujutkan dalam citra dan dapat dikenali dengan baik.

4) Citra dapat dibuat secara cepat meskipun untuk daerah yang sulit untuk dijelajahi secara terestrial.

Untuk pemetaan atau untuk penelitian daerah rawa hutan dan pegunungan akan sulit sekali, lama pelaksanaannya dan memerlukan biaya yang tinggi. Dalam keadaan cuaca yang memungkinkan, daerah-daerah tersebut dapat dipotret dengan cepat. Perekaman satulembar foto udara yang meliputi daerah seluas  $132 \text{ km}^2$  dilakukan dalam waktu kurang dari satu detik sedangkan perekaman citra landsat yang meliputi daerah seluas  $34.000 \text{ km}^2$  dilakukan dalam waktu kurang dari 25 detik. Disamping itu interpretasi citra dapat dilakukan dalam ruang (laboratorium) pada siang maupun malam hari, dalam keadaan hujan sekalipun. Inilah yang menyebabkan penggunaan teknik penginderaan ja

uh untuk pemetaan dan penelitian berarti untuk pengematan waktu dan biaya, dengan ketelitian hasil yang memadai.

5) Merupakan satu-satunya cara untuk pemetaan daerah bencana.

Tidak ada cara lain yang mampu memetakan daerah bencana secara cepat justru pada saat terjadinya bencana, seperti misalnya pemetaan daerah banjir, daerah yang terkena gempa bumi dan terkena angin ribut. Demikian pula halnya bagi gunung api yang sedang meletus seperti letusan gunung galunggung pada tahun 1982 yang terekam antara lain pada citra satelit cuaca GMS dan NOAA.

6. Citra sering dibuat dengan periode ulang yang pendek, yaitu misalnya 16 hari bagi citra lansat IV dan dua kali tiap hari bagi citra NOAA. Dengan demikian maka citra merupakan alat yang baik sekali untuk memantau (monitoring) perubahan cepat seperti pembukaan daerah hutan, pemekaran kota, perubahan kualitas lingkungan dan perluasan lahan garapan.

## II. UNSUR DAN TEKNIK INTERPRETASI CITRA

Untuk melakukan kegiatan interpretasi citra atau pengkajian foto udara kita harus memperhatikan unsur-unsur dan teknik dalam menginterpretasi citra tersebut. Untuk lebih jelasnya akan kita lihat satu persatu.

### A. Unsur Interpretasi Citra

Kegiatan yang melakukan pengenalan obyek merupakan bagian vital dalam interpretasi citra. Tanpa dikenali identitas dan jenis obyek yang tergambar pada citra, tidak akan mungkin dilakukan analisis untuk memecahkan masalah yang sedang dihadapi. Demikian pentingnya pengenalan obyek itu sehingga ada satu periode perkembangan penginderaan jauh yang memusatkan perhatiannya pada pengenalan obyek pada citra, yaitu antara 1950 - 1960 (Sutanto, 1986 : 120). Pada saat itu interpretasi citra masih merupakan interpretasi foto udara saja, karena belum ada citra lainnya. Pusat perhatiannya hanya pada cara-cara - pengenalan obyek sehingga tak pernah sampai pada arti interpretasi citra yang sebenarnya, yaitu pengenalan obyek dan analisis data sesuai dengan disiplin ilmunya untuk memecahkan masalah yang sedang dihadapi. Periode ini disebut periode teknik interpretasi yang berlebihan (Stone 1974 : 121).

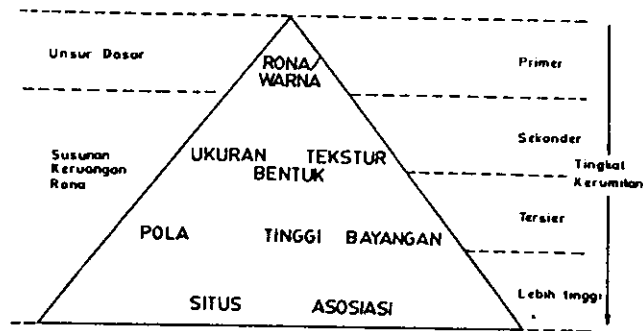
Prinsip pengenalan obyek pada citra mendasarkan a-

tas penyidikan atas karakteristiknya atau atributnya pada citra. Karakteristik obyek yang tergambar pada citra dan digunakan untuk mengenali obyek disebut unsur interpretasi citra.

Foto udara merupakan citra tertua didalam penginderaan jauh. Ia telah dikembangkan paling lama dan hingga dasawarsa 1960-an paling banyak digunakan sehubungan dengan ketersediaan foto dan alat interpretasinya serta kemudahan didalam pelaksanaan interpretasinya. Gambaran pada foto udara lebih mirip ujud sebenarnya di medandan lebih terinci dibandingkan dengan gambaran pada citra lainnya. Sebagai akibatnya, unsur interpretasinya juga paling lengkap bila dibandingkan dengan unsur interpretasi pada citra lainnya. Dengan alasan itulah maka unsur interpretasi citra yang dibincangkan pada bab ini ialah unsur interpretasi citra foto udara.

Unsur interpretasi citra terdiri dari sembilan unsur atau butir, yaitu rona atau warna, ukuran, bentuk, tekstur, pola, tinggi, bayangan, situs, dan asosiasi. Sembilan unsur interpretasi citra ini disusun secara berjenjang atau hirarkhik pada gambar 4 dibawah ini. Perbincangan berikut adalah tentang unsur interpretasi tersebut. Disamping itu juga dibincangkan konvergensi bukti, asas penting penerapan unsur interpretasi citra dalam pengenalan obyek.

Gambar 4. SUSUNAN HIRARKHIK UNSUR INTERPRETASI CITRA



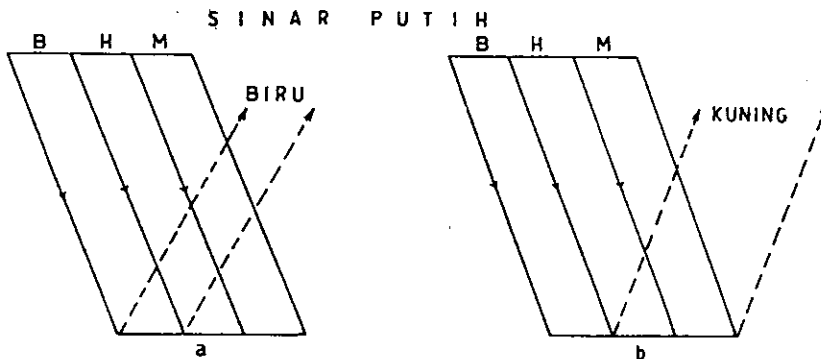
### 1. Rona dan Warna

Rona (tone/color tone/grey tone) ialah tingkat kegelapan atau tingkat kecerahan obyek pada citra. Rona pada foto pangkromatik merupakan atribut bagi obyek yang berinteraksi dengan seluruh spektrum tampak yang sering disebut sinar putih, yaitu spektrum dengan panjang gelombang (0,4 - 0,7) mikrometer. Didalam penginderaan jauh, spektrum demikian disebut spektrum lebar. Jadi rona merupakan tingkat dari hitam keputih atau sebaliknya.

Warna ialah ujud yang tampak oleh mata dengan menggunakan spektrum sempit, lebih sempit dari spektrum tampak. Sebagai contoh obyek tampak biru, hijau atau merah bila hanya memantulkan spektrum dengan panjang gelombang (0,4 - 0,5), (0,5 - 0,6), atau (0,6 - 0,7) mikrometer. Sebaliknya bila obyek menyerap sinar biru

maka ia akan memantulkan warna hijau dan merah. Sebagai akibatnya maka obyek akan tampak dengan warna kuning. Lihat gambar dibawah ini.

Gambar 5. WARNA BERDASARKAN PANTULAN.



Berbeda dengan rona yang hanya menyajikan tingkat kegelapan didalam ujud hitam putih, warna menunjukkan tingkat kegelapan yang lebih beraneka. Ada tingkat kegelapan didalam warna biru, hijau, merah, kuning, jingga dan warna lainnya. Meskipun tidak menjelaskan tingkat pengukurannya, Estes et al. (1983 : 43), mengutarakan bahwa mata manusia dapat membedakan 200 rona dan 20.000 warna. Pernyataan ini mengisaratkan bahwa pembedaan obyek pada foto berwarna lebih mudah bila dibanding dengan pembedaan obyek pada foto hitam putih. Pernyataan senada dapat diutarakan pula, yakni pembedaan obyek pada citra yang menggunakan spektrum sempit lebih mudah dari pada pembedaan obyek pada citra yang dibuat dengan spektrum lebar, meskipun citranya sama-sama tidak berwarna.

Asas inilah yang mendorong untuk menciptakan citra multispektral.

Rona dan warna disebut sebagai unsur dasar. Hal ini mencerminkan betapa pentingnya rona dan warna didalam mengenali obyek. Tiap obyek tampak pertama pada citra berdasarkan rona atau warnanya. Setelah rona dan warna yang sama dikelompokkan dan diberi garis batas untuk memisahkannya dari rona atau warna yang berlainan, Barulah tampak, barulah tampak bentuk, tekstur, pola, ukuran dan bayangannya. Itulah maka rona dan warna disebut unsur dasar. Mengingat pentingnya rona dan warna sebagai unsur dasar maka perbincangannya akan melebihi unsur interpretasi lainnya. Perbincangannya akan meliputi (1) cara pengukuran rona, (2) faktor yang mempengaruhi rona, (3) cara pengukuran warna dan (4) faktor yang mempengaruhi warna. (Sutanto, 1986 : 123)

#### 1) Cara Pengukuran Rona

Rona dapat diukur dengan dua cara, yaitu dengan cara relatif dengan menggunakan mata biasa, dan dengan cara kuantitatif dengan menggunakan alat. Dengan menggunakan mata biasa pada umumnya rona dibedakan atas lima tingkat, yaitu putih, kelabu-putih, kelabu, kelabu-hitam, dan hitam. Dengan menggunakan alat maka rona dapat dibedakan dengan lebih pasti dan dengan tingkat pembedaan yang lebih banyak.



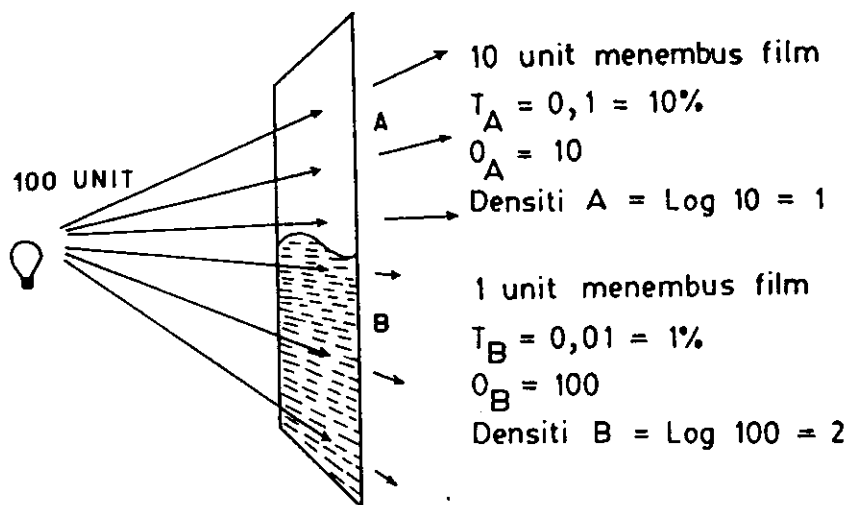
Lillesand dan Kiefer (1979 : 109) mengutarakan bahwa foto udara dapat dipandang sebagai rekaman visual terhadap sinar yang mengenai detektor kecil yang berjumlah besar. Detektor bagi foto udara ialah butir-butir perak halid ( $\text{AgBr}$ ,  $\text{AgCl}$ ,  $\text{AgFl}$ ,  $\text{AgJ}$ ) pada emulsi film. Tiap butir perak halid merekam sinar yang dipantulkan oleh objek di bumi. Setelah film diproses, hasil rekamannya mem-buahkan gambaran tertentu. Gambaran ini terbentuk karena ada beda pantulan oleh objek yang berbeda. Sedandainya pantulan sama, maka tidak akan terbentuk gambar karena keseluruhan lembaran film akan menyajikan gambar yang sama ronanya. Jadi rekaman sinar pada tiap butir perak halid bergantung pada pantulan obyek yang sinarnya diterima oleh butir tersebut. Disamping itu ronanya juga bergantung pada panjang gelombang sinar yang digunakan.

Bila butir perak halit terkena sinar, ikatan antara perak dan halid menjadi lemah dan terbentuk gambaran laten pada film itu. Setelah film dicuci maka daerah yang terkena sinar akan tampak putih bila lapisan dasarnya kertas putih, atau tampak bening bila lapisan dasarnya berupa film transparan atau kaca. Bagian yang gelap bersifat opak atau tak tembus cahaya sedangkan bagian yang jernih bersifat tembus cahaya. Oleh karena itu ronanya akan dapat diukur dengan opasitas ( $O$ ) atau transmisi ( $T$ ) yaitu sifat tembus cahayanya. Sebagai contoh, dimisalkan sebuah film yang dibagi atas 2 bagian yaitu bagian A jer

nih sedangkan bagian B yang gelap. Film tersebut disinari dengan lampu berkekuatan 100 unit. Pada bagian A yang jernih, misalnya sinar yang menembus film itu sebesar 10 unit. Pada bagian B sinar yang menembus film itu sebesar 1 unit. Didalam contoh ini maka  $T_A = 10/100 = 0,10 = 10\%$ , sedangkan  $T_B = 1/100 = 1\%$ .

Besarnya opasitas berbanding terbalik terhadap transmisinya jadi  $O_A = 1/T_A$  dan  $O_B = 1/T_B$ .  $O_A = 1/0,1 = 10$  Sedangkan  $O_B = 1/0,01 = 100$ . Lihat gambar dibawah ini.

Gambar 6. OPASITAS, TRANSMISI, DAN DENSITI PADA FILM



Sumber : Sutanto (1986 : 125)

Jadi, rona dapat diukur berdasarkan opasitasnya maupun berdasarkan transmisinya. Didalam contoh ini rona A diukur dengan  $T_A = 0,1$  atau  $O_A = 10$ , sedangkan rona B dengan  $T_B = 0,01$  atau  $O_B = 100$ . Akan tetapi bahwa gradasi transmisi maupun opasitas tidak selaras dengan kesan yang

tertangkannya oleh mata. Oleh karena itu kemudian dikembangkan cara pengukuran rona yang lebih selaras dengan kesan mata. Tingkatan rona itu disebut densiti, yang besarnya sama dengan logaritma normal opasitas atau :

$$D = \text{Log } O = \frac{1}{T}$$

Dalam contoh tersebut maka densiti pada A sebesar  $\text{Log } 10$  sedang densiti pada B sebesar  $\text{log } 100 = 2$

Alat pengukur densiti disebut dengan densitometer . Untuk mengukur densiti pada film digunakan densitometer transmisi, sedang untuk mengukur densiti pada citra yang dioetak diatas kertas digunakan densitometer pantulan . Tiap jenis densitometer dibedakan atas densitometer titik (spot densitometer) dan densitometer penyiaman (scanning densitometer). Densitometer titik digunakan untuk mengukur densiti citra pada beberapa bagian, sedang densitometer penyiaman digunakan untuk mengukur densiti seluruh citra. Densiti dapat dibedakan atas 21 tingkat, dengan nilai densiti antara 0 hingga 3. Densiti 0 menunjukkan bagian yang gelap, sedangkan densiti 3 menunjukkan bagian yang cerah.

## 2) Faktor Yang Mempengaruhi Rona

Rona pada citra dipengaruhi oleh lima faktor, yaitu (a) karakteristik objeknya sendiri, (b) bahan yang digunakan (c) pemrosesan emulsi, (d) cuaca, (e) letak Objek.

a) Karakteristik obyek

Karakteristik obyek yang mempengaruhi rona ialah :

- (a) Permukaan kasar cenderung menimbulkan rona gelap pada foto karena sinar yang datang mengalami hamburan hingga mengurangi sinar yang dipantulkan.
- (b) Warna obyek yang gelap cenderung menimbulkan rona gelap
- (c) Obyek yang basah/lembab cenderung menimbulkan rona gelap
- (d) Pantulan obyek misalnya air tampak gelap dan batuan kapur tampak cerah.

Untuk menyedik karakteristik spektral obyek pada citra, perlu diketahui karakteristik pantulan atau pancaran obyek.

b) Bahan Yang Digunakan

Jenis film yang digunakan juga akan menentukan rona pada foto, karena tiap jenis film mempunyai kepekaan tersendiri. Kilford (1973 : 228) mengutarakan bahwa perak halid yang biasa digunakan sebagai emulsi film mula-mula hanya peka terhadap spektrum ultraviolet dan saluran biru. Ia hanya merekam sinar gelombang pendek yang justru hamburannya besar. Sebagai akibatnya maka banyak obyek yang tampak jelas di medan, pada foto tampak lemah sekali ( tidak jelas ).

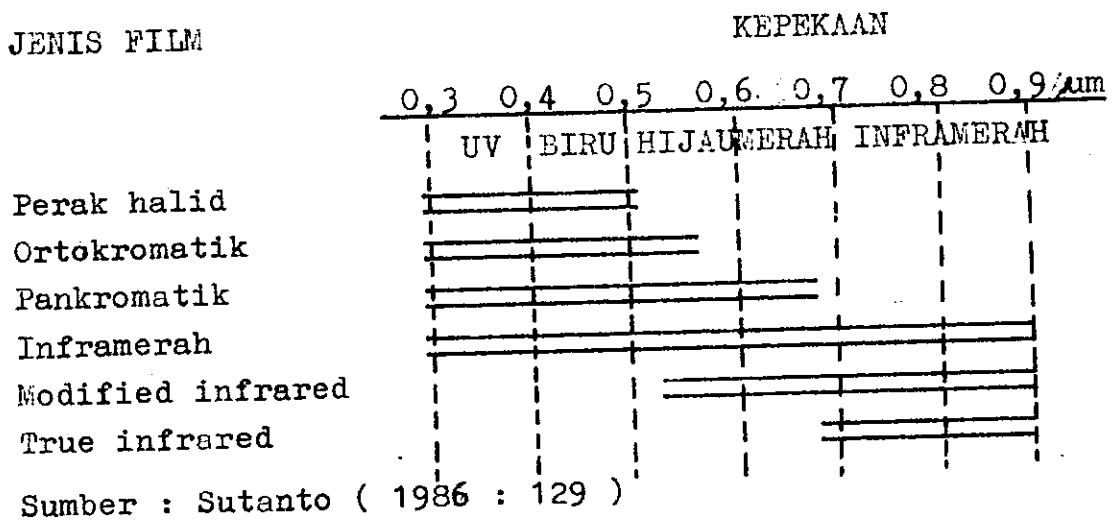
Tabel 1. NILAI ALBEDO TANAH, AIR DAN VEGETASI

OBJEK	ALBEDO (%)
<b>TANAH :</b>	
Pasir halus	37
Tanah hitam, kering	14
Tanah hitam, lembab	8
Tanah cerah	25 - 30
Endapan lava	16
Granit	31
Batuan kapur	36
Pasir putih	35 - 40
<b>A I R :</b>	
Salju kering, jernih, padat, baru	86 - 95
Salju lama	45 - 70
Es laut	36
Lembaran Es tertutup air	26
Ladang pepohonan tertutup salju	33 - 40
Air dengan elevasi matahari	
90°	2
60°	2,2
30°	6
20°	13,4
10°	35,8
5°	60
3°	90
<b>VEGETASI</b>	
Belukar gurun pasir	20 - 29
Hutan musim	16 - 23
Hutan pinus	14
Padang rumput	12 - 13
R a w a	10 - 14

Sumber : Sutanto ( 1986 : 128 )

Perkembangan selanjutnya adalah film pankromatik yang peka terhadap spektrum tampak, dan film inframerah peka terhadap spektrum tampak dan spektrum inframerah dekat dengan panjang gelombang 0,9 mikron meter. Perkembangan yang terakhir berupa foto multispektral yang menggunakan saluran sempit, yaitu saluran biru, hijau, merah dan inframerah dekat. Rona pada tiap foto tersebut tentu saja berbeda-beda.

Gambar 7. KEPEKAAN BERBAGAI EMULSI



### c) Pemrosesan Emulsi

Emulsi dapat diproses dengan hasil redup, setengah-redup dan gilap. Cetakan gilap lebih menguntungkan karena ronanya lebih cerah, akan tetapi sukar untuk ditulis atau digambari. Cetakan redup bersifat sebaliknya. Cetakan setengah redup mempunyai sifat antara, yaitu ronanya cukup cerah dan masih agak mudah ditulis atau digambari.

## d) Cuaca

Telah diutarakan semula bahwa rona foto udara sangat tergantung atas jumlah sinar yang dapat mencapai sensor . Rona sangat tergantung kepada jumlah sinar yang mengenai obyek dan daya pantul obyeknya. Sebelum sinar mengenai obyek maupun setelah dipantulkan oleh obyek yaitu dalam perjalanan mencapai sensor, ia dipengaruhi oleh hamburan. Pada ketinggian hingga 4,5 km dipengaruhi oleh hamburan 'Mie' dan hingga 9 km dipengaruhi oleh hamburan 'Rayleigh' Disamping itu masih ada hamburan nonselektif. Penghamburannya berupa butir-butir gas yang ada di atmosfer, asap awan dan butir-butir air. Pada cuaca berwarna bahkan tidak akan mungkin dilakukan pemotretan. Oleh karena itu rona foto udara sangat dipengaruhi oleh kejernihan atmosfer.

## e) Letak Objek Dan Waktu Bemotretan

Letak dapat diartikan letak lintang dan bujur, ketinggian tempat, atau letak terhadap obyeklainnya (Sutantoto, 1986 : 130).

Bagi letak lintang dan bujur, letak lintanglah yang berpengaruh terhadap rona pada foto. Letak lintang menentukan terhadap sinar datang atau sudut sinar datang matahari. Bagi tempat yang terletak di lintang tinggi, misalnya 40° Lintang Utara, penyinaran pada tengah hari berjumlah 11.000 'foot-candles' pada bulan juni, dan pada bulan De-

sementeraja berjumlah 5.000 'foot-candles' (Estes, 1974 : 110) Dengan demikian maka sinar yang mencapai obyek pada bulan Juni sekitar 23% sinar yang mengenai obyek yang sama pada Bulan Desember. Sebagai akibatnya, rona obyek tersebut juga berbeda. Letak tempat dan waktu sangat mempengaruhi rona foto.

Ketinggian tempat juga mempengaruhi rona pada foto bagi obyek yang sama. Hal ini terutama disebabkan oleh sering adanya kabut tipis pada pagi hari ditempat yang tinggi. Bila pemotretan dilakukan pada pagi hari pada saat kabut tipis belum hilang,

Secara lebih sempit lagi, letak dapat diartikan sebagai letak terhadap obyek lain didekatnya. Bila obyek lain ini lebih tinggi dan menghalangi obyek itu, maka obyek itu tidak akan tampak pada foto. Kalau masih ada sinar yang mencapai obyek itu meskipun tidak penuh, obyek akan tampak dengan rona yang lebih gelap bila dibandingkan dengan obyek lain yang terletak ditempat terbuka.

### 3) Cara Pengukuran Warna.

Analisa kuantitatif atas citra pada umumnya dilakukan berdasarkan kepada pengukuran densitinya. Pada foto hitam putih, densiti merupakan fungsi jumlah perak yang tercuci. Bagi foto berwarna densitinya dibuahkan oleh karakteristik serapan zat warna yang digunakan selapis emulsi. Pada umumnya digunakan tiga lapis zat warna yang berbeda-beda pada film berwarna.



da-beda pada film berwarna. Fungsi zat warna itu ialah sebagai penyerap sinar.

Selanjutnya Estes et al, yang mendasarkan atas pendapat Cretcher dan Balentine (1968) menyatakan bahwa ada dua cara untuk mengukur warna, yaitu dengan cara integral dan cara analitik. Pengukuran warna dengan cara integral ialah pengukuran warna gabungan yang dibuahkan oleh lapis-lapis zat warna, tanpa memisahkannya satu per satu. Cara pengukuran analitik adalah pengukuran densiti pada tiap panjang gelombang bagi tiap lapis zat warna (Sutanto, 1986: 132).

#### 4) Faktor yang mempengaruhi Warna.

Menurut Paine (1981) warna biri, hijau dan merah disebut warna dasar aditif yaitu warna yang tidak dapat dibentuk dengan jalan menambahkan warna-warna lain. Ia disebut warna dasar karena warna-warna lain dapat dibuahkan dengan memadukan warna tersebut. Sebagai contoh warna 'cyan' merupakan paduan antara warna biru dan hijau, warna kuning merupakan paduan antara hijau dan merah dan warna 'magenta' merupakan paduan antara merah dan biru. Tiga warna ini yaitu 'cyan', kuning dan magenta, masing-masing disebut dengan warna dasar substraktif. Paduan warna substraktif akan membuahkan warna-warna lainnya. Ia disebut warna substraktif karena pembentukannya dilakukan dengan mengurangi satu warna dasar aditif dari sinar

putih. Bila dipasang filter kuning pada sinar putih, maka sinar biru diblok sehingga terhentuk warna kuning. Warna dasar aditif yang membentuk warna paduan ini yaitu warna hijau dan merah.

Dari uraian tersebut mudah diketahui bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi warna adalah panjang gelombang sinar yang membentuk warna itu. Panjang gelombang ( 0,4 - 0,5 ) um membentuk warna biru, sedangkan panjang gelombang (0,5 - 0,7)um membentuk warna kuning. Panjang sinar dominan atau panjang gelombang rata-rata yang membentuk warna disebut 'hue'(Short, 1982) dengan kata lain dapat dinyatakan bahwa hue merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi warna (Sutanto, 1986 : 134).

Disamping dipengaruhi oleh hue, warna juga dipengaruhi oleh dua faktor lainnya, yaitu kejenuhan (saturation) dan intensitas. Kejenuhan merupakan julat (range) panjang gelombang yang membentuk warna. Intensitas ditentukan oleh jumlah total sinar yang dipantulkan, terlepas dari panjang gelombang. Smith dan Anson (1960) menamakan intensitas ini dengan kecerahan (brightness). Intensitas memang ditandai dengan kecerahan. Didalam instrumen pengamat multispektral, intensitas diukur dari 0 sampai 10. Pada intensitas 0 berarti tidak ada cahaya atau gelap. Pada intensitas 10 maka penyinarannya cerah sekali. Kecerahan ini sangat berpengaruh terhadap pembentukan warna. Sebagai contoh, warna yang dibentuk oleh saluran biru

dan saluran hijau dengan intensitas masing-masing sebesar 6, akan berlainan dengan warna yang terbentuk oleh saluran hijau dengan intensitas 4, karena saluran biru menjadi dominan pada pembentukan warna ini meskipun julat panjang gelombang sinar yang membentuk rona atau kejenuhannya tetap, yaitu ( 0,4 - 0,6)um. Pada contoh pertama maka tidak ada panjang gelombang yang dominan sehingga hue-nya merupakan panjang gelombang rata-ratanya, yaitu 0,5 um. Pada contoh kedua maka hue-nya berupa saluran biru, karena saluran inilah yang dominan pada pembentukan warna tersebut.

Untuk pengenalan objek tidak seyogyanya tidak hanya digunakan satu unsur interpretasi citra. Keandalan hasil interpretasi citra semakin tinggi bila semakin banyak unsur interpretasi citra yang digunakan. Berikut ini diutarakan beberapa contoh pengenalan obyek berdasarkan rona , maksudnya agar digunakan bersama unsur interpretasi citra yang lain.

- a) Air tanpak dengan rona gelap pada foto pankromatik. Meskipun demikian, air tanpak cerah bila dangkal, deras alirannya, keruh, atau gabungan diantaranya.
- b) Berbeda dengan rona air yang tanpak gelap pada foto pankromatik bila kedalamannya dua meter atau lebih, pada foto inframerah maka air tanpak gelap meskipun kedalamannya hanya beberapa desimeter saja. Hal ini disebabkan karena serapan oleh air pada spektrum inframerah

- lebih besar dari serapan oleh air pada spektrum tampak
- c) Tanaman karet, bakau dan sagu tampak gelap pada foto pankromatik.
  - d) Tanaman berdaun lembut seperti beringin, kemlandingan, dan rumput pada umumnya tampak cerah pada foto infra-merah.
  - e) Atap seng dan asbes yang masih baru tampak dengan rona putih, sedangkan rona genteng lama berkisar dari kelabu hingga kelabu hitam.

## 2. Bentuk

Ukuran, tekstur dan bentuk merupakan unsur interpretasi yang digunakan pada tingkat kerumitan sekunder, yaitu lebih tinggi dari pada tingkat kerumitan primer sebagai unsur dasar.

Apabila melalui unsur rona dan warna belum dapat diketahui obyek apa yang terekam didalam lembaran citra maka kita naik kepada unsur yang lebih tinggi yaitu ukuran, tekstur dan bentuk. Ini disebabkan setiap objek yang ada tentu tidak akan terlepas dari unsur ukuran, tekstur, dan bentuk ini. Untuk itu kita lihat satu persatu seperti di bawah ini.

Bentuk merupakan variabel kualitatif yang merupakan konfigurasi atau kerangka suatu obyek (Lo, 1976 :96). Bentuk merupakan atribut yang jelas sehingga banyak obyek

yang dapat dikenali berdasarkan bentuknya saja.

Ada dua istilah didalam bahasa Inggris yang artinya bentuk yaitu : 'Shape' dan 'form'. Shape adalah bentuk luar atau bentuk umum suatu objek, sedangkan form merupakan susunan atau struktur yang bentuknya lebih rinci.

Dari sumber lain menjelaskan bahwa bentuk itu adalah ekspresi relief atau topografi, dimana seorang interpreter harus membiasakan diri untuk mengenal bentuk dari foto udara gejala yang telah dikenal dilapangan. Untuk mengenal suatu objek didalam lembaran cita kadang-kadang bentuk saja tidak cukup untuk memberikan informasi karena disekitar pinggir lembaran citra / foto udara terdapat displacement sebagai akibat tilt, relief dan distorsi lensa yang akan mendorong salah interpretasi contohnya; daratan atau dataran horizontal tanpek miring.

Sebagai interpreter kita harus membiasakan mata mengamati obyek-obyek yang ada di dalam lembaran citra, dan obyek-obyek yang ada dilapangan yang sekaligus kita harus tahu atribut-atribut suatu obyek, karena obyek yang tergambar dalam lembaran foto udara tidak akan sama dengan bentuk obyek yang kita lihat sehari-hari dilapangan. Bentuk obyek yang tergambar didalam foto udara adalah gambaran yang terlihat secara fertikal yaitu dari atas ke bawah, sedangkan yang kita lihat sehari-hari adalah secara horizontal dan kadang-kadang miring.

Contoh pengenalan obyek berdasarkan bentuk:

1. Gedung sekolah pada umumnya berbentuk L, I, U atau berbentuk empat persegi panjang.
2. Tajuk pohon palma berbentuk bintang, tajuk pohon pinus berbentuk kerucut dan tajuk pohon bambu berbentuk bulu-bulu.
3. Gunung api berbentuk kerucut,
4. Batuan resisten membentuk topografi kasar dengan lereng terjal bila pengikisannya telah berlangsung lanjut.
5. Bekas meander sungai yang terpotong dapat dikenali sebagai bagian rendah yang berbentuk tapak kuda.
6. Tipe jalan dapat di klasifikasikan berdasarkan lebar dan kelengkungannya dan antara bentuk jalan aspal dengan jalan tanah.

### 3. Ukuran

Ukuran sangat penting dalam mengenal obyek, karena ukuran merupakan atribut dari obyek. Ukuran merupakan fungsi skala dalam citra karena dengan skala bisa diketahui ukuran obyek. Ukuran didalam lembaran foto udara adalah berupa jarak, luas, tinggi lereng dan volume (Sutanto, 1986 : 136), maka didalam memanfaatkan ukuran sebagai unsur interpretasi citra harus selalu di ingat skalanya.

Contoh pengenalan obyek berdasarkan ukuran

1. Ukuran rumah sering mencirikan apakah rumah itu rumah mukim atau kantor atau industri. Rumah mukim ukurannya lebih kecil dibandingkan kantor atau industri.
2. Lapangan olah raga disamping dicirikan oleh bentuk segi empat lebih dicirikan oleh ukurannya, yaitu sekitar 80 m x 100 m bagi lapangan sepak bola, sekitar 15 meter kali 30 meter bagi lapangan tenis dan sekitar 8 kali 15 meter bagi lapangan bulu tangkis.
3. Nilai kayu disamping ditentukan oleh nilai kayunya juga ditentukan oleh volumenya. Volume kayu dapat ditaksir berdasarkan tinggi pohon, luas hutan serta kepadatan pohonnya dan diameter batang pohon.
4. Jalan-jalan yang ada diperkotaan dan didesa dapat dibedakan berdasarkan kelasnya dengan memakai ukuran yaitu jalan utama, jalan propinsi, jalan daerah dan kabupaten serta kotamadya, jalan kelas 3, kelas 4 sampai pada jalan desa dan jalan setapak



Gambar 8. FOTO UDARA PANKROMATIK HITAM PUTIH PABRIK GULA MADUKISMO DI YOGYAKARTA, TAHUN 1959, 1 : 7.500 (Atas perkenan Bakosurtanal).

#### 4. Tekstur

Tekstur sering diartikan orang terhadap kasar, halus seperti beludu dan belang-belang dari suatu benda atau kumpulan benda.

Didalam penginderaan jauh tekstur adalah perubahan rona pada citra (Lillesand dan Kiefer 1979 : 112) atau pengulangan rona kelompok obyek yang terlalu kecil untuk dibedakan secara individual (Estes dan Simonett 1975 : 79). Beberapa contoh pengenalan obyek berdasarkan Tekstur.

1. Hutan berstruktur kasar, belukar berstruktur sedang, semak berstruktur agak halus dan rumput berstruktur halus.
2. Tanaman padi berstruktur halus, tanaman tebu berstruktur sedang dan tanaman perkarangan berstruktur kasar.
3. Permukaan air yang tenang berstruktur halus.

#### 5. Pola

Setelah kita mengamati obyek pada tingkat kerumitan sekunder, kita dapat lebih meningkatkan pengamatan terhadap tingkat kerumitan yang lebih tinggi yaitu tingkat kerumitan tertier setingkat diatas kerumitan sekunder. Tingkat kerumitan ini dipakai apabila tingkat kerumitan sekunder belum dapat memenuhi kebutuhan interpreter.

Dalam tingkat kerumitan tertier dikaji mengenai pola tinggi dan bayangan. Tinggi tidak dibincangkan secara eksplisit dalam tingkat kerumitan tersier ini, karena tinggi



telah tercakup didalam ukuran sebagai unsur interpretasi citra.

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

Bentuk susunan keruangan secara alamiah dengan bentukan manusia (budidaya manusia) akan memberikan pola yang sangat berbeda. Pola keruangan secara alamiah terbentuk dengan sendirinya tanpa ada unsur campur tangan manusia sehingga pola dari bentukannya tidak tersusun dengan rapi dan terdiri dari beraneka ragam materi atau jenis didalamnya. Bentuk / pola hasil budidaya manusia biasanya tersusun rapi, mempunyai bentukan yang rapi, teratur dan terdiri dari materi yang seragam atau sejenis.

Contoh-contohnya adalah :

1. Pola aliran sungai sering menandai bagi struktur geologi. Litologi dan jenis tanah. Pola aliran trellis menandai struktur lipatan. Pola aliran yang padat mengisyaratkan peresapan air kurang sehingga pengikisan berlangsung efektif. Pola aliran dendritik mencirikan jenis tanah atau jenis batuan serba sama. Dengan sedikit atau tanpa pengaruh lipatan maupun patahan. Pola aliran dendritik pada umumnya terdapat pada batuan lunak, tufa vulkanik, dan endapan tebal oleh gletser yang telah terkikis (Paine, 1981).

2. Pemukiman transmigrasi dikenali dengan pola yang teratur, yaitu dengan rumah yang ukuran dan jaraknya se ragam, masing-masing menghadap ke jalan.
3. Kebun karet, kebun kelapa, kebun kopi dan sebagainya - mudah dibedakan dari hutan atau vegetasi lainnya dengan polanya yang teratur, yaitu dari pola serta jarak tanamnya.
4. Hutan mudah dibedakan perkebunan, karena terdiri dari vegetasi yang beraneka ragam dan ukuran berbeda-beda.
5. Aliran sungai berbeda dengan pola aliran irigasi. Pola aliran sungai terbentuk dengan sendirinya dan dengan ukuran yang tidak sama. Sedangkan irigasi dibuat sedemikian rupa sehingga mempunyai lebar dan dalam yang sama, percabangan dibuatkan dengan baik sesuai dengan perencanaan.
6. Pohon-pohon dalam bentangan darat alami dapat memberikan bentuk kondisi geomorfologis, misalnya penjurangan bukit-bukit, pantai dan rawa-rawa daerah delta (Sumardi Joyosuharto 1988:6)
7. Bentuk geomorfologis asli dapat pula mempunyai pola, misalnya pesisir darat, drumlin, gurun pasir dengan pasir longi tudinal.
8. kadang-kadang pola kulturil meniru lingkungan alam, hal ini dapat dikenal dari skema pencegahan erosi contour ploughing, strip cropping ( Sumardi Joyosuharto , 1988:7 )

## 6. Bayangan

Pelaksanaan pemotretan untuk foto udara tidak boleh dilaksanakan pada waktu yang terlalu pagi atau pun terlalu sore, karena pada waktu ini bayangan obyek yang akan kita potret terlalu panjang hal ini akan dapat menutupi obyek-obyek yang terletak agak rendah dari obyek lainnya apa lagi obyek yang tertutup itu merupakan obyek yang penting untuk diamati. Penutupan obyek oleh bayang-bayang ini bisa berakibat obyek tidak nampak samasekali ataupun samar-samar. Meskipun demikian, bayangan sering merupakan kunci pengenalan yang penting bagi beberapa obyek yang justru lebih tampak dari bayangannya.

Contoh:

1. Cerobong asap, menara, tangki minyak, dan bak air yang dipasang tinggi lebih tampak dari bayangannya.
2. Tembok stadion, gawang sepakbola, dan pagar keliling lapangan tenis pada foto berskala 1:5.000 juga lebih tampak dari bayangannya,
3. Lereng terjal tampak lebih jelas dengan adanya bayangan
4. Bentuk bangunan mesjid akan dapat dengan mudah menentukannya dengan adanya bayangan 'gobah' atau atapnya yang mempunyai lengkungan setengah lingkaran ditambah dengan menara-menara disekitarnya.

Gambar 9. FOTO UDARA PANKROMATIK HITAM PUTIH DAERAH DEKAT KOTA YOGYAKARTA, TAHUN 1959. 1 : 7.500 (Atas perkenan Bakosurtanal).



Tanaman padi, (a) bertekstur halus, tanaman tebu (b) yang tampak pada tepi kanan dan tepi atas foto bertekstur sedang, tanaman pekarangan (c) dan kebun kelapa bertekstur kasar. Di samping bertekstur sedang, tanaman tebu juga ditandai dengan tekstur yang seragam untuk daerah cukup luas. Hal ini disebabkan karena penggarapannya dan penanaman dapat dilakukan secara serentak. Bagi tekstur tanaman lain pada sawah yang diusahakan oleh petani, teksturnya berbeda dari petak yang satu ke petak lainnya.

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

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

Sumber : Sutanto ( 1986 : 140 )

## 7. Situs

Besama-sama dengan asosiasi, situs dikelompokkan ke dalam kerunitan yang lebih tinggi. Situs bukan merupakan ciri obyek secara langsung melainkan dengan kaitannya dengan lingkungan sekitarnya.

Ada beberapa pengertian yang diberikan oleh berbagai pakar tentang situs yaitu :

1. Letak suatu obyek terhadap obyek lainnya disekitarnya (Estes dan Simonet, 1975). Didalam pengertian ini , Monkhouse (1974) menyebutnya situasi, seperti halnya letak kota (fisik) terhadap wilayah kota (administratif) atau letak suatu bangunan terhadap persil tanahnya. Oleh Van Zuidam (1979), situasi juga disebut situs geografi, yang diartikan sebagai tempat kedudukan atau letak suatu daerah atau wilayah terhadap sekitarnya. Misalnya letak iklim yang banyak berpengaruh terhadap interpretasi citra untuk geomorfologi.
2. Letak obyek terhadap bentangan darat (Estes dan Simonet, 1975) seperti misalnya situs suatu obyek di daerah rawa, dipuncak bukit yang kering, di sepanjang tepi sungai dsb. Situs semacam ini oleh Van Zuidam (1979) disebut situs topografi yaitu letak suatu obyek atau tempat terhadap daerah sekitarnya. Situs ini berupa unit terkecil didalam suatu sistem wilayah morfologi yang dipengaruhi oleh faktor situs seperti : (1) beda tinggi, (2) kecuraman lereng, (3) keterbukaan terhadap sinar, (4) keterbukaan terhadap angin, dan (5) ketersediaan air permukaan dan air tanah. Lima faktor situs ini mempengaruhi proses geomorfologi maupun proses perujudan lainnya (Sutanto, 1986:141).

Contoh:

1. Tajuk pohon yang berbentuk bintang mencirikan pohon palma. Mungkin jenis palma tersebut berupa pohon kelapa, kelapa sawit, sagu, nipah, atau jenis palma lainnya. Bila tumbuhnya menggerombol (pola) dan situasinya di air payau maka yang tampak pada foto tersebut mungkin sekali nipah.
2. Situs kebun kopi terletak di tanah miring karena tanaman kopi menghendaki pengaturan air yang baik.
3. Situs pemukiman memanjang pada umumnya pada igirbe - ting pantai, pada tanggul alam, atau disepanjang tepi jalan.

#### 8. Asosiasi

Asosiasi dapat diartikan sebagai keterkaitan antara obyek yang satu dengan yang lainnya. Karena adanya keterkaitan ini maka terlibatnya suatu obyek pada citra sering merupakan petunjuk bagi adanya obyek lain.

Contoh:

1. Disamping bentuknya yang berupa empat persegi panjang serta dengan ukuran sekitar 100 x 80 meter, lapangan sepak bola ditandai dengan adanya gawang yang situasinya pada bagian tengah garis belakangnya. Lapangan sepak bola berasosiasi dengan gawang. Kalau tidak ada gawangnya itu bukanlah merupakan lapangan sepak bola.

Gawang tanpak pada foto udara berskala 1 : 5.000 atau lebih besar.

2. Stasiun kereta api berasosiasi dengan jalan kereta api yang jumlahnya lebih dari satu (bercabang)
3. Gedung sekolah disampaing diatandai dengan ukuran bangunan yang relatif besar serta bentuknya yang menyerupai I, L, atau U juga ditandai dengan asosiasinya terhadap lapangan olah raga. Pada umumnya gedung sekolah ditandai dengan adanya lapangan olahraga di dekatnya.

#### B. Teknik Interpretasi Citra

Pada awalnya telah dijelaskan bahwa teknik adalah alat khusus untuk melaksanakan metode. Teknik dapat pula diartikan sebagai cara melakukan sesuatu secara ilmiah. Teknik interpretasi citra dimaksudkan sebagai alat atau cara khusus untuk melaksanakan metode penginderaan jauh. Interpretasi citra dilakukan secara ilmiah kiranya tidak perlu diragukan lagi. Interpretasi dilakukan dengan teknik dan metode tertentu, berlandaskan teori tertentu pula. Mungkin kadang-kadang ada orang yang menyebutnya sebagai dugaan, akan tetapi ia berupa dugaan ilmiah (scientific guess).

Didalam teknik interpretasi citra ini dibincangkan cara-cara interpretasi citra yang lebih menguntungkan. Istilah menguntungkan ini dapat diartikan dalam segi ke-

memudahkan pelaksanaan interpretasinya, lebih akurat hasil interpretasinya, atau lebih banyak informasinya yang dapat diperoleh. Cara-cara tersebut antara lain dilakukan dengan (1) data acuan, (2) kunci interpretasi citra, (3) pananganan data, (4) pengamatan stereoskopik, (5) metode pengkajian, dan (6) penerapan konsep multi.

### 1. Data Acuan

Citra menyajikan gambaran lengkap yang mirip wujud dan letak yang sebenarnya. Kemiripan wujud ini memudahkan pengenalannya pada citra, sedang kelengkapan gambarannya memungkinkan penggunaannya oleh pelbagai pakar untuk pelbagai keperluan. Meskipun demikian masih diperlukan data lain untuk lebih meyakinkan hasil interpretasinya dan untuk menambah data yang diperlukan, tetapi tidak diperoleh dari citra. Data ini disebut data acuan yang makna dan manfaatnya telah diutarakan sebelumnya. Ia dapat berupa pustaka, pengukuran, analisis laboratorium, peta kerjalapangan, foto teresterial maupun foto udara selain citra yang digunakan. Ia dapat berupa tabel statistik tentang meteorologi atau tentang penggunaan lahan yang dikumpulkan oleh perorangan maupun oleh instansi pemerintah. Penggunaan data acuan yang ada akan meningkatkan ketelitian hasil interpretasi yang dapat memperjelas lingkup, tujuan, dan masalah sehubungan dengan proyek tertentu.



Meskipun citra menyajikan gambaran lengkap, pada umumnya masih diperlukan pekerjaan medan. Ia dimaksudkan untuk menguji atau meyakinkan kebenaran hasil interpretasi citra bagi obyek yang masih perlu di uji. Pekerjaan ini disebut dengan uji medan (field check). Ia terutama diperlukan pada beberapa tempat yang interpretasinya meragukan. Karena uji medan dapat dilakukan ditempat-tempat yang mudah dicapai untuk mewakili perujudan sama yang terletak pada tempat yang jauh dari jalan, untuk obyek yang tidak meragukanpun sebaiknya diyakinkan juga kebenarannya. Karena mudah diambil tempat-tempat yang mudah dicapai. Pekerjaan ini pada umumnya tidak menambah waktu, tenaga, dan biaya yang berarti, akan tetapi keandalan hasilnya jadi meningkat cukup berarti.

Jumlah pekerjaan medan yang diperlukan didalam interpretasi citra sangat beragam. Ia sangat tergantung kepada (a) kualitas citra yang meliputi skala, resolusi, dan informasi yang harus di interpretasi, (b) jenis analisis atau interpretasinya, (c) tingkat ketelitian yang diharapkan, baik yang menyangkut penarikan garis batas atau delinéasi maupun klasifikasinya, (d) pengalaman penafsir citra dan pengetahuannya tentang sensor, daerah, dan obyek yang harus diinterpretasi, (e) kondisi medan dan kemudahan mencapai daerah, yang untuk alasan tertentu ada daerah yang tidak dapat dijangkau untuk uji medan dan (f) ketersediaan data acuan.

Untuk verifikasi hasil interpretasi citra sering harus dilakukan cara 'sampling' dalam pekerjaan medan. Untuk ini perlu dipertimbangkan sampling mana yang terbaik dan kemudian merancang strategi sampling yang cocok. Pada umumnya dipilih sampling multi tingkat untuk pekerjaan yang tepat terhadap parameter lingkungan (Sutanto, 1986 : 146).

Seperti pekerjaan medan yang dilakukan dengan maksud ganda, data acuanpun bermanfaat ganda pula yaitu untuk (a) membantu proses interpretasi dan analisis, (b) verifikasi hasil interpretasi dan analisis.

## 2. Kunci Interpretasi Citra

Kunci interpretasi citra pada umumnya berupa potongan citra yang telah diinterpretasi serta diyakinkan kebenarannya, dan diberi keterangan seperlunya. Keterangan ini meliputi jenis obyek yang digambarkannya, unsur interpretasinya, dan keterangan tentang citra yang menyangkut jenis, skala saat perekaman dan lokasi daerahnya. Kunci interpretasi citra dimaksudkan sebagai pedoman dalam melaksanakan interpretasi citra. Ia dapat berupa kunci interpretasi citra secara individual maupun berupa kumpulannya. Kunci interpretasi citra dibedakan atas lingkupnya dan atas dasar lainnya.

### 1) Atas dasar lingkupnya

Berdasarkan lingkupnya, kunci interpretasi citra di

bedakan atas empat jenis yaitu:

- a) Kunci individual (item key), yaitu kunci interpretasi citra yang digunakan untuk obyek atau kondisi individual. Sebagai contoh misalnya kunci interpretasi untuk tanaman karet.
- b) Kunci subyek (subyek key), yaitu himpunan kunci individual yang digunakan untuk identifikasi obyek-obyek atau kondisi penting dalam suatu obyek atau kategori tertentu. Sebagai contohnya misalnya kunci interpretasi untuk tanaman perkebunan.
- c) Kunci regional (regional key), yaitu himpunan kunci individual atau kunci subyek untuk identifikasi obyek obyek atau kondisi suatu wilayah tertentu. Wilayah ini dapat berupa daerah aliran sungai, wilayah administratif atau wilayah lainnya.
- d) Kunci analog (analogues key), ialah kunci subyek atau kunci regional untuk daerah yang terjangkau secara terestrial. Ia disiapkan untuk daerah lain yang serupa atau analog. Sebagai contoh misalnya digunakan kunci interpretasi hutan Kalimantan untuk interpretasi hutan di Irian Jaya cara ini tidak dianjurkan kecuali dalam keadaan darurat (Sutanto, 1986 : 147-148)

## 2) Atas dasar lainnya

Di samping berdasarkan lingkupnya, kunci interpretasi citra sering dibedakan dengan beraneka dasar. Salah satu dasar pembedaan lainnya ialah pada karakter dasar

atau karakter intrinsiknya. Berdasarkan karakter intrinsiknya ini maka kunci interpretasi citra dibedakan atas dua jenis yaitu :

- a) Kunci langsung (direct key), ialah kunci interpretasi citra yang disiapkan untuk obyek atau kondisi yang tampak langsung pada citra, seperti misalnya bentuk lahan dan pola aliran permukaan.
- b) Kunci asosiatif (associative key) ialah kunci interpretasi citra yang terutama digunakan untuk deduksi informasi yang tidak tampak langsung pada citra, seperti misalnya tingkat erosi dan kepadatan penduduk.

Kunci interpretasi citra sebaiknya digunakan untuk daerah tertentu saja, yaitu yang dibuat untuk daerah A tidak seyogyanya diterapkan begitu saja untuk daerah B, kecuali untuk kunci analog.

### 3. Penanganan Data

Meskipun dalam interpretasi citra masih banyak digunakan citra dalam bentuk kertas cetakan, transparansi, juga semakin banyak digunakan. Transparansi dapat berupa lembaran tunggal maupun gulungan. Dalam menanganinya perlu berhati-hati jangan sampai menimbulkan goresan atau bahkan penghapusan padanya. Untuk transparansi gulungan lebih mudah penangannya, akan tetapi terhadap yang lembaran perlu lebih berhati-hati baik lembaran transparansi maupun lembaran kertas cetak.

Cara yang sederhana untuk mengatur citra dengan baik ialah (1) menyusun citra tiap satuan perekaman atau pemotretan secara numerik dan menghadap ke atas, (2) mengurutkan tumpukan citra sesuai dengan urutan interpretasi yang akan dilaksanakan dan meletakkan kertas penyekat di antaranya, (3) meletakkan tumpukan citra sedemikian sehingga jalur terbang membentang dari kiri ke kanan terhadap arah pengamat, sedapat mungkin dengan arah bayangan mengarah kepada pengamat, (4) meletakkan citra yang akan digunakan sebagai pembanding disebelah-menyebelah yang akan diinterpretasi, dan (5) pada saat citra dikaji, tumpukan menghadap kebawah dalam urutannya.

#### 4. Pengamatan Stereoskopik

Pengamatan stereoskopik pada pasangan citra yang bertampalan dapat menimbulkan gamran tiga dimensional bagi jenis citra tertentu. Citra yang telah lama dikembangkan untuk pengamatan stereoskopik ialah foto udara. Ia dapat digunakan untuk mengukur beda tinggi dan tinggi obyek bila diketahui tinggi salah satu titik yang tergambar pada foto. Di samping itu juga dapat diukur lebarnya. Perujudan tiga dimensional ini memungkinkan penggunaan foto udara untuk membuat peta kontur. Dari pasangan citra radar atau citra lain yang bertampalan juga dapat ditimbulkan perujudan tiga dimensional bila diamati dengan stereoskop.

Syarat pengamatan stereoskopik antara lain adanya daerah yang bertampalan dan adanya paralaks pada daerah yang bertampalan. Paralaks adalah perubahan letak obyek pada citra terhadap titik atau sistem acuan. Pada umumnya disebabkan oleh perubahan letak titik pengamatan (Sutanto, 1986 : 150). Titik pengamatan ini berupa tempat pemotretan. Pertampalan pada foto udara berupa pertampalan depan (endlap) dan pertampalan samping (sidelap).

### 5. Metode Pengkajian

Pekerjaan interpretasi citra dimulai dari pengkajian terhadap semua obyek yang sesuai dengan tujuannya. Meskipun demikian banyak banyak penafsir citra yang lebih suka mulai dengan penyiam seluruh atau sebagian besar daerah yang dikaji. Baru kemudian dilakukan seleksi dan kajian terhadap obyek yang dikehendaki.

Para penafsir citra pada umumnya sependapat bahwa interpretasi citra sebaiknya mengikuti metodik tertentu, yaitu mulai dari pertimbangan umum yang dilanjutkan ke arah obyek khusus atau yang diketahui ke arah yang belum diketahui. Pekerjaan metodik dan interpretasi dari perujudan yang diketahui atau mudah diketahui ke perujudan baru yang belum diketahui atau sukar diketahui merupakan aksioma dalam kegiatan ilmiah. Perujudan umum dapat pula diartikan regional, sedang perujudan khusus dapat diartikan perujudan lokal. Pengkajian dari umum ke

arah khusus dapat dilakukan bila tak ada 'bias' antara perujudan umum dan perujudan khusus.

Pada dasarnya ada dua metode pengkajian secara umum yaitu :

1) 'Fishing expedition'.

Citra menyajikan gambaran lengkap obyek dipermukaan bumi. Sebagai akibatnya maka bagi penafsir citra yang kurang berpengalaman sering mengambil data yang lebih banyak dari yang diperlukan. Hal ini disebabkan oleh karena penafsir citra mengamati seluruh citra dan mengambil datanya seperti orang mencari ikan didalam air, yaitu menjelajah keseluruhan daerah. Didalam ini berarti perhatian atas seluruh obyek yang tergambar pada seluruh citra.

2) 'Logical Search'

Dalam logical search penafsir citra juga mengamati citra secara menyeluruh, tetapi secara selektif hanya mengambil data yang relevan terhadap tujuan interpretasinya. Dapat pula diartikan bahwa penafsir citra hanya mengkaji obyek atau daerah secara selektif. Sebagai contoh, eksplorasi deposit minyak bumi hanya dicari daerah endapan marin, khususnya daerah yang berupa lipatan (Sutanto, 1986 : 152).

## 6. Konsep Multi

Konsep multi adalah cara perolehan data analisis

data penginderaan jauh yang meliputi : (1) multispektral  
(2) multi tingkat, (3) multi temporal, (4) multi arah ,  
(5) multi polarisasi, dan (6) multi disiplin ( Estes,1985  
: 152)



### III. FASE-FASE DALAM PROSES INTERPRETASI FOTO UDARA

Derajat kemungkinan dalam identifikasi image - foto stereoskopis tergantung kejelasan tampaknya obyek yang dipelajari. Beberapa obyek, seperti pohon, rumah, jalan tampak jelas dalam image-foto, walaupun kenampakan itu dalam beberapa hal spesifik tergantung pada : skala, kualitas dari foto-image dan beberapa faktor peristiwa, seperti su perposisi dari obyek, misalnya pohon-pohon yang menutup jalan. Obyek-obyek yang lain seperti tanah, air permukaan dan berbagai tipe, batuan tidak jelas kenampakannya. Identifikasi pada foto-image stereoskopik hanya mungkin sebagian, disini deduksi adalah perlu untuk dapat menganalisa dan mengadakan klasifikasi dari obyek. ini adalah alasan pokok bahwa interpretasi foto udara harus dikombinasikan dengan field investigation dan laboratory investigation (Sunardi Joyosuharto, 1988 : 10).

Interpretasi citra hanya merupakan suatu teknik yang penting pula diikuti dengan pengetahuan ke-ilmuan dan pengalaman dari bidang studinya. Ini akan mempermudah para ahli melokalisir dan mengidentifikasi obyek dan membuat program mencapai kerja lapangan yang intensif dan produktif atau untuk kepentingan ke-ilmuan yang lain dan keilmuan terapan.

kegiatan yang komplek yang disebut interpretasi-foto dapat dipandang sebagai sebuah proses yang terdiri dari sejumlah fase. Fase-fase ini akan membawa interpreter

secara cepat mencapai sasaran akhir, yaitu memperoleh informasi maksimum dari foto dengan memperhatikan kegunaan-kegunaan khusus yang dipergunakan. Secara garis besarnya ada empat fase yaitu : 1) Foto reading, detection, recognition and identification, 2) analisa, 3) klasifikasi, 4) deduksi.

#### A. Photo Reading, Detection, Recognition, and Identification

Detection, recognition and identification merupakan phase asli dalam mempelajari foto udara, yang secara komprehensif disebut dengan "photo reading" pada beberapa literatur. Tetapi phase-phase photo reading ini dibagi menjadi langkah-langkah yang berikut memberikan kesempatan pada pekerja lapangan secara cepat memperoleh informasi tentang sesuatu dalam foto udara.

- Detection : menemukan bahwa sesuatu ada di dalam foto udara.
- Recognition : melalui bentuk, ukuran dan sifat-sifat lain yang tempat interpreter dapat mengenal objeknya.
- Identification : adalah pengenalan (identifikasi sesuatu objek dengan nama seminologi tertentu)

Suksesnya seseorang photo-interpreter dalam photo reading akan tergantung pada kemampuan melihat gambar dan reference levelnya. Proses recognition and identification dapat dibantu dengan pembuatan kunci (key). Photo key ini menunjukkan obyek tertentu sedemikian rupa sehingga mere-

ka dapat dikenal pada foto udara identifikasi dari sesuatu obyek apalagi jika dibantu pula dengan deduksi sampai tingkat tertentu (Sunardi Joyosuharto. 1988 : 11).

## B. A n a l i s a

Bila memulai interpretasi dalam fase analisa maka hal pertama yang penting adalah memilih obyek atau bentuk yang akan dianalisa. Pemilihan ini akan tergantung pada bidang keilmuan, mengapa dipergunakan foto udara? Misal seorang geologis akan memulai dengan pengukuran dip dan strike dari lapisan-lapisan geologi, geomorfologis, menganalisa drainage, water divides dan terraces.

Analisa dalam pengertian dasar berarti membagi foto udara dalam bagian-bagian yang constituent yang dikerjakan dengan dasar evaluasi kualitatif dan kuantitatif dari setiap obyek tertentu dan bentuk-bentuk tertentu. Bila lebih diinginkan adanya hampiran praktis, definisi sebagai berikut dapat dipergunakan, menggambar garis-garis secara sistematis hingga diperoleh pengelompokan obyek-obyek dalam pola atau unit-unit yang dinalar. Disini ditekankan bila analisa ini akan dipergunakan dalam berbagai kegunaan maka analisa ini harus digunakan secara sistematis. Seorang photo interpreter jangan sampai mendeliniasi bentuk / kenampakan secara random (menyebar), tetapi semua foto yang ada harus secara sistematis diperhatikan. Bila tidak, analisa ini akan kehilangan nilai-nilai keilmuannya dan akan menjadi "a fishing expedition" (Sunardi Joyosuharto, 1988:12)

### C. Klasifikasi

Sesudah fase analisa seseorang foto-interpreter boleh saja menghentikan aktifitas interpretasi foto, karena analisa adalah merupakan tujuan langsung dari interpretasi, kecuali untuk lebih mengetahui semua informasi yang lebih jauh dari observasi lapangan. Sebagai contoh, dahulu seorang geomorfolog yang mengukur dip yang mengukur dip dan strike pada suatu daerah, akan memungkinkan membuat peta struktural. Yang terakhir kerap kali terjadi dalam interpretasi untuk penelitian geomorfologi yaitu bila seorang geomorfolog hanya merasa perlu untuk mendelineasi unit-unit yang mempunyai keadaan tunggal tertentu, dengan perhatian pada element-element foto dari dasar-dasar analisa itu dikerjakan, misalnya ia menginginkan untuk mengetahui bila sebuah teras dipengaruhi oleh struktur atau fluvial, glasial atau marine. Dalam hal ini dia tidak membuat perbandingan yang banyak dalam unit-unit yang mungkin akan mengarahkan untuk berkesimpulan bahwa salah satu dari padanya akan tampak kekhususannya.

Sunardi Joyosuharto, (1988) selanjutnya menjelaskan Bila unit-unit diperbandingkan pada dasar karakteristik variasi fisik dan kultural yang dapat dikenal pada foto udara kemudian interpreter akan secara otomatis dapat memasukkannya. Perbandingan berdasarkan karakteristik tertentu dari unit-unit sebagai hasil dari analisa akan mengarahkan pada fase ke 3 dalam interpretasi foto udara yaitu klasifikasi.

Dalam bidang-bidang tertentu yang mempergunakan interpretasi citra fase ke tiga ini dapat memberikan hampir semua informasi yang diperlukan. Untuk kepentingan pemetaan geomorfologi, klasifikasi genetik sangat tepat, tetapi bila obyek studinya tidak tampak jelas pada foto udara, maka geomorfologist perlu sekali mengadakan kerja lapangan yang lebih banyak, dan kemudian dapat memperoleh korelasi antara unit-unit genetik yang nyata dengan klasifikasi unit pada penafsiran fotonya.

#### D. D e d u k s i

Deduksi sebagai fase yang ke empat dalam interpretasi foto udara dan didefinisikan sebagai fase yang mendalami tentang kombinasi dari pengamatan pada foto udara dan pengetahuan dari berbagai sumber, dalam tujuan untuk memperoleh informasi yang tidak mungkin diamati dari foto image itu sendiri. Istilah deduksi juga dipergunakan bila interpreter sampai pada kesimpulan, sebab pada sejumlah pengamatan pada foto dari semua titik menuju pada kesimpulan khusus ini, walaupun setiap pengamatan yang dikerjakan secara tunggal hanya sedikit atau tidak meyakinkan. Hal inilah yang disebut sebagai converging evidence. (Suardi Joyosuharto, 1988 : 13).

Bila dipertimbangkan deduksi sebagai fase yang terpisahkan dalam interpretasi citra, interpreter akan diarahkan atau mempertimbangkan ini sebagai proses yang sejalan dari setiap fase dalam interpretasi citra kecuali deteksi.

Perhatian telah menggambarkan arah kamana deduksi ini akan memegang peranan dalam fase recognition dan identifikasi . Fase analisa dan klasifikasi juga termasuk didalamnya pengertian yang baik mengenai deduksi, sebuah penentuan dalam mencari perbedaan-perbedaan antara unit-unit adalah sejalan dalam klasifikasi didasarkan pada deduksi dan kadang kadang pemilihan elemen-elemen yang dipergunakan dalam analisa dapat diartikan sebagai deduksi.

#### IV. INTERPRETASI FOTO UDARA UNTUK SURVE KEHUTANAN

##### A. Batasan

Hutan : vegetasi yang disominasi oleh tumbuh-tumbuhan yang masuk golongan pohon.

Vegetasi: adalah masyarakat tumbuh-tumbuhan yang tumbuh pada sebidang lahan yang cocok terutama ditinjau dari aspek iklim, topografi dan tanah (Imam Abdul Rahman, 1988 : 1-2).

##### B. Fisiognomi/Struktur Vegetasi

Fisiognomi vegetasi adalah kenampakan luar dari vegetasi yang dapat digunakan untuk mencirikan suatu type vegetasi, antara lain terdiri dari :

1. Jenis penyusun (komposisi jenis): vegetasi bisa terdiri dari satu jenis atau beberapa jenis tumbuhan.
2. Komposisi ukuran: vegetasi terdiri dari berbagai ukuran, vegetasi ukuran ini mungkin terjadi karena adanya variasi umur atau adanya macam-macam jenis tumbuh-tumbuhan yang mempunyai ukuran yang tidak sama.

Ukuran yang perlu mendapat perhatian adalah vertikal (tinggi) dan horizontal (diameter/keliling).

Susunan lapisan tajuk, vegetasi dengan lapisan tajuk, vegetasi dengan beberapa lapisan tajuk, atau vegetasi dengan hanya satu lapisan tajuk.

Hubungan tumbuhan dengan lingkungannya:

1. Tempat tumbuhnya : topografi, tanah, dan iklim
2. Penggunaan lahan yang lainnya yang ada disekitarnya

Vegetasi dapat dibagi menjadi beberapa macam antara lain hutan, belukar, semak, herba, dan rumput. Sedangkan vegetasi lainnya berbentuk budidaya manusia misalnya perkebunan: teh, kopi, kelapa sawit, kelapa, karet, dan lain sebagainya.

Sedangkan vegetasi hutan berdasarkan terbentuknya ada dua macam yaitu : hutan alam, dan hutan buatan. (Imam Abdul Rahman, 1988 : 2).

Hutan alam pada umumnya terdiri dari beberapa jenis pohon atau tumbuhan yang tumbuh bersama pada sebidang lahan, tetapi ada juga yang tersusun dari satu jenis saja (dominan), tersusun dari banyak ukuran dan beberapa lapisan tajuk (strata), masing-masing individu tumbuh secara teratur baik jaraknya maupun keruangannya atau pola tumbuhnya.

Hutan buatan manusia pada umumnya teratur, tersusun dari satu jenis pohon saja (kadang-kadang lebih dari satu jenis hutan campur) dengan umur atau ukuran yang sama dan masing-masing individu tumbuh pada pola yang teratur

Berdasarkan wilayah iklim makro (yang luas) dan tumbuh-tumbuhan utama yang terdapat di wilayah tersebut, di dunia ini ditemui formasi vegetasi hutan sebagai berikut

- 1) Hutan wilayah boreal, 2) hutan konifer wilayah temperate 3) Hutan daun lebar wilayah temperate, 4) H u t a n



campur wilayah temperate, 5) hutan campur konifer - daun lebar wilayah subtropis, 6) hutan tanah kering wilayah subtropis, dan hutan tropika (Imam Abdul Rahman, 1988: 2)

### C. Hutan Tropika

Hutan yang terdapat di Indonesia sebagian besar masuk golongan hutan tropika, yang terdiri dari beberapa tipe antara lain :

1. Hutan hujan tropika
2. Hutan menggugurkan daun tropika basah
3. Hutan menggugurkan daun tropika kering
4. Lahan bertumbuhan kayu savana
5. Hutan semak belukar dan berduri

#### 1. Hutan hujan tropika

Sebagian besar dari hutan tropika yang berada di Indonesia termasuk tipe hutan hujan tropika (hutan tropika humida). Ciri-ciri dari hutan hujan tropika antara lain: daunnya selalu hijau, karena jenis tumbuh-tumbuhannya menggugurkan daunnya tidak teratur waktunya, dan tidak bersama-sama. Jumlah jenis pohon yang menyusun sangat banyak diperkirakan sampai 100 jenis per ha, atau sampai ribuan jenis (lebih dari 200 jenis) pada kawasan yang lebih luas. Jenis-jenis yang komersial sementara ini masih terbatas jumlahnya, tetapi dengan dilakukannya penelitian tentang penggunaan dari jenis-jenis yang lainnya serta pemasarannya, sudah pasti dapat diharapkan jumlah jenis

yang dapat dipasarkan pada waktu yang akan datang menjadi bertambah.

Hutan primair (klimaks), apabila dilihat secara vertikal tersusun beberapa lapisan tajuk, sengkuap tajuk lapisan teratas tidak begitu rapat dibentuk oleh pohon-pohon yang mempunyai tinggi antara 40-50 m, dengan ukuran diameter batang sampai 200 cm, sengkuap tajuk lapisan kedua disusun oleh pohon-pohon yang mempunyai tinggi antara 20 - 30 m, sangat rapat sehingga cahaya matahari banyak ditangkap oleh lapisan tajuk ini, hanya sedikit saja yang diteruskan sampai kesengkuap tajuk ke tiga dan keempat yang terdiri dari pohon-pohon muda semak-semak, dan per mudaan dari pohon-pohon yang masih kecil. Pada potret udara susunan vertikal dari kedua sengkuap tajuk yang teratas nampak jelas (dapat diamanti), tetapi jarang sengkuap tajuk lainnya dapat diamati. Pada umumnya tidak mungkin mengenal jenis pohon pada potret udara, kecuali jenis pohon-pohon yang mempunyai ciri-ciri yang menonjol dapat nampak pada potret udara. (bentuk tajuk, warna pucuk-pucuk daun, pohon yang sedang berbunga), atau dimana terdapat tegakan murni dari sesuatu jenis tertentu yang tumbuh karena pengaruh adafis. Hutan hujan tropika merupakan suatu tipe yang terjadi karena pengaruh iklim, walaupun demikian, adanya pengaruh faktor-faktor adafis terhadap komposisi dari hutan, maka terjadilah macam-macam hutan yang masuk hutan hujan tropika.

### a. Mangrove

Mangrove tumbuh baik didaerah berlumpur yang berada pada jangkauan peristiwa pasang surut, pada sekitar muara sungai. Sedangkan di pantai berpasir atau pantai berbatu serta pada gosong-gosong karang berpasir atau berlumpur, seandainya terdapat, pertumbuhannya kurang baik di daerah ini pohon-pohonnya rendah, bengkok-bengkok, nampak tidak subur. Komposisi hutan Mangrove miskin akan jenis-jenis pohon penyusunnya hanya tumbuh pada habitat tersebut di atas. Struktur hutan mangrove tidak memperlihatkan tajuk. Physiogramy (fisiognomi)nya nampak seragam. didalam hutan Mangrove nampak adanya zone-zone tempat tumbuh yang ditumbuhi oleh jenis-jenis tertentu, sehingga zone yang satu nampak berbeda dengan zone yang lainnya. Adapaun faktor-faktor yang mempunyai pengaruh selektif jenis adalah tanah (lumpur atau pasir), kadar garam, lamanya penggenangan oleh air laut, dalamnya penggenangan dan kerasnya arus pasang surut. Pada sungai - sungai besar, dimana pengaruh air pasang laut samapai jauh ke hulu jenis penyusun mangrove tumbuh sampai jauh ke hulu. Berdasarkan pada keadaan ekologi daerah mangrove seperti yang dikemukakan oleh watson (1926) dan De Haan (1931) serta sifat dan daya adaptasi tiap jenis terhadap keadaan tersebut tadi, sering kali diikuti urutan-urutan masyarakat tumbuhan sebagai berikut: daerah terluar *Avicenia* atau *bonneratia* pada endapan lumpur yang masih

lunak, atau dapat juga *Thizophora* pada tempat-tempat yang agak kuat, daerah kedua (tengah) *Bruguiera Gymnorhiza*; daerah ketiga (lebih arah kedarat) *Xylocarpus*, *Heritiera* ; daerah yang lebih dalam *Bruguiera Caryphylloides* (*B. Cylindrica*); daerah terdalam yang sering kali merupakan daerah peralihan dengan daerah rawe berairtawar akan dijumpai *Oncosperma* (nibung). Fisiografi pantai besar pengaruhnya terhadap keadaan mangrove. Di pantai yang lurus tanpa sungai jalur mangrove pada umumnya agak sempit 25 - 50 m . Zonasi didalam mangrove tergantung pada keadaan, sering kali baik *Sonneratia* atau *Avicennia* merupakan pioner, tetapi seperti di daerah danau yang terlindung dari pengaruh gelombang *Rhizophora* merupakan pioner (Imam Abdurrahman : 1988 : 6).

Perbedaan zone-zone tampak jelas pada potret udara yang berskala 1:40.000. Pada foto udara jenis yang tampak jelas adalah *Rhizophora*, tingginya nampak sama dan tumbuh rapat. Jenis *Avicennia* hanya tampak pada foto udara skala besar. Rona bakau (*Rhizophora*) gelap, sedangkan rona *Avicennia* adalah terang. Tekstur dari *Rhizophora* seperti beludu (halus). Pada tanah liat yang berlumpur ditumbuhi banyak jenis-jenis palma, yang tumbuh pada tempat yang agak tinggi tapi masih kena air pasang, nampak jelas pada foto udara seperti bulu dengan rona yang terang, karena daun nipah memantulkan banyak cahaya. Pada foto udara berskala kecil, nipah nampak seperti titik-titik yang terang,

jelas sekali disepanjang sungai, kadang-kadang tampak tumbuh berkelompok diantara pohon-pohon yang bukan palma seperti *Rhizophora*.

#### b. Hutan Rawa Air Tawar

Hutan ini terdapat ditempat-tempat yang mempunyai elevasi yang relatif rendah, dengan drainase yang kurang baik. Apakah genangan air itu bersifat permanen atau periodik tergantung pada sifat drainase dan asal dari air, dari curah hujan langsung atau dari sungai.

Salah satu hutan rawa air tawar adalah hutan Gambut, hutan ini sering kali dijumpai dibelakang hutan mangrove di dataran pantai, atau dibelakang tanggul sungai pada dataran banjir. Kenampakannya pada foto udara tidak seragam, dari agak gelap sampai gelap, tempat-tempat yang ditumbuhi tumbuh-tumbuhan yang dapat nampak dengan rona yang kurang gelap, air tidak nampak.

Hutan rawa pada tanah atau dataran banjir terdiri dari bermacam-macam jenis yang kadang-kadang tumbuh pada suatu tempat dengan hanya satu jenis saja dengan struktur satu lapis tajuk. Sedangkan yang tersusun dari banyak jenis akan terlihat seperti struktur yang banyak lapis tajuk. Hutan rawa yang terdiri dari satu jenis terdapat di Sumatera Selatan, Kalimantan Selatan, Jawa Barat (Delta Citandui), Irian Jaya (pantai Kabupaten Merauke). Pada foto udara berskala kecil (1:40.000) hanya

dapat memberikan keterangan tumbuh-tumbuhan jenis pohon saja dan memungkinkan pembagian kedalam beberapa jenis tegakan. Skala antara 1:20.000 - 1:10.000 dapat dipakai untuk menentukan tempat pohon-pohon yang akan di eksploitasi. Seringkali pada foto udara nampak tempat yang berair berupa noda-noda yang punya rona yang gelap. (Imam Abdulrahman, 1988 : 8).

Hutan rawa pada tanah datar yang kena banjir secara periodik, tidak terbentuk lapisan tajuk, pohon-pohon yang tinggi dengan tajuk yang besar/lebar tumbuh tersebar, hal ini menyebabkan sukar dibedakan dengan hutan tanah kering. Beberapa faktor yang dapat membantu untuk membedakan didalam penafsiran potret udara mungkin adalah topografi, tumbuhnya yang dekat sungai dan terjadinya jenis-jenis palma. Jenis palma yang terdapat di hutan ini antara lain sago (*Metroxylon* sp) dan nipah (*nipafruticosa*). Karena keadaan tanah yang khusus (tanah selalu jenuh dengan air), jumlah jenisnya makin terbatas, merupakan formasi kelompok, yang dapat diamati dengan foto udara dengan skala 1:20.000 dan kadang-kadang dengan skala 1 : 40.000. Sago pada foto udara yang berskala besar (lebih besar dari pada 1:10.000) dapat nampak diantara pohon-pohon yang lebih tinggi. Tajuk dari sago nampak berbentuk bintang, seperti tajuk pohon kelapa, hanya ukurannya yang lebih besar dan mempunyai rona yang lebih gelap. Pada foto udara yang berskala kecil sago dapat

dikenal terutama dengan bunganya (bunga Majemuk), yang tampak berupa titik-titik yang terang. Rona sago lebih gelap dibandingkan dengan rona kelapa dan nipah. Tinggi sago antara 10 - 15 m, sago tumbuh pada tanah-tanah yang berlumpur sampai ketinggian 400 m .

### c. Vegetasi Pantai

Di daerah pantai ada 3 type yakni; Pascaprae, Barringtonia dan Dunes. Faktor yang menentukan terhadap tiga tipe ini adalah topografi pantai. Diantara ketiga tipe ini yang tersusun dari jenis pohon adalah Barringtonia . Pada type Dunes, yang lebih mantap kecuali tersusun dari jenis pascaprae sudah terdapat jenis Barringtonia. Pada Dunes yang sudah mantap kemungkinan dapat ditumbuhi hutan bersifat klimatis klimaks (Iamam Abdurrahman, 1988 : 9).

#### (a) Barringtonia woodland

Type ini tumbuh dibelakang type Pascaprae, dimana garis pantai mundur dan pasir berpindah atau hilang, hingga ombak dapat mencapai pematang pantai Pascaprae akan diganti dengan type Barringtonia. Type Barringtonia ini tumbuh pada pantai berbatu yang masih kena "abrasi". Jenis-jenis yang masuk tipe Barringtonia adalah Terminal Calophllum, Barringtonia sendiri, dan Casuarina equisitifolia. Tegakan Casuarina equisitifolia ini tumbuh secara murni mudah sekali sikenal pada foto, bahkan pada foto-foto yang berskala kecil. misalnya 1:40.000. Cemara mem-

punyai rona terang seperti bulu, bayangannya menjadi tanda pengenal yang utama.

(b) Ridge forest dan floc forest

Yang dimaksud "Floc" adalah sebidang tanah datar yang tidak luas yang terangkat dari sekitarnya, merupakan sisa dari dataran pantai yang berpasir, yang sudah mengalami erosi laut. Floc terangkat dari sekitar 1 sampai 3 meter diatas suatu bentangan alam yang terdiri dari lempung laut tua dan dapat dikenal dengan bentuknya yang bulat. Hutan Floc merupakan hutan yang selalu hijau dengan tipe atap sengkup tajuk yakni : 3 - 12 m, 15 - 27 m, dan lebih dari pada 30 m. Pada foto udara yang berskala 1:20.000 hutan floc dapat dibedakan secara mudah dengan hutan rawa yang nampak lebih seragam disekelilingnya.

(c) Hutan punggung (ridge forest)

Tumbuh pada pematang pasir yang berbentuk memanjang yang arahnya sejajar dengan garis pantai dan sedikit lebih tinggi di atas rawa lempung laut. Hutan ini semievergreen (setengah/selalu hijau) merupakan tegakan campuran dari beberapa jenis yang membentuk sengkup tajuk yang tidak teratur.

(d) Hutan tanggul sungai (the river levee forest)

Type ini terdapat ditepi-tepi sungai, luasnya tergantung pada besarnya meander. Tanah tempat tumbuh hutan ini subur, drainasenya baik, yang kadang-kadang basah pada musim hujan. Hutan ini merupakan vegetasi yang sangat berbe-



da dengan hutan yang berada pada dataran alluvial yang berbatasan. Pada foto yang berskala 1:40.000 dapat dikenal dengan rona yang terang dan sengkup tajuk yang lebih tinggi.

(e) Hutan sungai dan aliran sungai.

Hutan ini biasanya terdapat disepanjang sungai pada tanah kering, dimana sungai selalumengalir pada bagian deprosi yang tidak luas, tanpa membentuk tepi-tepi sungai. Karena fluktuasi permukaan air maka keadaan pertumbuhan menjadi lebih khas, memberikan kenampakan berupa jalur berona terang, yang terdiri dari pohon-pohon kecil dengan tajuk yang kecil. Biasanya sungainya sendiri tidak dapat dilihat pada foto udara. Pola dari hutan sungai kemudian membantu sekali untuk mendelineasi sistem drainase.

(f) Hutan tanah kering yang datar

Jenis hutan ini termasuk type hutan dataran rendah (low - land forest), termasuk type vegetasi yang terkaya daerah equatorial disertai tajuk tinggi dan banyaknya strata di dalamnya seperti lazimnya sifat Tropical Rain Forest. Perubahan jenis dapat berubah menurut keadaan tanah, pola drainase, dan ketinggian tempat. Pengamatan pada potret udara menunjukkan suatu pola yang terdiri dari pohon-pohon yang tinggi yang tersebar dengan tajuk yang besar tumbuh bercampur dengan dua strata bawah yang terdiri dari pohon-pohon yang lebih kecil. Kadang-kadang pohon-pohon mempunyai batang-batang yang tinggi yang berukuran kecil

dengan tujuk yang kecil, sehingga menghasilkan suatu tekstur yang halus pada foto udara yang berskala 1:40.000. Hutan ini kerap kali ditebang untuk perladangan. Bekas - bekas perladangan yang ditinggalkan, apabila tanpa gang - guan manusia akan tumbuh kembali menjadi hutan sekunder dengan susunan jenis pohon yang relatif menjadi sedikit . Pertumbuhannya seragam dengan tajuk yang kecil. Sehingga kenampakannya pada foto berstruktur halus dengan rona yang lebih terang dibandingkan dengan tegakan sekitarnya yang berupa hutan Primer yang heterogen tidak teratur . Bekas perladangan dapat dilihat pada potret yang berskala 1: 40.000 untuk waktu yang lama (beberapa tahun) sesudah ditinggalkan.

#### (g) Hutan bukit

Hutan ini masih masuk hutan dataran rendah (lowland forest) sampai ketinggian 600 m diatas permukaan laut.

Perubahan mengenai keadaan geologi, struktur tanah, dan pola drainase mempunyai pengaruh langsung terhadap komposisi vegetasi. Daerah-daerah yang makin tinggi, maka keadaan draenacenyanya juga semakin menjadi lebih baik, dan apabila kelerengan belum menyebabkan masalah erosi, maka hutan bukit yang terjadi merupakan hutan yang kaya akan jenis pohon, dan langsung bersambung dengan hutan dari tanah kering yang datar. Istilah hutan bukit mempunyai arti lain dengan istilah hutan pengunungan, yakni hutan yang tumbuh pada tempat-tempat yang tinggi dengan kondisi iklim yang

bukan iklim tropika, didaerah tropika terdapat terdapat zone vegetasi sub tropika, hal ini bukan disebabkan karena pengaruh iklim tropika, tetapi karena letak tumbuhnya yang tinggi dari permukaan laut sehingga iklim di tempat tumbuh tersebut seperti iklim dari luar daerah tropika. Zone vegetasi tersebut antara lain :

- Submontana (600 - 1400 m a.l)
- Montana (1400 - 3000 m a.l)
- Sub alpine (3000 - 4000 m a.l)
- Alpine ( 400 m a.l)

## 2. Hutan menggugurkan daun di daerah tropika basah

Tipe hutan ini terdapat di daerah tropika, dimana curah hujannya tidak terbagi secara merata sepanjang musim. Jumlah curah hujan tahunan mungkin mencapai 2500 mm selama bulan kering (periode kering) yang lamanya antara 2 - 4 bulan curah hujan bulanan kurang dari 60 mm . Suhu rata-rata tahunan antara 22-27°C dengan suhu terdingin pada bulan terdingin 16 °C dan suhu maksimum pada bulan terpanas kira-kira 45°C. Di Indonesia lazimnya disebut hutan monsoon (Abdulrahman, 1988 : 12), jenis yang terkenal adalah jati. Pada bulan terpanas pohon ini menggugurkan daun sehingga tampak jelas pada foto udara, zone terang tampak tajuknya tidak berdaun, tinggal cabang-cabang saja. Sedangkan pada bulan mulai dingin jenis pohon ini berbunga yang berwarna putih akan tampak jelas pada foto udara berwarna.

### 3. Hutan yang menggugurkan daun di daerah tropika kering

Type hutan ini terdapat di daerah tropika dengan musim kering antara 6 - 11 bulan, dan curah hujan rata-rata didalam satu tahun kurang dari pada 1250 mm. Hampir seluruh pohon menggugurkan daun selama beberapa waktu di dalam periode kering. Pohon-pohon biasanya tidak lebih tinggi dari 30 m, bentuk batangnya tidak baik. Sengkuap tajuk tidak lebat, tetapi walaupun demikian menutup, sedangkan didaerah yang kering pohon-pohonnya sangat rendah dan tegakannya terbuka, lapisan tajuk terputus-putus.

Mungkin disebabkan karena penggempalan, eksploitasi yang berlebih-lebihan, perladangan dan kebakaran yang terjadi, maka hutan ini bisa berubah menjadi hutan kering yang miskin. Karena tanah disitu mengalami kemunduran, maka tidak toleran lagi terhadap banyak jenis. Di daerah yang makin kering dan berulangnya kebakaran dan penggempalan menyebabkan perubahan menjadi hutan semak dan savanah. Jenis pohon yang komersial dari hutan menggugurkan daun di wilayah tropika kering di Indonesia antara lain ialah jati, sonokeling, cendana, bungur, dll. Pada musim kemarau rona nya tampak terang, sedangkan pada waktu musim hujan rona nya nampak lebih gelap.

### 4. Lahan bertumbuhan kayu savana

Savana tumbuh di daerah yang mempunyai musim kering antara 4 - 5 bulan, dengan curah hujan rata-rata pertahun

antara 900 - 1500 mm. Perbedaan faktor edafis dan terjadinya kebakaran rumput adalah penting untuk keseimbangan antara savana rumput dan vegetasi hutan. Pohon dan semak-semak tumbuh berkelompok, dengan batas yang jelas dengan vegetasi rumput. Sepanjang sungai tumbuh tipe hutan yang disebut "gallery forest". Pada foto udara rona tampak terang sampai kelabu muda, tekstur halus, datar dan seragam.

#### 5. Hutan semak dan belukar berduri

Jenis vegetasi ini tumbuh pada daerah yang beriklim sangat kering dengan curah hujan tiap tahunnya rata-rata kurang dari pada 1000 mm, dan periode kering antara 6 bulan atau lebih. Pohon-pohon ukurannya kecil dan berduri, masuk famili *Catsalpincar* dan *Leguminose* (*Mimosa* sp, *Acacia* sp).

- Achiruddin, 1988. Dasar-Dasar Fotogrametri, FPIPS IKIP Padang.
- E s t e s , 1985. Fundamental of Image Analysis, American Society of Photogrammetry, Virginia.
- Hornby, 1974. Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English, Oxford University Press, London.
- Jensen, Jr, Dahlberg, 1986. Status And Content of Remote Sensing Year Book 1986. A Cracknell and L Hays : ads, Taylor and Francis, London.
- Milford, 1973. Elementary Air Survey, Pitman Publishing London.
- Lillesand, T M, and RW Kiefer, 1979. Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley and Sons New York.
- Lindgren, DT, 1985. Land Use Planning and Remote Sensing, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht.
- Lintz, J, Jr, and DS Simonnett, 1975. Remote Sensing of Environment. Addison - Wesley Publishing Company London.
- L o , C P, 1976. Geographical Applications of Remote Sensing. David and Charles, London.
- Lueder, DR, 1959. Aerial Photographic Interpretation. Mc Grow Hill Book Company Inc, New York.
- Paine, David 1981. Aerial Photography and Image Interpretation for Resources Management, John Wiley Sons New York.
- Rahman, Abdul, Iman, 1988. Peranan Foto Udara Untuk Survey Kehutanan. U G M - BAKOSURTAMAL
- Simonnett, at al, 1983. The Development and Principle of Remote Sensing In Manual of Remote Sensing, RN Colwell; ed-in-chief. Falls Church, Virginia.
- Stone, RL, 1974, Developing Geographical Remote Sensing Technical, Mc Grow Hill Book Company Inc. New York.
- Joyosuharto, Sunardi, 1988. Interpretasi Foto Udara dan Pemetaan Geomorfologi. U G M - BAKOSURTAMAL
- Sutanto, 1986, Penginderaan Jauh, U G M . Press.
- Tejoyuwono, 1982. Metodologi Penelitian Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian UG Yogyakarta.