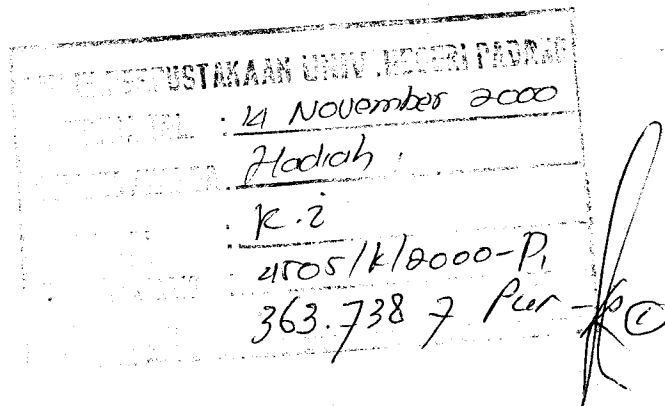


MAKALAH

PERINGATAN DINI BENCANA KABUT ASAP  
DENGAN CITRA PENGINDERAAN JAUH

OLEH : Dra. ENDAH PURWANINGSIH



JURUSAN : GEOGRAFI  
FAKULTAS : ILMU-ILMU SOSIAL

UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
PADANG  
2000



## KATA PENGANTAR

Bencana kabut asap yang telah terjadi beberapa waktu yang lalu bukan saja merupakan bencana lokal akan tetapi sudah merupakan bencana nasional, bahkan internasional, karena dampaknya ikut dirasakan oleh beberapa negara tetangga, seperti Malaysia, Singapura, Philipina, Brunei.

Dampak kabut asap tidak hanya berpengaruh bagi kesehatan manusia, akan tetapi juga pada bidang transportasi, baik udara, laut, maupun darat, sehingga melumpuhkan perekonomian bangsa, kegiatan yang lain yang perlu dilakukan di luar.

Kabut asap terjadi karena adanya beberapa pemilik perkebunan yang sengaja melakukan pembakaran hutan untuk membuka areal perkebunannya. Karena adanya pembakaran hutan tentu dampak lainnya adalah hilangnya biota, (hewan dan tumbuhan) serta komoditas yang ada di hutan. Pengembalian kondisi seperti semula dan membutuhkan biaya dan waktu yang sangat panjang.

Upaya untuk penanggulangan kebakaran hutan antara lain dengan membuat hujan buatan, bom air, lokalisasi areal yang terbakar. Biaya untuk kegiatan ini sangat besar, dan akan tidak mungkin kegiatan tersebut gagal.

Berdasarkan kenyataan yang ada maka penulis tertarik untuk membuat makalah mengenai "Peringatan Dini Bencana Kabut Asap dengan Citra Penginderaan Jauh". Pemakai citra penginderaan jauh karena teknologi tersebut membutuhkan biaya yang murah dan cepat.

Semoga makalah ini dapat bermanfaat bagi yang membaca. Tiada gading yang tak retak. Penulis menyadari bahwa makalah ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Padang, Agustus 2000

Penulis

## DAFTAR ISI

	halaman
Kata Pengantar .....	i
Daftar Isi .....	ii
Daftar Tabel .....	iii
Daftar Gambar .....	iii
BAB I : PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Perumusan Masalah .....	3
C. Tujuan Penulisan Makalah .....	3
D. Kegunaan Makalah .....	4
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA .....	5
A. Bencana Kabut Asap .....	5
1. Kabut Asap .....	5
2. Penyebab Bencana Kabut Asap .....	9
3. Penanggulangan Bencana Kabut Asap .....	10
B. Sistem Penginderaan Jauh .....	12
1. Tenaga .....	13
2. Atmosfer .....	15
3. Sensor .....	16
4. Perolehan Data .....	18
5. Pengguna Data .....	18
C. Citra Penginderaan Jauh .....	18
D. Keunggulan Citra Penginderaan Jauh .....	24

BAB III : INTERPETASI CITRA UNTUK PERINGATAN DINI	
BENCANA KABUT ASAP .....	28
A. Unsur Interpretasi .....	28
B. Citra Pengindera Kabut Asap .....	32
BAB IV : KESIMPULAN DAN SARAN .....	43
DAFTAR PUSTAKA	

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Jenis Spektrum dan Kepekaannya .....	17
2. Beda Antara Citra Forot dan Citra Non Foto .....	19

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Penyebaran Asap .....	6
2. Sistem Penginderaan jauh .....	12
3. Spektrum Elektromagnetik dan Perinciannya .....	14
4. Pantauan Kabut Asap dengan Citra Landsat 5 TM .....	36
5. Ulah Manusia Dilihat dengan Citra NOAA	39
6. Citra Satelit NOAA-14 AUHRR .....	40

## BAB I PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Pertengahan bulan Juli 2000 ini masyarakat dikejutkan oleh berita kabut asap. Mendengar istilah kabut asap ingatan kita akan dibawa ke peristiwa yang terjadi sepanjang tahun 1997. Setiap media massa, baik media cetak, maupun media elektronik secara besar-besaran memberitakan mengenai bencana kabut asap. Hampir setiap masyarakat menjadikan berita tersebut sebagai buah bibir.

Mengapa bencana kabut asap menjadi berita yang menghebohkan, karena bencana tersebut tidak hanya melanda wilayah yang sempit, melainkan sudah melanda secara nasional (Sumatera, Jawa, Kalimantan, dan lain-lain), dan melanda secara internasional yaitu melanda negara tetangga seperti Malaysia, Singapura dan Philipina.

Dampak terjadinya kabut asap secara langsung adalah pengaruh pada kesehatan manusia, yaitu menimbulkan gangguan pernafasan, seperti influenza, batuk-batuk, Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA), gangguan pada penglihatan yaitu mata berair dan iritasi. Bahkan di beberapa tempat ditemukan beberapa orang yang pingsan secara tiba-tiba pada waktu melakukan

kegiatan di luar rumah.

Kita mungkin masih ingat anjuran atau peringatan dari Departemen Kesehatan yaitu setiap orang yang akan bepergian harus menggunakan masker. Sehingga selama ini jika orang bepergian dengan sepeda motor ada wajib helm, selama terjadinya kabut asap ditambah lagi dengan wajib masker. Selain pada kesehatan, kabut asap juga menyebabkan lumpuhnya kegiatan perekonomian, bisnis, maupun kegiatan-kegiatan lain yang membutuhkan jasa transportasi akan ikut merugi.

Hasil pantauan secara langsung ke lapangan dan pantauan melalui satelit dapat diketahui bahwa penyebab kabut asap adalah terjadinya kebakaran hutan di beberapa kawasan di Indonesia. Akibat kebakaran hutan selain seperti yang telah disebutkan di atas, juga berakibat pada hilangnya biota dan ekosistem yang ada. Menurut perkiraan LSM-WALHI sampai bulan Oktober kerugian yang ditimbulkan selain kerugian ekologis sebesar Rp.6,2 triliun. Kerugian ini disebabkan oleh terbakarnya lebih kurang 1,7 juta hektar lahan yang berupa hutan lindung, taman nasional, cagar alam, suaka margasatwa dan hutan produksi. Sebenarnya rusaknya hutan tidak dapat dihitungkan dengan harga berapapun, karena bersamaan dengan peristiwa kebakaran akan musnah pula berbagai biota dan ekosistem yang ada. Pemulihannya membutuhkan biaya yang tidak sedikit dan



waktu ratusan tahun (Mujiyanto, 1997).

Upaya pemadaman kobaran api juga membutuhkan biaya yang tidak sedikit. Karena kawasan yang terbakar sangat luas maka upaya yang dilakukan antara lain dengan menerjunkan penduduk secara langsung ke lapangan untuk memadamkan api, juga dengan menggunakan sistem bom air dan hujan buatan.

Karena peristiwa kebakaran hutan berikutan bencana kabut asap selalu terjadi dari tahun ke tahun, maka antisipasi perlu dilakukan. Salah satu langkah antisipasi yang dapat dilakukan adalah dengan membuat peringatan dini apabila gejala-gejala yang akan menyebabkan bencana kabut asap muncul. Berdasarkan permasalahan di atas penulis terdorong membuat makalah dengan judul "Peringatan Dini Bencana Kabut Asap dengan Citra Penginderaan Jauh".

### **3. Perumusan Masalah**

Berdasarkan pemikiran di atas maka masalah yang akan dibahas dapat dirumuskan sebagai berikut :

- Sejauh mana citra penginderaan jauh dapat digunakan untuk membantu memberikan peringatan dini pada bencana kabut asap yang akan terjadi ?

### **C. Tujuan Penulisan Makalah**

Tujuan penulisan ini adalah untuk mengungkapkan

salah satu metode atau alternatif yang dapat digunakan untuk membantu memberikan peringatan dini pada bencana kabut asap yang akan terjadi.

#### **D. Kegunaan Makalah**

Hasil penulisan ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh pembaca dalam menambah khasanah ilmu dalam bidang geografi dan sebagai informasi bagi instansi dengan masalah bencana kabut asap.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

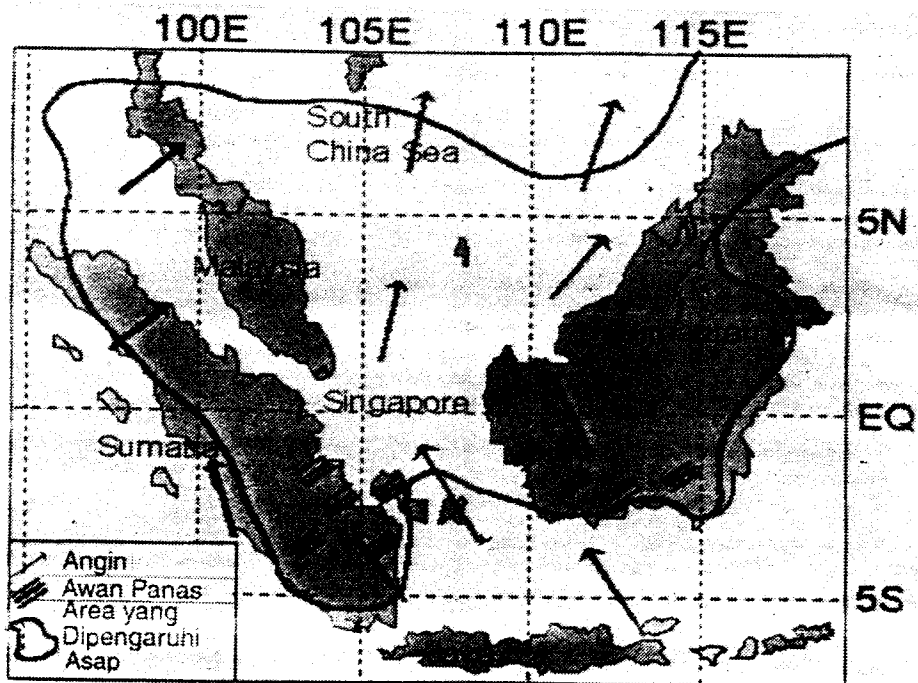
#### A. Bencana Kabut Asap

##### 1. Kabut Asap

Menurut Samsudi (1997) kabut asap atau biasa disebut "Haze" adalah istilah meteorologi untuk fenomena berkabut (suspensi partikel) yang disebabkan oleh keberadaan banyaknya partikel sangat kecil yang tidak terlihat dengan mata telanjang. Apabila kabut asap bergerak sampai di atmosfer, kemudian bereaksi dengan nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>) secara foto oksida maka akan menghasilkan Formaldehide dan aeroleina atau biasa dikenal sebagai "gas air mata" yang dapat menyebabkan iritasi mata. Selain itu kabut asap juga mengakibatkan berkembangnya bakteri "streptococcus" dan virus influenza dengan baik. Bakteri dan virus ini dapat menyebabkan berbagai macam penyakit infeksi terutama infeksi saluran pernafasan akut (ISPA) (Gazali, 1997). Jumlah penderita penyakit asam naik menjadi tiga kali lipat. Di beberapa tempat/sekolah banyak ditemukan siswa dan guru yang pingsan secara tiba-tiba karena gangguan kabut asap.

Pengaruh kabut asap terhadap lingkungan dapat berskala lokal apabila terbawa oleh angin yang bergerak di atmosfer karena pengaruh inversi atau

penurunan temperatur apabila semakin naik ke atas, dapat berlanjut pada skala regional bahkan global (Gazali, 1997). Seperti yang terjadi di negara kita, kabut asap tidak hanya mengganggu lingkungan di sekitar lokasi penyebab terjadinya kabut asap, akan tetapi sudah menyebar ke propinsi lain disekitarnya. Bahkan negara tetangga pun seperti Malaysia, Singapura, Philipina, Thailand, dan Australia ikut berteriak karena massa lingkungannya terganggu. Penyebaran kabut asap secara jelasnya dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Penyebaran Asap

(Sumber : Deden Setiawan, 1997)

Berdasarkan data yang diungkapkan oleh beberapa media massa baik lokal, nasional, maupun internasional, disebutkan bahwa pada waktu terjadinya kabut asap kandungan partikel asap jauh lebih tinggi bahkan meliputi kali dari ambang batas baku mutu. Seperti yang terjadi di wilayah Sumatera Barat dan Jambi pada bulan Oktober 1997. Kandungan partikel debu di kota Bukittinggi, Padang Panjang, dan Kotamadya Sawahlunto sebesar 9 mg/m<sup>3</sup>, padahal standar baku mutu adalah 0,26 mg/m<sup>3</sup>.

Kandungan sulfur oksida (SO<sub>2</sub>) di Kotamadya Solok sebesar 2,070 ppm dan kotamadya Sawahlunto sebesar 2,05 ppm, atau 20 kali lebih tinggi dibanding standar baku mutu yaitu 0,1 ppm. Standar baku mutu NO<sub>x</sub> adalah 0,05 ppm sedangkan kenyataan di lapangan yaitu di kota Padang Panjang sebesar 0,60 ppm. (Fandeli, 1989 dan Singgalang 24 Oktober 1997).

Kabut asap yang melanda negara tetangga seperti Malaysia ternyata memang sudah sangat mengkhawatirkan. Hal ini dapat dilihat dari indeks polusi udara di negara Malaysia yang mencapai 658. Padahal kalau dilihat dari indeks polusi udara (Air Pollution Index-API) yang dikeluarkan Pemerintah Malaysia adalah sebagai berikut : 0 - 50 (baik), 51 - 100 (moderat), 101 - 200 (tidak sehat), 201 - 300 (sangat tidak sehat), dan 301 - 500 (membahayakan/hazardous) (Attamini, 1997).

Bahaya kabut asap selain berdampak buruk bagi kesehatan juga sangat mengganggu dunia transportasi, baik transportasi udara, laut maupun darat. Beberapa jadwal penerbangan terpaksa ditunda sampai batas waktu yang tidak terhingga, bahkan Bandara Tabing Padang, Sultan Taha - Jambi, Bandara Pahang - Malaysia terpaksa tutup sampai berbulan-bulan karena tidak ada jadwal penerbangan. Apabila penerbangan tetap dilakukan akan membahayakan keselamatan penumpang, seperti jatuhnya pesawat Garuda di Sibolangit yang menyebabkan meninggalnya 234 penumpang, pesawat Merpati jatuh sebelum mendarat di Bandara Tumbang dan menewaskan 11 orang, serta masih banyak lagi kecelakaan pesawat yang terjadi secara beruntun. Penyebab jatuhnya beberapa pesawat tersebut diperkirakan karena gangguan asap. (Haluan, 28 September 1997).

Beberapa kali terjadi tabrakan kapal di selat Malaka, sehingga departemen Perhubungan dan negara tetangga - seperti Malaysia menyarankan untuk sementara melarang pelayaran yang melalui selat Malaka, karena jarak pandang akibat kabut asap berada jauh di bawah batas minimum jarak yang diijinkan untuk pelayaran.

Berhentinya kegiatan di beberapa bandara dan pelabuhan menyebabkan banyak kalangan yang menganggur, kegiatan bisnis batal, dan masih banyak lagi masalah yang ditimbulkan. Kalau hal ini berlangsung begitu lama

tentu akan berakibat buruk bagi kondisi perekonomian bangsa.

## 2. Penyebab Bencana Kabut Asap

Hasil pemantauan langsung ke lapangan dan pantauan melalui citra satelit dapat diketahui bahwa penyebab bencana kabut asap adalah kebakaran hutan dan hutan yang terjadi di beberapa tempat. Menurut Sulthoni (dalam Semedi, 1997) kebakaran dan bencana kabut asap yang melanda Indonesia beberapa waktu yang lalu adalah gabungan antara kondisi alami yaitu kebetulan saat ini sedang perubahan iklim global ditambah El-Nino dan kesalahan manusia dalam memperlakukan hutan.

El nino merupakan pola iklim abnormal di Samudera Pasifik yang berdampak menimbulkan kekacauan iklim global. Dampak paling populer adalah menimbulkan kekeringan atau kemarau panjang di suatu wilayah dan hujan besar di wilayah lain. Akan tetapi kebakaran hutan secara alamiah yang terjadi dimanapun di dunia tidak sebesar atau sedahsyat akibat ulah manusia.

Kebakaran kali ini banyak diakibatkan oleh eksploitasi dan pengalihan fungsi hutan menjadi areal perkebunan skala besar. Biasanya jika terjadi kebakaran hutan, rakyat kecil yang menjadi "kambing hitam". Peladang berpindan dan petani tradisional sering dituding sebagai biang keladi kebakaran hutan, karena

mereka memang selalu melakukan pembakaran pada saat membuka jalan. Namun jumlah kerusakan yang ditimbulkan relatif kecil. Selain itu cara dan sistem yang mereka gunakan nyatanya sudah teruji ratusan tahun dan api tidak menjalar kemana-mana atau tidak menimbulkan masalah.

Pembukaan lahan dengan jalan membakar justru ditiru oleh perusahaan-perusahaan perkebunan. Karena ingin menghemat biaya dan mempermudah kerja cara primitif seperti itu dilakukan oleh perusahaan-perusahaan besar yang memiliki lahan sangat luas, mencapai puluhan ribu hektar.

### 3. Penanggulangan Bencana Kabut Asap

Bagi masyarakat yang wilayahnya kena kabut asap, agar tidak terkena bakteri dan virus penyebab penyakit ISPA sebaiknya menggunakan masker atau penutup hidung setiap kali melakukan kegiatan di luar. Selain itu masyarakat diharapkan mengurangi kegiatan di luar rumah.

Upaya pemadaman dan meredam kobaran api dan luas rembetan api dapat dilakukan dengan cara sederhana maupun teknologi canggih. Adapun cara tersebut adalah sebagai berikut :

- a). Cara sederhana, yaitu membuat ilaran atau parit, semak belukar dan ilalang di sekeliling lokasi



kebakaran dibabat kemudian dibuat parit dengan maksud untuk melokalisasi dan mengisolasi luas rembetan api.

b). Teknologi canggih :

- 1) Teknologi bom air (water bombing), yaitu mengambil air dari suatu tempat (danau, waduh, sungai) kemudian dimasukkan ke dalam kantong yang sangat besar dan diangkat serta dijatuhkan dengan pesawat terbang ke lokasi yang sedang mengalami kebakaran.
- 2) Teknologi hujan buatan atau penyemaian awan adalah penaburan garam halus (NaCl), CaO, dan larutan urea, sebagai embrio hujan agar proses tumbukan dan kondensasi uap air berlangsung efektif menghasilkan tetes-tetes air, dan kemudian tumbuh berkembang menjadi tetes hujan.

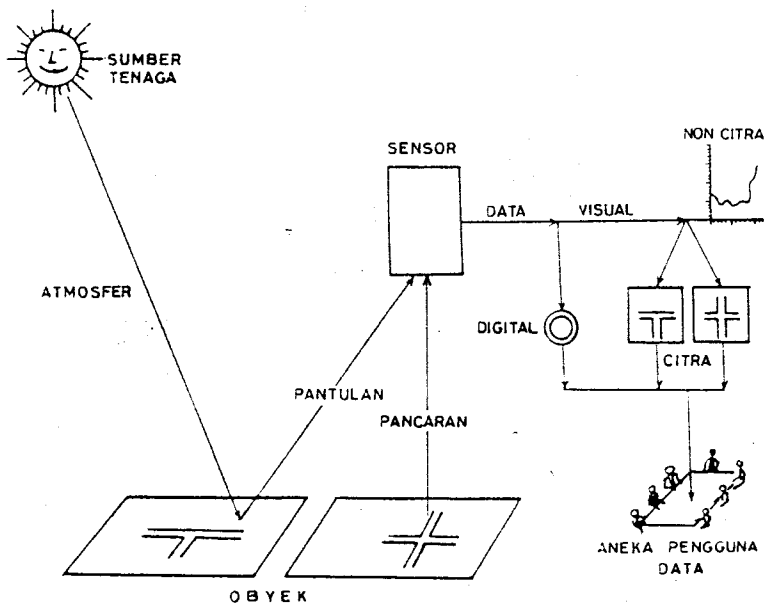
(Kompas, dan Republika, 15-9-1997)

Teknologi canggih memang dapat mencakup daerah yang luas dan berlangsung cepat, akan tetapi resikonya adalah membutuhkan biaya yang tidak sedikit, karena untuk operasinya melibatkan perangkat canggih dan para ahli. Biaya pembuatan hujan buatan di sekitar waduk Jatiluhur pada bulan April hingga Mei 1997 membutuhkan biaya Rp. 300 juta. (Republika, 15 September 1997). Selain biaya untuk operasi ini diperlukan

kondisi klimatologis tertentu yang memadai dan sulit dipaksakan menurut kehendak manusia oleh karena itu belum ada jaminan bahwa setiap pembuatan hujan buatan selalu berhasil.

### B. Sistem Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah atau fenomena yang dikaji (Lillesand/Kiefer, 1993). Sedangkan sistem penginderaan jauh adalah gabungan beberapa komponen yang membentuk sistem. Komponen apa saja yang mendukung sistem penginderaan jauh dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Sistem Penginderaan Jauh  
(sumber : Sutanto, 1986 : 54)

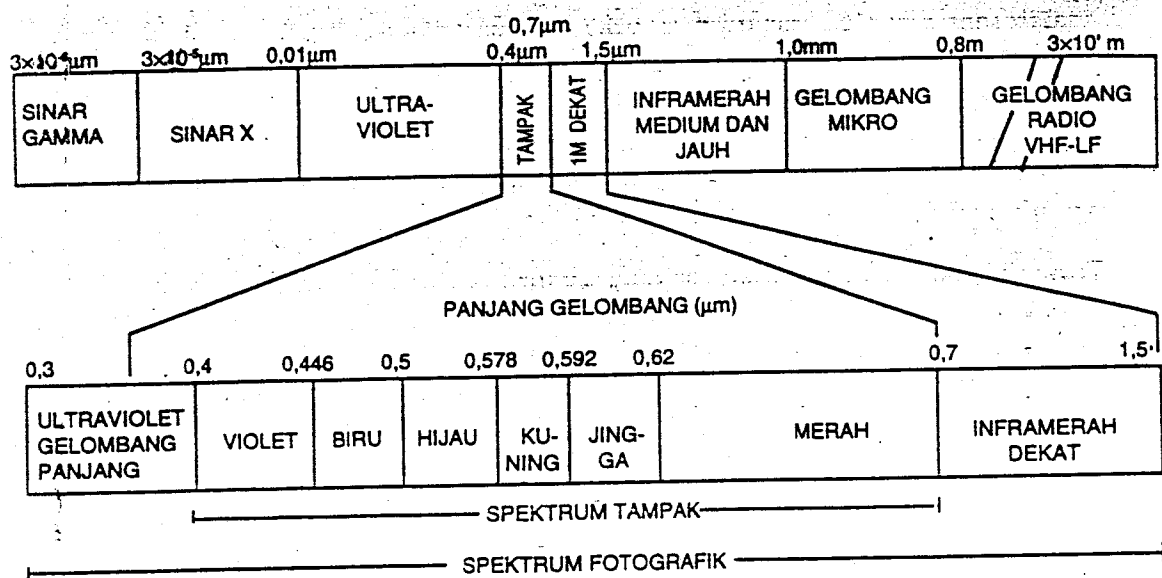
Berdasarkan gambar 2 dapat diketahui bahwa komponen sistem penginderaan jauh adalah : tenaga, atmosfer, interaksi tenaga dan obyek, sensor, perolehan data dan pengguna data.

#### 1. Tenaga

Pengumpulan data dalam penginderaan jauh dilakukan dari jarak jauh oleh karena itu diperlukan tenaga penghubung yang membawa data tentang obyek ke sensor baik sensor alamiah seperti mata, hidung, kulit, telinga, lidah dan kulit. Sensor buatan antara lain berupa kamera, sonar, magnetometer, scanner, dan radiometer. Tenaga tersebut dapat bersifat alamiah, yaitu sinar matahari, sinar bulan (sistem pasif) maupun sinar buatan yang harus dipancarkan ke obyek, seperti sistem radar, kamera dengan lampu blitz. Selanjutnya sistem ini disebut sistem aktif.

Sistem penginderaan jauh pasif menerima tenaga yang dipantulkan dan atau dipancarkan dari kenampakan di permukaan bumi. Distribusi spektral tenaga pantulan sinar matahari dan pancaran dari benda sifatnya tidak seragam, tergantung waktu, tempat dan material dari obyek. Sedangkan sistem aktif sumber tenaganya dapat diatur sedemikian rupa. (Lillesand, Kiefer, 1993:33) akan tetapi resikonya tentu saja dibutuhkan biaya untuk pengadaan sumber tenaga aktif tersebut.

Tenaga yang paling banyak digunakan dalam penginderaan jauh adalah tenaga elektromagnetik yang berasal dari sinar matahari. Menurut Chanlett dalam Lillesand (1993:27) tenaga elektromagnetik ialah paket elektrisitas dan magnetisme yang bergerak dengan kecepatan sinar pada frekuensi dan panjang gelombang tertentu dengan sejumlah tenaga tertentu. Seluruh bianglala tenaga elektromagnetik disebut spektrum elektromagnetik, yang meliputi sinar kosmik, gamma, X, ultraviolet; tampak, inframerah, gelombang mikro, dan radio. Secara lebih jelas dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Spektrum Elektromagnetik dan Perinciannya

(Sumber : Ford (1979) dalam Sutanto: 1984)

Meskipun spektrum elektromagnetik merupakan spektrum yang sangat luas, namun hanya sebagian kecil saja yang dapat digunakan dalam penginderaan jauh. Sinar kosmik, sinar gamma, dan sinar X dan sinar inframerah sulit mencapai bumi karena atmosfer sulit ditembus olehnya. Atmosfer hanya dapat dilalui atau ditembus oleh sebagian kecil spektrum elektromagnetik, yaitu spektrum tampak yang mempunyai panjang gelombang 0,4  $\mu\text{m}$  hingga 0,7  $\mu\text{m}$ . Spektrum ini disebut spektrum tampak karena mata manusia sebagai sensor alamiah dapat menggunakannya untuk melihat sesuatu dan memang hanya sebesar itu kepekaannya (Sutanto, 1986 : 33).

## 2. Atmosfer

Atmosfer adalah lapisan udara yang mengelilingi bumi (Marbun, 1982). Di dalam penginderaan jauh, atmosfer merupakan media pengantar tenaga elektromagnetik ke objek dan dari objek ke sensor. Atmosfer membatasi bagian spektrum elektromagnetik yang dapat digunakan dalam penginderaan jauh. Karena bersifat selektif maka timbul istilah "jendela atmosfer" yaitu bagian spektrum elektromagnetik yang dapat mencapai bumi. Dalam jendela atmosfer ada hambatan atmosfer yang berupa hamburan pada spektrum tampak dan serapan yang terjadi pada spektrum inframerah termal (Sutanto, 1986). Besarnya

hambatan tergantung pada panjang gelombang, waktu dan tempat.

### 3. Sensor

Menurut Sutanto (1986) sensor adalah piranti untuk mendeteksi atau merekam tenaga elektromagnetik. Tiap sensor mempunyai kepekaan tersendiri terhadap spektrum elektromagnetik dan perekaman objek terkecil yang masih dapat dikenali dan dibedakan dari objek lain atau lingkungan sekitar.

Kemampuan objek dalam menyajikan gambaran objek terkecil disebut "Resolusi spasial". Resolusi spasial merupakan petunjuk bagi kualitas sensor. Semakin kecil objek yang dapat direkam semakin baik kualitas sensor.

Berdasarkan proses perekaman, sensor dibedakan atas sensor fotografik dan sensor elektronik. Sensor fotografik, proses perekaman berlangsung secara kimia-wi. Tenaga elektromagnetik diterima dan direkam pada lapisan emulsi film yang bila diproses akan menghasilkan foto. Sedangkan sensor elektronik menggunakan tenaga elektrik dalam bentuk sinyal elektrik. Sinyal elektrik direkam pada pita magnetik yang dapat diproses menjadi data visual dan data digital yang dapat dikomputerisasi.

Kepekaan sensor tidak sama, sensor fotografik hanya peka pada spektrum tampak dan perluasannya yaitu

spektrum inframerah dekat. Sensor elektronik kepekaannya lebih besar, yaitu meliputi spektrum tampak dan perluasan, spektrum inframerah termal, dan spektrum gelombang mikro. (Sutanto, 1986). Jenis sensor dan kepekaannya dapat dilihat pada tabel 1.

Spektrum dan sistem sensor	Panjang gelombang ( $\mu\text{m}$ )	Kemampuan mengatasi kendala cuaca	Saat penginderaan
ULTRAVIOLET = Optical mechanical scanner = Image orthicon = Kamera dengan film inframerah	0,01—0,4	—	siang
TAMPAK = Kamera konvensional = Multispectral scanner = Vidicon	0,4—0,7	Kt	siang kecuali bila digunakan penyinaran aktif
INFRAMERAH PANTULAN = Kamera konvensional dengan film inframerah = Solid state detector dalam scanner = Radiometer	0,7—1,5	C	siang
INFRAMERAH TERMAL = Solid state detector dalam scanner dan radiometer = Quantum detector	3,5—30,0	Kt, As	siang-malam
GELOMBANG MIKRO = Scanner dan radiometer = Antena dan circuit	$10^3$ — $10^6$	Kt, As, K	siang-malam
RADAR = Scanner dan radiometer = Antena dan circuit	$8,3 \times 10^3$ $1,3 \times 10^6$	Kt, As, K H #	siang-malam

Sumber: Estes, 1974, dengan perubahan.

**Keterangan:**

Kt : Kabut tipis

C : Campuran asap dan kabut

As : Asap

K : Kabut/awan

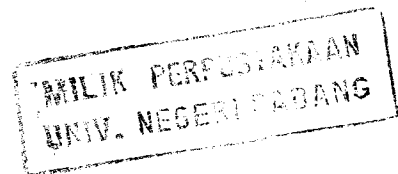
H : Hujan

# : Kemampuan menembus hujan membesar pada gelombang yang semakin panjang.

Tabel 1. Jenis Sensor dan sifatnya

(Sumber : Sutanto, 1986 : 58)

4525/K/2000-P<sub>1</sub>



#### 4. Perolehan Data

Perolehan data dapat dilakukan secara manual yakni dengan interpretasi secara visual dan dengan cara numerik atau digital dengan menggunakan komputer. Foto udara pada umumnya diinterpretasi secara manual, sedangkan data hasil penginderaan secara elektronik dapat diinterpretasi secara manual maupun secara numerik. (Sutanto, 1986).

#### 5. Pengguna Data

Kunci keberhasilan terapan suatu sistem penginderaan jauh terletak pada manusia yang menggunakan data tersebut. Data yang dihasilkan akan menjadi informasi bila sekarang mengerti bagaimana cara menginterpretasi dan menggunakan data tersebut.

#### C. Citra Penginderaan Jauh

Pengertian citra menurut Sutanto (1986) ada dua macam yaitu yang pertama, citra merupakan gambaran objek yang dihasilkan oleh pantulan atau pembiasan sinar yang difokuskan oleh lensa atau cermin. Sedangkan kedua, citra adalah gambaran rekaman objek yang dibentuk dengan cara optik, elektro-optik, optik mekanik, dan elektronik, yang biasanya dalam bentuk gambaran foto. Pengertian citra penginderaan jauh adalah pengertian yang kedua.



Berdasarkan sensor yang telah dibicarakan didepan citra dapat dibedakan menjadi citra foto dan citra non foto. Perbedaan citra foto dan citra non foto dapat dilihat pada tabel 2.

Variabel pembeda \ Jenis citra	Citra foto	Citra nonfoto
Sensor	Kamera	Nonkamera, mendasarkan atas penyiaman (scanning)
Detektor	Film	Kamera yang detektornya bukan film Pita magnetik, termistor, foto konduktif, foto voltaik, dsb.
Proses perekaman Mekanisme perekaman Spektrum elektromagnetik	Fotografi/Kimiawi Serentak Spektrum tampak dan perluasannya	Elektronik Parsial Spektra tampak dan perluasannya, termal, dan gelombang mikro

Tabel 2. Beda antara citra foto dan citra nonfoto

(Sumber : Sutanto, 1986 : 66)

### 1. Citra Foto

Citra foto dapat dibedakan atas beberapa dasar :

#### a. Spektrum elektromagnetik yang digunakan :

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

- 1) Foto ultraviolet, yaitu foto yang dibuat dengan menggunakan spektrum ultraviolet dekat hingga pan-

KEMENTERIAN  
PERTANAHAN  
KABUPATEN TANGG

jang gelombang  $0,29 \mu\text{m}$ . Manfaat foto ini salah satunya untuk mendeteksi tumpahan minyak (pencemaran) di atas air, batu kapur (geologi).

- 2) Foto ortokromatik, yaitu foto yang dibuat dengan menggunakan spektrum tampak ( $0,4 \mu\text{m} - 0,56 \mu\text{m}$ ) salah satu manfaatnya untuk studi pantai, karena filmnya peka terhadap obyek di bawah permukaan air. Selain itu film ini peka terhadap saluran hijau sehingga dapat digunakan untuk identifikasi vegetasi secara rinci.
- 3) Foto pankromatik, yaitu foto yang dibuat dengan menggunakan seluruh sinar tampak ( $0,4 - 0,7 \mu\text{m}$ ). Menurut Lillesand dan Kiefer (1979) manfaat foto pankromatik untuk pemetaan geologi, pemetaan tanah, pemetaan penutup dan penggunaan lahan, untuk bidang pertanian, kehutanan, sumber daya air, perencanaan kota, dan lainnya.
- 4) Foto inframerah asli (true inframerah photo), yaitu foto yang dibuat dengan menggunakan spektrum inframerah dekat hingga panjang gelombang  $0,9 \text{ mm}$  dan  $1,2 \mu\text{m}$  bagi film inframerah dekat yang dibuat khusus.
- 5) Foto inframerah modifikasi, dibuat dengan spektrum inframerah dekat dan sebagian tampak pada saluran merah dan hijau.

Manfaat foto inframerah untuk studi vegetasi,

karena vegetasi memantulkan saluran inframerah dekat, lebih besar dibanding saluran hijau.

b. Sumbu kamera

Berdasarkan arah sumbu kamera, foto udara dapat dibedakan atas :

- 1) Foto vertikal : sumbu kamera tegak lurus permukaan bumi, atau membentuk sudut  $1^{\circ}$ - $4^{\circ}$ .
- 2) Foto condong : sumbu kamera membentuk sudut sebesar  $10^{\circ}$  atau lebih.

c. Sudut liputan kamera

Berdasarkan sudut liputan kamera foto dibedakan atas:

- 1) Foto sudut kecil : sudut liputan  $<60^{\circ}$ , panjang fokus 304,8 mm
- 2) Foto sudut normal : sudut liputan  $60^{\circ}$ - $75^{\circ}$ , panjang fokus 209,5 mm
- 3) Foto sudut lebar : sudut liputan  $75^{\circ}$ - $100^{\circ}$ ; panjang fokus 152,4 mm
- 4) Foto sudut sangat lebar: sudut liputan  $>100^{\circ}$ , panjang fokus 88,9 mm.

(Paine, dalam Sutanto, 1985)

d. Jenis kamera

Berdasarkan jenis kamera yang digunakan, foto

dibedakan atas :

- 1) Foto tunggal : dibuat dengan kamera tunggal
- 2) Foto jamak : beberapa foto dibuat pada saat yang sama, dan meliputi daerah yang sama, contoh foto multispektral.

e. Warna yang digunakan :

Berdasarkan warna yang digunakan, foto berwarna dibedakan atas :

- 1) Foto berwarna semu : warna obyek tidak sama dengan warna foto.
- 2) Foto warna asli : warna obyek dalam foto sesuai dengan aslinya.

f. Wahana

Ada dua foto yang dibedakan berdasarkan wahana yang digunakan, yaitu :

- 1) Foto udara : foto yang dibuat dari balon, pesawat udara.
- 2) Foto satelit : foto yang dibuat dari satelit.

## 2. Citra Non Foto

Citra non foto dibedakan berdasarkan:

a. Spektrum elektromagnetik yang digunakan :

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

- 1) Citra inframerah termal, yaitu citra yang dibuat dengan spektrum inframerah termal (3,5-5,5 $\mu$ m), (8-14 $\mu$ m) dan sekitar 18 $\mu$ m. Penginderaan pada spektrum ini mendasarkan atas beda suhu obyek dan daya pancarnya pada citra tercermin dengan beda rona dan warna.
- 2) Citra radar dan gelombang mikro, yaitu citra yang dibuat dengan spektrum gelombang mikro. Citra radar merupakan hasil penginderaan dengan sistem aktif (sumber tenaga buatan), sedang citra gelombang mikro dengan dengan sistem pasif (sumber tenaga alamiah).

b. Sensor

Berdasarkan sensor yang digunakan, citra non foto dibedakan atas :

- 1) Citra tunggal, yaitu citra yang dibuat dengan sensor tunggal
- 2) Citra multi spektral, yaitu citra yang dibuat dengan saluran jamak.

Contoh : citra return beam vidicon (RBV), dan citra MSS (Multi Spectral Scanner).

c. Wahana

Berdasarkan wahana yang digunakan, citra non foto dibedakan atas :

- 1) Citra dirgantara, yaitu citra yang dibuat dengan wahana yang beroperasi di udara atau

dirgantara.

Contoh : Citra inframerah termal, citra radar, citra MSS yang dibuat dari udara.

2) Citra satelit, yaitu citra yang dibuat dari antariksa atau angkasa luar.

a) Citra satelit untuk penginderaan planet : citra satelit Ranger, Viking (AS), Luna dan Venera (Rusia).

b) Citra satelit untuk penginderaan cuaca, citra NOAA (AS), Nimbus, Meteosat, Himawari.

c) Citra satelit untuk penginderaan sumberdaya lahan, Citra SPOT, Landsat, Soyus.

d) Citra satelit untuk penginderaan laut : citra Seasat, MOS.

(Susanto, 1986 : 65 - 77)

#### D. Keunggulan Citra Penginderaan Jauh

Penggunaan citra penginderaan jauh semakin hari semakin meningkat. Menurut Sutanto (1984, 1986) setidaknya ada enam alasan yang melandasi peningkatan penggunaan citra penginderaan jauh yaitu :

1. Citra menggambarkan obyek, daerah dan gejala di permukaan bumi dengan :

a) Ujud dan letak objek-mirip ujud dan letak di permukaan bumi sehingga citra merupakan alat yang baik sekali untuk pembuatan peta, baik sebagai sumber data maupun sebagai kerangka peta.

b) Relatif lengkap

Tiap objek yang tidak terlalu kecil ukurannya dan tidak terlindung oleh objek lainnya, tergambar pada citra. Oleh karena itu satu citra dapat digunakan secara bersama-sama oleh berbagai bidang atau interdisiplin seperti geologi, hidrologi, geografi, biologi, kehutanan, pertanian dan lain-lain.

c) Meliput daerah yang luas

Satu lembar citra dapat meliputi daerah yang luas, sebagai contoh foto udara skala 1 : 50.000 dengan ukuran standar 23 cm x 23 cm dapat meliputi daerah luas 132 km<sup>2</sup>. Satu lembar foto udara standar dengan skala 1 : 100.000 meliputi daerah seluas 529 km<sup>2</sup>. Satu citra satelit Landsat IV yang dibuat dari ketinggian 700 km di atas permukaan bumi dapat meliputi daerah seluas 34.000 km<sup>2</sup> dan satu lembar citra satelit GMS meliputi setengah bola bumi.

2. Dari jenis citra tertentu dapat ditimbulkan gambaran tiga dimensional apabila pengamatannya dilakukan dengan alat stereoskop.

Gambaran tiga dimensional sangat menguntungkan karena :

- a) Menyajikan model medan dengan jelas sehingga memudahkan pengenalan obyek.
  - b) Relief tampak lebih jelas karena adanya pembe-  
saran skala vertikal.
  - c) Memungkinkan pengukuran beda tinggi yang dapat  
dimanfaatkan untuk pembuatan peta kantor, peren-  
canaan lintasan jalan, saluran irigasi, dan  
lain-lain.
  - d) Memungkinkan pengukuran volume, seperti volume  
tanah yang harus digali dan diisikan (cut and  
fill) pada perencanaan jalan, volume waduk,  
volume kayu, dan lain-lain.
  - e) Memungkinkan pengukuran lereng untuk menentukan  
kelas lahan, konservasi lahan dan keperluan  
perencanaan yang lain.
3. Karakteristik obyek yang tidak tampak dapat diujud-  
kan dalam bentuk citra sehingga memungkinkan penge-  
nalan obyeknya.
- Misalnya : Kebocoran pipa gas bawah tanah atau  
kebakaran tambang batu bara bawah tanah  
dapat dikenali pada citra inframerah  
termal.
4. Citra dapat dibuat secara cepat meskipun untuk  
daerah yang sulit dijelajahi secara teresterial.



Untuk pemetaan dan penelitian daerah rawa, hutan dan pegunungan akan membutuhkan waktu dan biaya yang tidak sedikit. Dengan pembuatan foto udara, daerah dengan ukuran 132 Km<sup>2</sup> dapat dipotret dalam waktu 25 detik. Di samping itu, interpretasi citra dapat dilaksanakan dalam ruang (laboratorium) baik siang maupun malam hari dan dalam keadaan hujan sekalipun.

5. Merupakan satu-satunya cara untuk pemetaan daerah bencana tidak ada cara lain yang mampu memetakan daerah bencana secara cepat pada saat terjadi bencana, seperti pemetaan daerah banjir, daerah terkena gempa bumi, daerah bencana kabut asap selain penginderaan jauh.
6. Citra dapat dibuat ulang pada periode pendek. Seperti citra Landsat IV dibuat setiap 16 hari, citra satelit GMS setiap setengah jam, dan citra satelit NOAA tiap 3 jam sekali. Dengan demikian maka citra merupakan alat yang baik untuk memantau perubahan yang cepat, seperti pembukaan daerah hutan, pemekaran kota, perluasan lahan garapan.

### BAB III

#### INTERPRETASI CITRA

##### UNTUK PERINGATAN DINI BENCANA KABUT ASAP

Data penginderaan jauh dapat berupa data numerik maupun data visual. Oleh karena itu interpretasi datanya dilakukan secara digital untuk data numerik, dan secara manual untuk data visual.

#### A. Unsur Interpretasi Citra

Interpretasi data atau citra penginderaan jauh merupakan pelacakan atau penyidikan karakteristik temporal. Contoh karakteristik spektral adalah air lebih banyak menyerap sinar dan batuan kapur lebih banyak memantulkan, sebagai akibatnya, air tampak gelap dan batuan kapur tampak cerah pada citra. Karakteristik spasial adalah tekstur, bentuk, pola, bayangan, ukuran, asosiasi, dan situs obyek pada citra. Sedangkan karakteristik temporal adalah ciri yang berbeda bagi obyek yang sama, karena berbeda umur atau waktu perekamannya (Sutanto, 1984). Selanjutnya ketiga karakteristik ini disebut sebagai unsur interpretasi citra.

Menurut Estes et al, 1983 (dalam Sutanto, 1986) unsur interpretasi citra terdiri dari :

#### 1. Rona dan Warna

Rona adalah tingkat kegelapan atau kecerahan obyek

pada citra. Atau tingkatan dari hitam ke putih, atau sebaliknya. Sedangkan warna adalah wujud yang tampak oleh mata, misal warna biru, hijau, merah, kuning dan lainnya sesuai spektrum yang dipancarkan atau dipantulkan oleh obyek.

## 2. Bentuk

Menurut Lo (dalam Sutanto, 1986) bentuk merupakan variabel kualitatif yang memberikan konfigurasi atau kerangka suatu obyek. Bentuk juga merupakan atribut yang jelas sehingga banyak obyek yang dapat dikenali berdasarkan bentuknya, misalnya : gedung sekolah pada umumnya berbentuk I, L, U atau persegi panjang. Tajuk pohon palma berbentuk bintang, dan sebagainya.

## 3. Ukuran

Ukuran adalah atribut obyek yang antara lain berupa jarak, luas, tinggi, lereng, dan volume. Karena ukuran obyek pada citra merupakan fungsi skala, maka dalam menggunakan unsur ukuran, skala harus diketahui terlebih dahulu.

Misal : Lapangan olah raga di samping dicirikan oleh bentuk segi empat, lebih dicirikan oleh ukurannya, yaitu 15 x 30 m (lapangan tenis), 30 x 100 m (lapangan sepakbola),

## 4. Tekstur

Tekstur adalah frekuensi perubahan rona pada citra. Tekstur sering dinyatakan dengan kasar, halus, dan

belang-belang.

Misal : Hutan bertekstur kasar, belukar bertekstur sedang, dan semak bertekstur halus.

#### 5. Pola

Pola atau susunan keruangan merupakan ciri yang menandai banyak obyek bentukan manusia

Misal : Perkebunan mudah dibedakan dari hutan atau vegetasi lainnya, dengan melihat pola dan jarak tanamnya.

#### 6. Bayangan

Walaupun bayangan sering menutupi atau menyembunyikan detail atau obyek di sekitarnya, tetapi bayangan sering merupakan kunci pengenalan yang penting bagi obyek yang justru lebih tampak dari bayangannya.

Misal : Lereng terjal tampak lebih jelas dengan adanya bayangan. Selain itu, bayangan dibantu keterangan jam pemotretan dapat digunakan untuk menentukan orientasi atau arah utara, timur, selatan, barat.

#### 7. Situs

Situs merupakan letak suatu obyek terhadap obyek lain di sekitarnya (Estes dan Simonet, 1975, dalam Sutanto, 1986).

Misal : Situs permukiman memanjang pada igir beting pantai, tanggul alam, atau di sepanjang tepi jalan.

## 8. Asosiasi

Asosiasi adalah keterkaitan antara objek yang satu dengan objek yang lain

misal : Stasiun kereta api berasosiasi dengan jalan kereta api yang jumlahnya lebih dari satu (bercabang)

(Sutanto, 1986)

Dalam melakukan interpretasi citra seringkali hanya beberapa unsur saja yang digunakan dalam mengenali suatu objek. Akan tetapi tidak jarang terjadi kedelapan unsur sudah diterapkan, obyek tetap saja tidak dapat dikenali. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan cek lapangan, selain untuk mengetahui apakah hasil interpretasi yang dilakukan sudah benar, atau untuk mengenali obyek yang tidak dapat diinterpretasi dari citra.

Kedelapan unsur interpretasi citra di atas cocok diterapkan untuk interpretasi foto udara, karena gambaran pada foto udara lebih mirip wujud sebenarnya di medan dan lebih rinci bila dibanding dengan gambaran pada citra lainnya. Sebagai akibatnya unsur interpretasinya juga paling lengkap bila dibanding dengan unsur interpretasi pada citra lainnya.

## B. Citra Pengindera Kabut Asap

Citra penginderaan jauh yang dapat digunakan untuk mengindera/interpretasi kebakaran hutan yang mengakibatkan bencana kabut asap yang merupakan langkah awal peringatan dini bahaya bencana kabut asap, antara lain adalah :

### 1. Foto Udara

Foto udara yang dapat digunakan untuk mendeteksi kebakaran hutan adalah :

#### a. Foto Udara Pankromatik Hitam Putih

Foto udara ini mempunyai keunggulan yaitu rona obyek serupa dengan kesan mata yang memandang obyek aslinya, karena kepekaan film sama dengan kepekaan mata manusia. Resolusi spasialnya halus sehingga memungkinkan pengenalan obyek yang berukuran kecil. Selain itu foto udara pankromatik ini telah digunakan semenjak 1,5 abad yang lalu sehingga orang sudah terbiasa menggunakannya.

Kebakaran hutan dapat dikenali dari foto udara pankromatik hitam putih dengan melihat hutan yang tidak terbakar mempunyai rona gelap dan tekstur kasar, sedangkan hutan yang sedang terbakar ronanya cerah karena adanya asap yang ditimbulkan.

#### b. Foto Udara Pankromatik Berwarna

Foto ini lebih unggul dibandingkan dengan foto pankromatik hitam putih karena mata manusia mampu

membedakan 200 tingkatan rona, sedangkan warna mencapai 20.000 warna. Selain itu warna yang tergambar sesuai dengan warna asli objek yang diwakili. Selain itu warna yang tergambar sesuai dengan warna asli obyek yang diwakili. Akan tetapi biaya yang diperlukan jauh lebih tinggi.

Selain kedua foto udara di atas dapat pula digunakan foto udara infra merah baik hitam putih maupun berwarna. Selain keunggulan di atas, keunggulan lain adalah pada skalanya yaitu skala besar dan sedang 1 : 5.000, 1 : 10.000, 1 : 20.000 dan lain sebagainya. Akan tetapi kelemahan dari penggunaan foto udara adalah perlu program khusus untuk pemotretan atau sengaja dilakukan pemotretan. Bagi negara Indonesia yang memiliki wilayah hutan yang sangat luas akan membutuhkan waktu dan biaya yang tidak sedikit.

## **2. Citra Non Foto**

Citra non foto yang dapat digunakan untuk mendeteksi kebakaran hutan adalah citra yang diperoleh dari sensor termal. Sensor termal adalah sensor yang merekam obyek berdasarkan suhu pancaran yang berasal dari obyek di permukaan bumi.

### Contoh Interpretasi :

Pohon berdaun lebar berwarna hijau lebih dingin dari sekitarnya pada siang hari dan lebih panas pada malam hari. Rona yang tampak adalah rona lebih gelap dari daerah sekitarnya pada citra yang dibuat pada siang hari, dan sebaliknya ronanya lebih cerah pada citra yang dibuat pada malam hari. Jadi pancaran suhu pada waktu siang dan malam hari berbeda, sehingga rona yang dihasilkan pun berbeda.

Berbeda dengan pancaran suhu yang berasal dari obyek panas seperti kebakaran hutan, hanya sedikit sekali terpengaruh oleh waktu perekaman. Hutan terbakar ronanya cerah sekali pada jam berapapun perekaman dilakukan.

Citra non foto yang dapat digunakan untuk mendeteksi kebakaran hutan antara lain :

#### a. Citra Inframerah Termal

Citra ini diperoleh dengan sensor yang peka terhadap spektrum inframerah dan radiometer termal. Citra ini diambil dari udara, biasanya dengan ketinggian 800 km. Cara interpretasi citra ini seperti interpretasi foto udara yaitu mendasarkan pada karakteristik spektral, yaitu rona atau warna, dan karakteristik spasial. Berbeda dengan interpretasi foto udara dimana karakteristik temporal tidak selalu digunakan, pada interpretasi citra infra merah

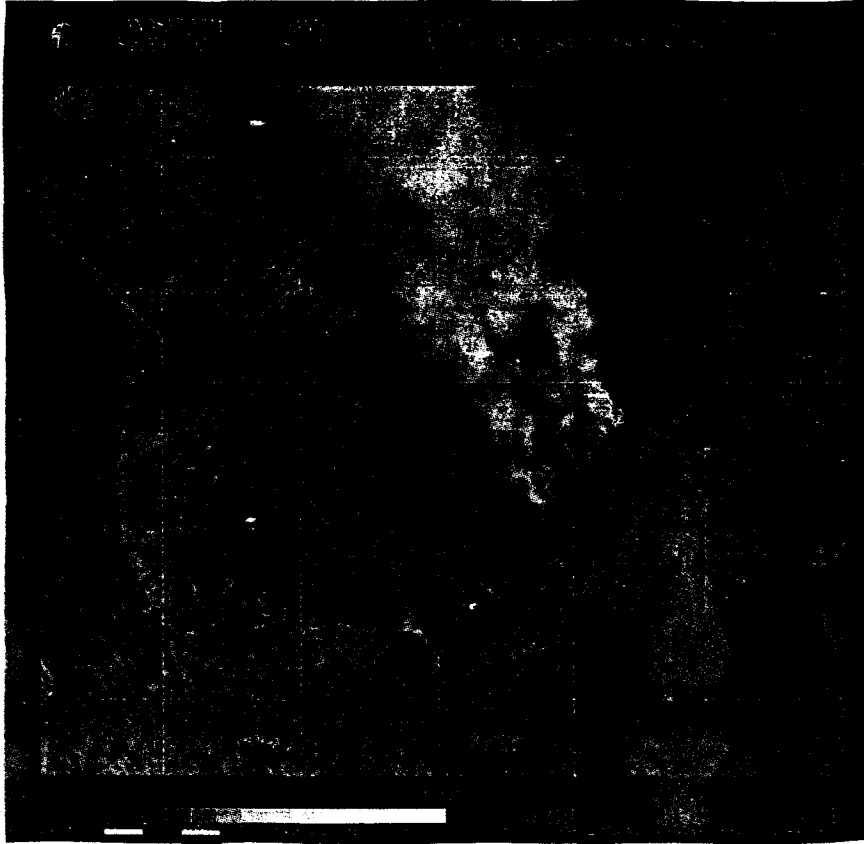


termal karakteristik temporal harus selalu digunakan. Sebelum melakukan interpretasi citra, kita harus tahu pasti jam berapa perekaman datanya (Sutomo, 1987).

b. Citra Landsat

Landsat adalah satelit sumberdaya lahan, yang dimiliki oleh Amerika Serikat. Orbit Satelit Landsat 1,2 dan 3 pada ketinggian 920 KM, dan orbit satelit Landsat 4 dan 5 pada ketinggian 705 KM. Satelit Landsat mengelilingi bumi setiap 103 menit sekali atau 14 kali sehari. Perubahan ketinggian orbit menyebabkan meningkatnya resolusi spesial citra yaitu dari 80 meter menjadi 30 meter. Resolusi spektral menjadi menjadi lebih baik dan ketelitian radiometrik lebih tinggi dengan digantinya sensor RBV (Return Beam Vidicon) dengan sensor Tematik Mapper (TM). Data yang dihasilkan Landsat 4 dan 5 berupa citra, data digital yang direkam pada CCT (Computer Compatible Tape) dan data digital yang direkam pada "Floppy disk"

Citra Landsat 4 dan 5 untuk kepentingan kehutanan dapat digunakan antara lain untuk menilai kerusakan oleh kebakaran hutan. Contoh citra satelit Landsat 5 TM untuk pemantauan kebakaran hutan dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Pantauan Kabut Asap dengan Citra Landsat TM  
(Sumber : Kompas Agustus 1997).

Berdasarkan gambar 4 dapat diketahui wilayah yang mengalami kebakaran hutan nampak dengan rona : putih, dan bentuknya memanjang. Untuk mengetahui luas wilayah yang terbakar dapat dihitung luas pada citra kemudian dikalikan dengan skala citra.

c. Citra SPOT (Le Systeme Probatoire d'Obsrevation de la Terre)

SPOT adalah Satelit sumber daya lahan milik Perancis. Satelit SPOT memiliki ketinggian orbit 832 Km, dengan frekuensi perekaman ulang atau resolusi

temporal 26 hari. Citra satelit SPOT yang dibuat dengan penyiam pankromatik mempunyai resolusi spasial 10 m, sedang dengan penyiam multispetral resolusinya 20 m.

Cara interpretasi citra SPOT untuk kebakaran hutan sama seperti citra lainnya yaitu melihat ronanya yang putih, situs di atas wilayah hutan atau perkebunan.

#### d. Citra NOAA

Pemantauan kebakaran hutan secara murah dan cepat dapat dilaksanakan melalui dukungan satelit NOAA (National Oceanic Atmospheric Administration) milik Amerika Serikat. NOAA merupakan satelit pemantauan lingkungan yang telah beroperasi sejauh tahun 1960 dan sekarang sudah berada pada generasi ke-14. Tiga Satelit NOAA, yaitu NOAA-10, NOAA-12 dan NOAA-14 saat ini beroperasi 24 jam nonstop.

Dari ketinggian orbit 850 KM, satelit NOAA lewat di atas Indonesia delapan kali sehari (setiap 3 jam sekali) dan dari perut NOAA yang dilengkapi lima saluran sensor gelombang tampak dan inframerah Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) dapat direkam kondisi muka bumi saat ini, termasuk kondisi kehijauan tumbuhan, kondisi kekeringan, kondisi kebakaran hutan ataupun temperatur laut. (Indroyono Soesilo, 1997).

Kegiatan - pemantauan kebakaran hutan sebagai langkah awal peringatan dini terhadap bencana kabut asap dapat dilakukan dengan menggunakan satelit NOAA melalui penerapan metode 'hot spot' pada data NOAA - AVHRR saluran 3 infra merah termal yang memiliki panjang gelombang 3,44-3,93 um dan mampu menyajikan kondisi temperatur permukaan bumi saat dilewati satelit termasuk temperatur hutan.

Hutan dengan dedaunan hijau segar biasanya memiliki temperatur lebih rendah dibanding dengan temperatur hutan berdaun kering. Sedang temperatur hutan berdaun kering temperaturnya lebih rendah dibanding temperatur hutan terbakar. Perbedaan temperatur ini terpantau pada saluran 3 sensor NOAA-ARHRR. Apabila beda temperatur suatu hutan  $20^{\circ}$  C atau lebih dibanding wilayah sekitarnya dapat diindikasikan bahwa wilayah tersebut mengalami proses kebakaran hutan. Contoh citra satelit NOAA-AVHRR dapat dilihat pada gambar 5 dan 6

Data muka bumi yang direkam satelit NOAA saat lewat di atas Indonesia kemudian dikirimkan secara digital ke stasiun bumi, seperti Stasiun Bumi Pekayon, Pare-Pare dan stasiun bumi yang ada di gedung BPPT Jakarta ini yang kemudian diproses dan didistribusikan kepada para pengguna.

Data hasil interpretasi baik foto udara maupun citra satelit kemudian digabung dengan data-data koordinat lintang dan bujur dapat digunakan untuk mengetahui apa dan siapa penyebab bencana kabut asap. Oleh karena itu langkah ini sangat baik dilakukan untuk memantau dan memberikan peringatan dini sebelum kabut asap menjadi bencana.

Citra NOAA apabila dibandingkan dengan foto udara dan citra lainnya mempunyai keunggulan yaitu dalam satu lembar citra NOAA merekam daerah seluas 9.600.000 kilo meter persegi. Perekaman ulang suatu wilayah dilakukan 8 kali sehari. Selain itu berbeda dengan data satelit penginderaan jauh resolusi tinggi seperti Landsat, SPOT yang harus dibeli, data satelit NOAA dapat diperoleh setiap saat secara gratis dengan cara mengarahkan antena stasiun bumi pada satelit saat NOAA melintas. Oleh karena itu citra NOAA dapat dimanfaatkan sebagai langkah peringatan dini bencana kabut asap dengan jalan pemantauan wilayah-wilayah yang memungkinkan

terjadinya pembakaran hutan. Apabila diketahui ada wilayah atau perkebunan yang menunjukkan adanya gejala titik api atau hot spot bisa langsung diberi peringatan dini oleh pihak terkait seperti Departemen Kehutanan dan Perkebunan agar, titik api tersebut tidak berkembang menjadi bencana kabut asap.

## BAB IV

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan uraian pada bab-bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa :

1. Bencana kabut asap disebabkan oleh pembakaran hutan, yang disengaja oleh perusahaan yang sedang membuka lahan.
2. Akibat bencana kabut asap selain merugikan kesehatan, perekonomian, transportasi, juga hilangnya biota dan ekosistem hutan.
3. Penyebab bencana kabut asap dapat dipantau dari beberapa citra penginderaan jauh seperti : Foto udara, citra satelit Landsat, SPOT dan NOAA
4. Citra NOAA merupakan citra yang murah dan cepat untuk memantau kebakaran hutan dibandingkan citra lainnya.
5. Pemanfaatan citra penginderaan jauh dapat digunakan sebagai langkah peringatan dini sebelum bencana kabut asap terjadi.

#### B. S a r a n

1. Kepada pengusaha perkebunan diharapkan tidak membuka lahan dengan cara pembakaran hutan.

2. Kepada Departemen Kehutanan dan Perkebunan agar menindak secara tegas pengusaha yang melakukan pembakaran hutan dan memberlakukan Undang-Undang Lingkungan Hidup sebaik-baiknya.
3. Kepada instansi terkait dapat memanfaatkan citra penginderaan jauh terutama citra NOAA untuk memantau wilayah yang mungkin terjadi kebakaran hutan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (1997, April 25). Kebakaran Makin Hebat - Penanganan Tetap Sama. Jakarta :Harian Kompas : halaman.
- .....(1997, April 17). Kebakaran Hutan Memusnahkan Aneka Hayati di Dalamnya. Jakarta :Harian Kompas : halaman.
- .....(1997, September 15). Hujan Buatan Mahal Tapi Menguntungkan. Jakarta : Harian Republika.
- .....(1997, September 15). Kualitas Udara Kuala Lumpur Hampir Membahayakan. Jakarta :Harian Kompas.
- .....(1997, September 18). Hasil Pantauan Satelit NOAA. Jakarta : Harian Kompas.
- .....(1997, September 28). Asap! oh Asap! Padang Haluan Minggu.
- .....(1997, Oktober 3). UULH. Perangkat Kuat Menindak Pembakar Hutan. Jakarta : Harian Kompas.
- .....(1997, Oktober 6). Diperlukan Waktu 500 tahun ! Padang : Harian Haluan.
- .....(1997, Oktober 7) Akibat Asap, Penderita Asma Naik Tiga Kali. Jakarta : Harian Kompas
- .....(1997, Oktober 15) Kerugian Kebakaran Hutan Mencapai Rp. 6,2 Triliun. Padang : Harian Haluan
- .....(1997, Oktober 17) Penderita ISPA dan Diare Meningkat. Padang : Harian Singgalang.
- .....(2000, Juli 20). Asap Tebal Mulai Menyelimuti Medan. Jakarta : Harian Kompas : halaman 10
- Attamimi, Ekram (1997, September 19) Asap Kian Pekat, Serawak Dalam Keadaan Darurat. Jakarta : Harian Republika.
- Deden Setiawan (1997, Oktober 4). Asap Sudah Sampai ke Thailand. Jakarta : Minggu Paron No. 24

- Fandeli, Chalid (1989). AMDAL, Prinsip Dasar dan Penerapannya Dalam Pembangunan. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Harjono, Ratih (1997, September 21). El-Nino Biasanya Datang Pada Waktu Natal. Jakarta : Harian Kompas.
- Ismail, Gazali (1997, Oktober 24). Asap Kabut Kajian Dari Aspek Etika Islam. Padang : Harian Singgatang
- Lillesand / Kiefer (1993). Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- Marbun, M.A (1982). Kamus Geografi. Jakarta Ghalia Indonesia
- Muehrcke, Philip C. (1978). Map Use : Reading, Analysis and Interpretation. Madison : JPW Publications
- Raisz, Erwin. (1949). General Cartography New York : Mc Graw-Hill
- Rabinson, Arthur Howard (1978). Elements of Cartography. Madison : John Wiley and Sons
- Samsudi, Subono (1997, Oktober 15) Fakta di Balik Polusi Kabut Asap. Pekanbaru : Harian Riau Pos
- Santoso, Mas Achmad (1997, September 24) Membenahi Sistem Pengawasan. Jakarta : Harian Republika
- Soesilo, Indroyono (1997, Agustus 7). Satelit NOAA Pantau Kebakaran. Jakarta : Harian Kompas
- Sumedi, TP Erry Siahaan. (1997, September) Saling Tuding Dalam Kasus Kebakaran Hutan, Jakarta : Harian Pembaruan
- Sutanto (1984) Kegunaan Citra Penginderaan Jauh Dalam Pendidikan Geografi dan Pengajaran Sekolah. Yogyakarta : Fakultas Geografi UGM
- .....(1986) Penginderaan Jauh. Jilid 1, Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- .....(1987) Penginderaan Jauh. Jilid 2 Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- Tjahja, Gunawan (1997, September 20) Kabut Asap Makin Tebal Serawak Darurat. Jakarta : Harian Kompas.
- Wolf, Paul R (1993). Elemen Fotogrametri. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.