

# PERANAN TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH DALAM MEMPERCEPAT PEROLEHAN DATA GEOGRAFIS UNTUK KEPERLUAN PEMBANGUNAN NASIONAL

Rokhmatuloh

*Departemen Geografi FMIPA Universitas Indonesia  
Kampus UI Depok 16424, Tel/Fax. (021) 7270030*

*rokhmatuloh.ssi@ui.ac.id*

## ABSTRAK

Ketersediaan data geografis atau data spasial mempunyai peran penting dalam pembangunan nasional, mulai dari perencanaan tata ruang sampai pada penentuan tingkat kerawanan bencana. Ketersediaan dan kelengkapan data yang dimiliki akan berpengaruh terhadap efisiensi dan efektifitas pembangunan, mendorong pertumbuhan ekonomi, meningkatkan kualitas pengambilan keputusan serta tersedianya platform dalam membangun e-Government. Saat ini teknologi penginderaan jauh sangat besar perannya dalam pengumpulan data geografis suatu wilayah karena jumlah satelit/sensor yang beredar di orbit relatif banyak dan proses akuisisi data dapat dilakukan dengan cepat. Keuntungan lain teknologi penginderaan jauh ini adalah kemampuannya dalam menyajikan gambaran obyek atau fenomena di permukaan bumi dengan resolusi spasial sangat detail (misalnya 60 cm pada citra QuickBird) serta kemampuan dalam menyajikan liputan wilayah (area coverage) yang cukup luas (misalnya 2.000 km<sup>2</sup> pada citra MODIS). Berbagai keuntungan ini sangat membantu proses pengumpulan dan revisi data geografis yang sangat diperlukan dalam pembangunan nasional Indonesia yang wilayahnya cukup luas.

**Key Words:** Data geografis, pembangunan nasional, penginderaan jauh, akuisisi data.

## KEBUTUHAN DATA GEOGRAFIS UNTUK PEMBANGUNAN NASIONAL

Pada masa kini kebutuhan data dan informasi geografis makin nyata di dalam negara yang sedang membangun seperti Indonesia. Ketersediaan data ini mempunyai peran penting dalam pembangunan nasional, mulai dari perencanaan tata ruang sampai pada penentuan tingkat kerawanan bencana. Ketersediaan dan kelengkapan data yang dimiliki akan berpengaruh terhadap efisiensi dan efektifitas pembangunan, mendorong pertumbuhan ekonomi, meningkatkan kualitas pengambilan keputusan serta tersedianya platform dalam membangun e-Government.

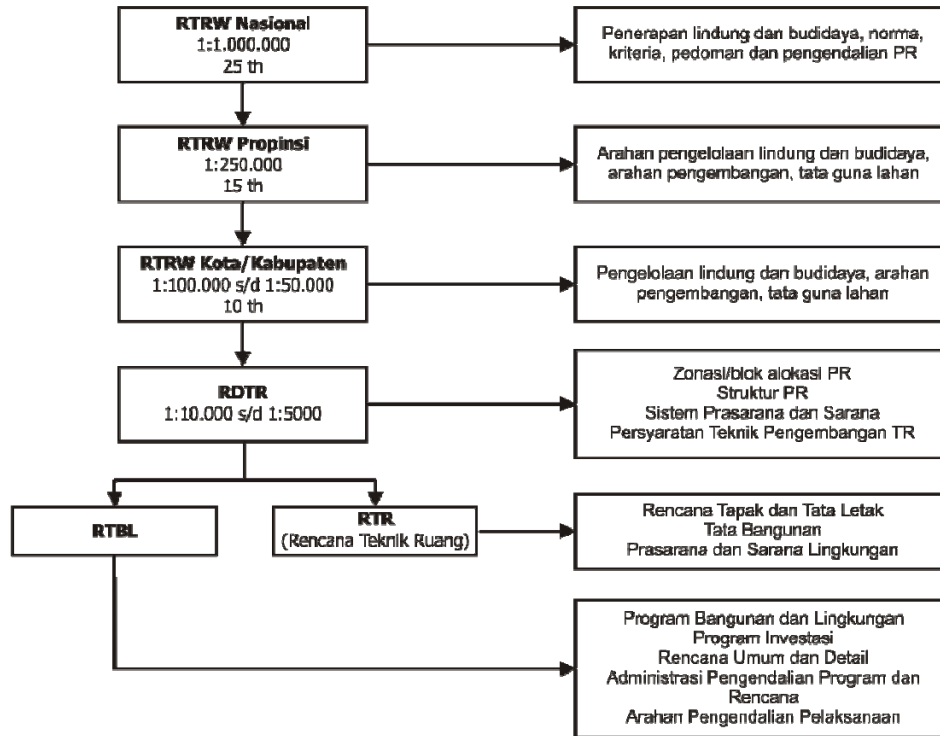
Pembangunan nasional merupakan rangkaian upaya pembangunan yang berkesinambungan dan dilaksanakan merata di seluruh wilayah Indonesia. Di dalam penyelenggaraan pembangunan nasional terdapat faktor dominan yang harus diperhatikan agar tercapai sasaran pembangunan nasional. Kependudukan, luas wilayah dan sebaran sumber daya alam merupakan faktor dominan pembangunan yang memegang peran penting untuk keberhasilan pembangunan nasional. Pada era penguatan otonomi daerah sebagaimana yang kita alami saat ini, kebutuhan ketiga data geografis ini semakin meningkat sehingga dituntut adanya metode yang cepat untuk perolehan data tersebut.

Sistem perencanaan pembangunan sebagaimana tercantum dalam Undang-Undang Nomor 25 Tahun 2004 menyebutkan bahwa seluruh kegiatan pembangunan haruslah direncanakan berdasarkan data dan informasi yang akurat serta dapat dipertanggungjawabkan. Pengertian data dan informasi dalam Undang-Undang ini mencakup baik data spasial atau data geografis yaitu data yang memiliki atribut keruangan atau koordinat geografis dan data aspaspial baik dalam bentuk tabel, chart, deskripsi dan lain-lain. Pentingnya data dan informasi (baik spasial maupun aspaspial) ditegaskan kembali di dalam undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 dengan penekanannya diletakkan pada kewajiban pemerintah daerah untuk membangun sistem informasi daerah yang terintegrasi secara nasional. Pembangunan sistem informasi yang terintegrasi ini dimaksudkan agar pelaksanaan pembangunan daerah dilakukan secara terencana dan mengakomodasi semua rencana pembangunan untuk masing-masing sektor dan bidang.

Pada tahun 2007, Pemerintah kembali mengeluarkan payung hukum yang jelas tentang peranan data dan informasi geografis (aspek wilayah) yang perlu dimasukkan ke dalam kerangka pembangunan di seluruh tingkatan pemerintahan. Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2007 tentang RPJP (Rencana Pembangunan Jangka Panjang) Nasional 2005-2025 menegaskan bahwa 33 provinsi dan lebih dari 500 kabupaten/kota yang ada saat ini harus mengintegrasikan rencana tata ruangnya ke dalam perencanaan pembangunan daerahnya masing-masing. Rencana pembangunan dijabarkan dan disinkronkan ke dalam rencana tata ruang (RTR) yang konsisten, baik materi maupun jangka waktunya dan kemudian rencana tata ruang ini digunakan sebagai acuan kebijakan di setiap sektor, lintas sektor, maupun wilayah agar pemanfaatan ruang dapat sinergis, harmonis, serasi, berkelanjutan dan dampak negatif terhadap lingkungan dapat dihindari. Rencana umum tata ruang (RUTR) disusun berdasarkan pendekatan wilayah administratif dengan muatan substansi mencakup rencana struktur ruang dan rencana pola ruang. Disamping itu rencana rinci tata ruang disusun berdasarkan pendekatan nilai strategis kawasan dan/atau kegiatan kawasan dengan muatan substansi yang dapat mencakup hingga penetapan blok dan sub-blok peruntukkan.

Penyusunan tata ruang berisi hirarki penyusunan tata ruang mulai dari tingkat propinsi sampai tingkat kecamatan. Rencana Tata Ruang sendiri terdiri atas Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional (RTRW-N), Rencana Tata Ruang Provinsi (RTRW-P) dan Rencana Tata Ruang Kabupaten (RTRW-K). Di dalam RTRW-K masih ada Rencana Rinci Tata Ruang Wilayah Kecamatan (RRTRWK) yang kemudian dijabarkan lagi dalam bentuk Lembar Rencana

Kota (LRK), sebagai acuan dalam penerbitan advice planning untuk pelayanan masyarakat. Gambar 1 memperlihatkan keterkaitan penataan ruang pada tingkat nasional, provinsi dan kabupaten/kota secara fungsi dan administrasi. Mengingat rencana tata ruang mengandung informasi geografis dari rencana pembangunan daerah dan bagian dari pembangunan nasional, ketiga tingkatan (RTRW-N, RTRW-P dan RTRW-K) mempunyai hubungan keterkaitan satu sama lain serta dijaga konsistensinya baik dari segi substansi maupun operasionalisasinya.



**Gambar 1.** Keterkaitan Penataan Ruang Baik Pada Tingkat Nasional, Provinsi dan Kabupaten/Kota Secara Fungsi Dan Administrasi

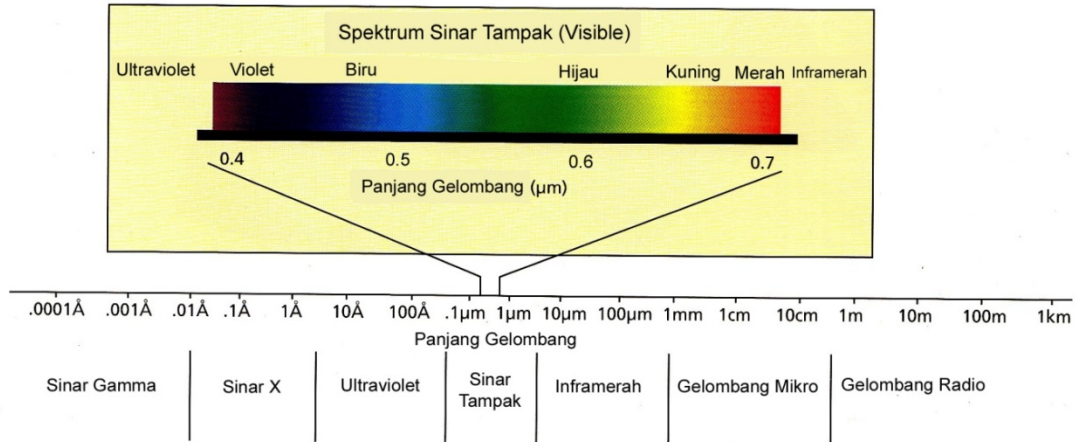
Di dalam RPJM (Rencana Pembangunan Jangka Menengah) 2010-2014, upaya pengembangan data dan informasi geografis dituangkan ke dalam strategi pengembangan data dan informasi geografis sebagai berikut:

- Strategi untuk meningkatkan koordinasi kegiatan survei dan pemetaan nasional,
- Strategi untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas data dan informasi spasial,
- Strategi untuk meningkatkan akses data dan informasi, dan
- Strategi untuk meningkatkan sumber daya manusia di bidang survei dan pemetaan.

## 1. TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH UNTUK PEROLEHAN DATA GEOGRAFIS

### 1.1 Pengertian dan Perkembangan Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi obyek, daerah atau fenomena, yang dianalisa menggunakan data yang diperoleh dari alat perekam dengan tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah atau fenomena yang dikaji tersebut (Lillesand et al, 2005). Panjang gelombang yang digunakan dalam penginderaan jauh dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) bagian sesuai dengan daerah panjang gelombangnya, yaitu (a) Gelombang sinar tampak dan infra merah (*visible and infrared*), (b) Gelombang infra merah panas (*thermal infrared*), dan (c). Gelombang mikro (*microwave*) (lihat Gambar 2). Gambar 3 menjelaskan proses secara umum dan elemen-elemen yang terkait pada penginderaan jauh elektromagnetik. Ada dua proses utama yang berlangsung yaitu perolehan data (*data acquisition*) dan analisa data (*data analysis*). Elemen untuk perolehan data terdiri dari sumber energi (a), perambatan energi melalui atmosfer (b), interaksi energi dengan obyek permukaan bumi (c), pengiriman balik energi melalui atmosfer (d), sensor pesawat terbang/wahana ruang angkasa (e) dan hasil rekaman sensor dalam bentuk pictorial/dijital (f). Proses analisa data (g) meliputi pemeriksaan data pictorial/dijital menggunakan peralatan pengamatan dan interpretasi. Data referensi untuk daerah atau fenomena yang dikaji (misalnya peta tanah, statistik hasil panen atau data pengecekan lapangan) digunakan dalam membantu proses analisa yang dilakukan. Dengan bantuan data referensi ini, seorang analis mendapatkan informasi tentang tipe, besaran, lokasi dan kondisi berbagai macam objek geografis yang terekam dalam sensor penginderaan jauh. Informasi ini, baik dalam bentuk peta, tabel atau file digital, kemudian digabungkan (h) dengan informasi lain dalam sistem informasi geografis (SIG) untuk menghasilkan informasi baru yang dapat dimanfaatkan oleh pengguna dalam proses pengambilan keputusan (i).

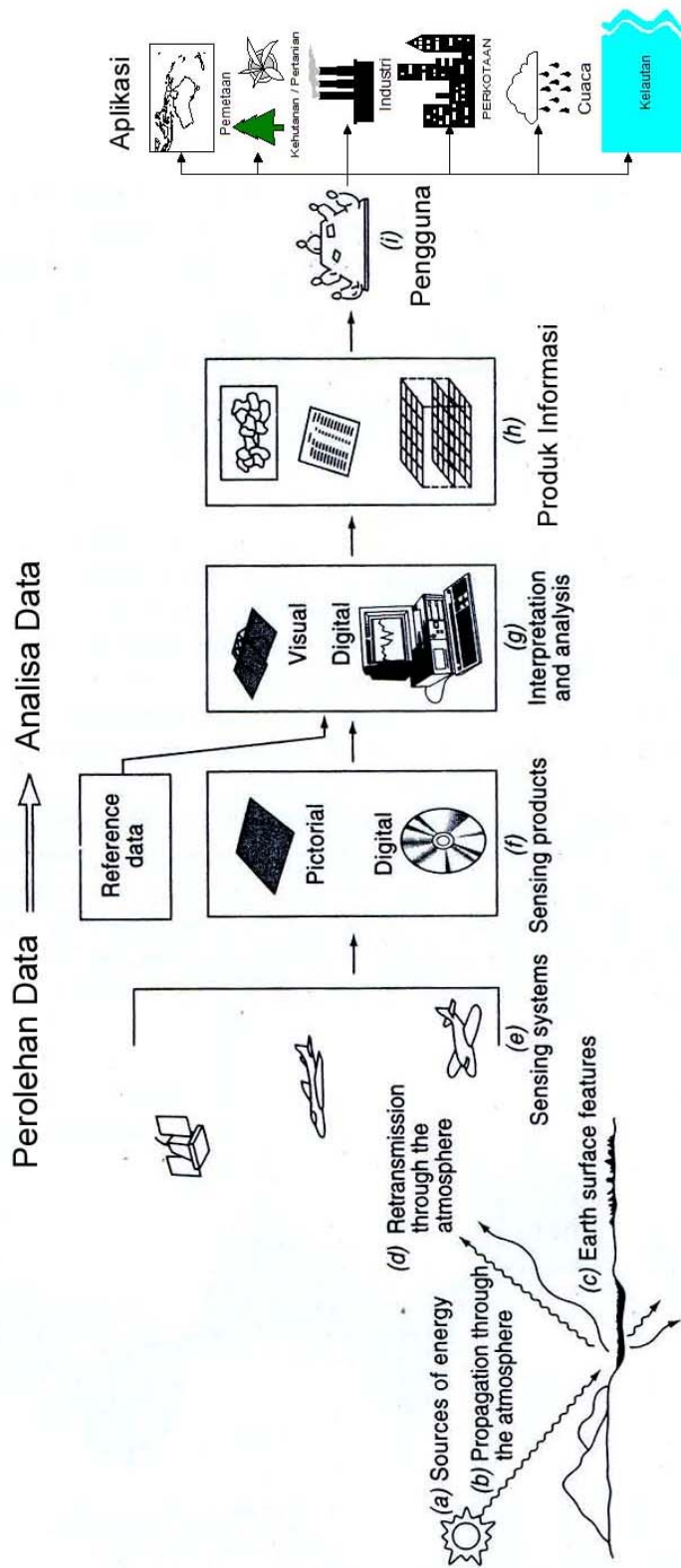


**Gambar 2.** Panjang gelombang elektromagnetik yang digunakan pada sistem penginderaan jauh mulai dari panjang gelombang sinar tampak sampai pada panjang gelombang mikro (Sumber: Aronoff, 2006)

Perkembangan penginderaan jauh saat ini ditandai oleh berbagai kemajuan dalam bidang sensor, pengolahan data dan aplikasinya. Dalam bidang sensor perkembangan itu ditandai oleh makin detailnya informasi spasial yang dapat direkam (resolusi spasial makin tinggi), dan banyaknya jumlah spektrum panjang gelombang yang dapat direkam (resolusi spektral makin tinggi). Makin tinggi resolusi spasial akan makin memudahkan identifikasi obyek dari sebuah data penginderaan jauh sehingga makin banyak informasi geografis yang bisa dihasilkan. Sementara itu semakin tinggi resolusi spektral akan makin meningkatkan kemampuan membedakan obyek yang satu dengan yang lain. Tabel 1 menampilkan gambaran resolusi spasial data penginderaan jauh, sedangkan Tabel 2 menampilkan berbagai aplikasi yang dapat dilakukan dengan memanfaatkan salah satu data penginderaan jauh yang direkam oleh satelit Landsat. Disamping 2 (dua) resolusi spektral tadi, dalam penginderaan jauh dikenal juga resolusi temporal yang menunjukkan frekuensi perulangan perekaman data, misalnya 16 hari untuk satelit Landsat dan 1 sampai 2 hari untuk sensor MODIS. Gambar 4 menampilkan perbedaan ketiga resolusi yang telah disebutkan di atas.

Tabel 1. Resolusi spasial dan area coverage data penginderaan jauh dari berbagai satelit/sensor

Satelit/ Sensor	Saluran Spektral ( $\mu\text{m}$ )	Resolusi Spasial	Area Covergae	Perekaman Ulang
<b>MODIS</b> V/NIR SWIR TIR	Saluran 1 – 4 & Saluran 8 - 19 (0,41 – 0,97) Saluran 5 – 7 & Saluran 26 (1,23 – 2,156) Saluran 20 – 25 & Saluran 27 – 36 (3,66 – 14,39)	a. 250 m (band 1 & band 2) b. 500 m (band 3 – band 7) c. 1 Km (band 8 – band 36)	2.330 Km	1 – 2 hari
<b>SPOT</b> HRV/XS (Multispektral) HRV/P (Pankromatik)	Saluran 1 0,50 – 0,59 Saluran 2 0,61 – 0,68 Saluran 3 0,79 – 0,89 0,51 – 0,73	20 m 10 m	60 km	26 hari
<b>Landsat 4-5</b> TM	Saluran 1 – 5 ( 0,45 – 1,75) Saluran 7 2,08 – 2,35 Saluran 6 10,40 – 12,50	30 m 30 m 120 m	185 km	16 hari
<b>Landsat 7</b> ETM	Saluran 1 - 5 (0,45 – 1,75) Saluran 7 2,08 – 2,35 Saluran 6 10,40 – 12,50 PAN 0,50-0,90	30 m 30 m 60 m 15 m	185 km	16 hari
<b>ASTER</b> V/NIR SWIR TIR	Saluran 1 – 3 (0,52 - 0,86) Saluran 4 - 9 (1,60 – 2,43) Saluran 10 – 14 ( 8,13 – 11, 65)	15 m 30 m 60 m	60 x 60 km	1 – 16 hari
<b>ALOS</b> PRISM PALSAR AVNIR-2	0.52 – 0.77 1270 Mhz (L-Band) Saluran 1 - 4 (0,42 – 0,89)	2,5 m 10 m 10 m	35 km 70 km 70 km	1 – 3 hari
<b>Quickbird</b> Panchromatic Multispectral	Saluran 1 0,45 – 0,90 Saluran 0,45-0,52; 0,52-0,60; 0,63-0,69; 0,76-0,90	61 c m 2,44 m	16,5 km	1 – 3,5 hari (tergantung lintang)
<b>Ikonos</b> Panchromatic VIS / NIR TIR	Saluran 1 0,45 – 0,90 Saluran 0,45-0,52; 0,52-0,60; 0,63-0,69; 0,76-0,90	1 m	11 km	3 hari (pada lintang 40° )



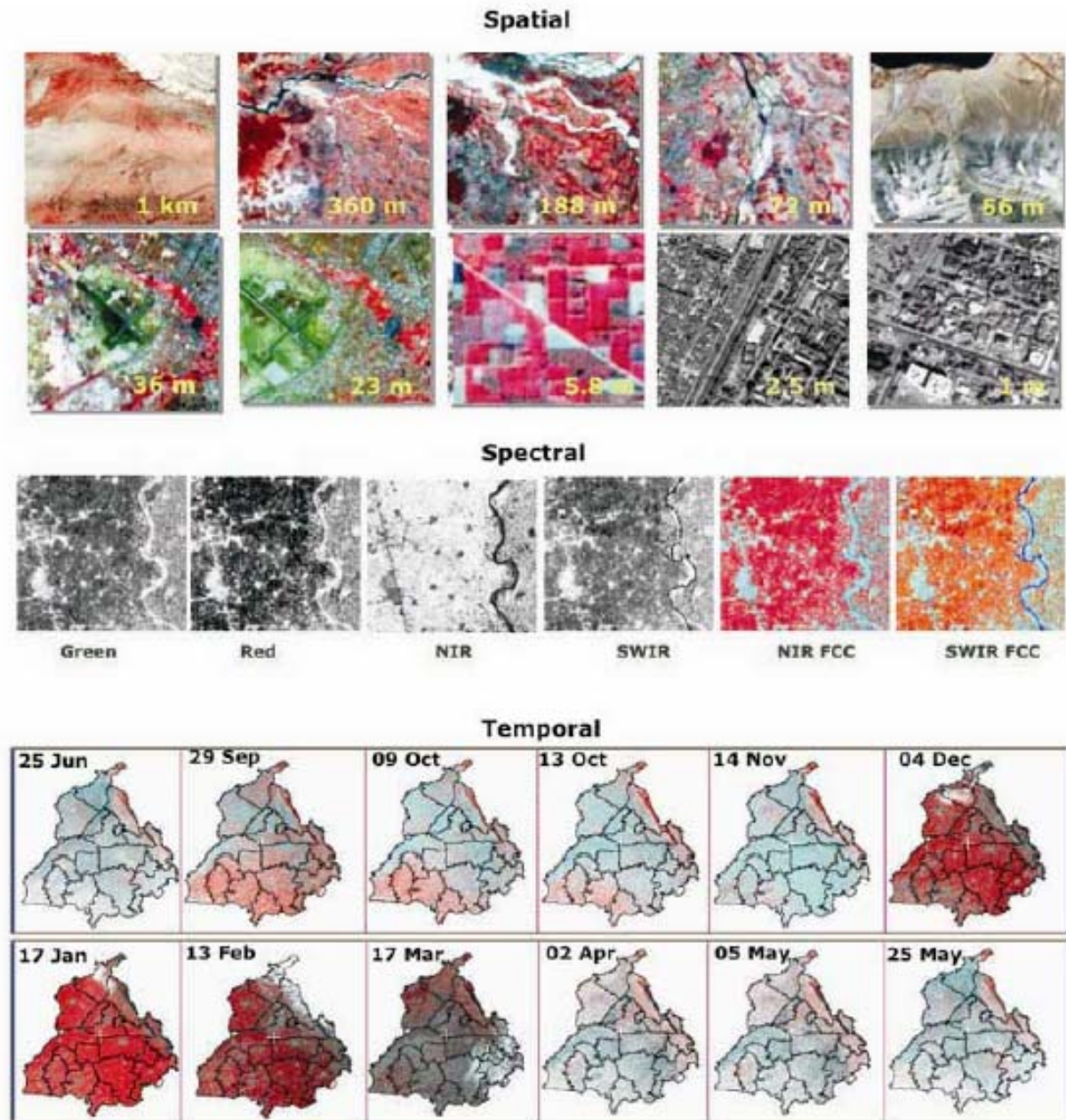
Gambar 3. Proses dan elemen-elemen dalam penginderaan jauh (Sumber: Aronoff, 2006)

**Tabel 2.** Berbagai aplikasi yang dapat dilakukan menggunakan data Landsat

<b>Band</b>	<b>Panjang Gelombang (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Nama Band</b>	<b>Aplikasi</b>
1	0,45 – 0,515	Biru	Pemetaan perairan pantai, identifikasi vegetasi dan tanah, pemetaan jenis hutan dan identifikasi obyek budaya
2	0,525 – 0,605	Hijau	Identifikasi vegetasi dan obyek budaya serta kajian kesehatan vegetasi
3	0,63 – 0,69	Merah	Identifikasi species vegetasi dan obyek budaya
4	0,75 – 0,90	Infra merah Dekat	Identifikasi jenis vegetasi, kesehatan dan kandungan biomassa, delineasi badan air (water bodier) serta tingkat kelembaban tanah
5	1,55 – 1,75	Infra merah Menengah	Identifikasi tingkat kelembaban vegetasi dan tanah serta pemisahan salju dengan awan
6	10,4 – 12,5	Infra merah Thermal	Identifikasi tingkat stress vegetasi, kelembaban tanah dan pemetaan thermal
7	2,08 – 2,35	Infra merah Menengah	Identifikasi mineral dan batuan serta tingkat kelembaban vegetasi

Catatan: a. 79 m untuk Landsat-1 dan 82 m untuk Landsat 4 dan 5  
b. Gagal setelah peluncuran (band 8 Landsat 3)  
(Sumber: Lillesand et al., 2005)





**Gambar 4.** Perbedaan antara resolusi spasial (atas), resolusi spektral (tengah) dan resolusi temporal data penginderaan jauh (Sumber: Navalgund et al., 2007)

## 1.2 Ekstraksi Data Geografis

Data geografis yang berasal dari data penginderaan jauh untuk penyusunan tata ruang harus disesuaikan dengan keperluan perencanaan tata ruangnya, resolusi spasial yang tinggi akan mampu menyajikan data geografis secara terperinci. Selain itu dalam penyusunan tata ruang dibutuhkan ketersediaan data geografis yang akurat, periodik dan rinci sesuai dengan tujuan tata ruang itu sendiri. Tersedianya informasi spasial yang ideal untuk mendukung seluruh ruang lingkup analisis penyusunan tata ruang harus ditutupi dengan pemanfaatan data satelit penginderaan jauh yang kemudian dapat dikombinasikan dengan data spasial lainnya melalui pendekatan SIG. Berbagai keuntungan yang dimiliki oleh data penginderaan jauh sangat membantu proses pengumpulan dan revisi data geografis yang sangat diperlukan dalam pembangunan nasional Indonesia yang wilayahnya cukup luas. Tabel 3 di bawah ini menyajikan berbagai sumber data geografis yang dapat dikumpulkan dari data penginderaan jauh. Pada tabel ini sumber data penginderaan jauh yang digunakan hanya mencakup beberapa satelit/sensor yang ada saat ini di dunia. Satelit/sensor yang ada saat ini jumlahnya mencapai ratusan sehingga tidak semua disebutkan dalam makalah ini (daftar lengkap jumlah satelit/sensor dapat dilihat pada website-website seperti USGS Amerika, CCRS Canada, ITC Netherland, dan lain-lain).

Berbagai aplikasi lain yang terkait dengan pengumpulan data dan informasi geografis baik di darat maupun di laut yang akan dikembangkan dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini. Pengembangan ini dilakukan baik oleh gabungan antar negara (misalnya ESA-European Space Agency dan CBERS – China & Brazil), maupun secara sendiri-sendiri tanpa kerja sama dengan pihak lain (misalnya NASA USA, JAXA Japan, dan CCRS Canada).

### **RINGKASAN**

Pada masa kini kebutuhan data dan informasi geografis makin nyata di dalam negara yang sedang membangun seperti Indonesia. Perkembangan penginderaan jauh saat ini ditandai oleh berbagai kemajuan dalam bidang sensor, pengolahan data dan aplikasinya. Dalam bidang sensor perkembangan itu ditandai oleh resolusi spasial makin detil dan resolusi spektral makin tinggi. Data dan informasi geografis yang dapat dikumpulkan dari data penginderaan jauh sangat bervariasi mulai dari data posisi tempat, land use/land cover, kependudukan, atmosfer,

tanah, vulkanologi, perairan sampai data yang terkait dengan atmosfer dan fenomena alam lain. Berbagai keuntungan yang dimiliki oleh data penginderaan jauh sangat membantu proses pengumpulan dan revisi data geografis yang sangat diperlukan dalam pembangunan nasional Indonesia yang wilayahnya cukup luas.

**Tabel 3.** Sumber data geografis yang diperoleh dari data penginderaan jauh yang berasal dari satelit/sensor yang ada saat ini di dunia

<b>Data Geografis</b>	<b>Sumber Data Penginderaan Jauh yang Digunakan</b>
Posisi tempat (dalam lintang dan bujur)	Foto udara, Landsat TM/ETM+, SPOT, KVR-1000 Rusia, IRS-1CD, ATLAS, Radarsat, ERS-1 &2, IKONOS, MODIS, ASTER, QuickBird, WorldView, GeoEye
Tofografi dan Batimetri	Foto udara, Landsat TM/ETM+, SPOT, LIDAR, Radarsat, IRS-1CD, IKONOS, QuickBird
Land Use/Land Cover	Foto udara, Landsat TM, ETM+, SPOT, IRS-1CD, IKONOS, MODIS, ASTER, QuickBird, WorldView, GeoEye
Suhu Permukaan	GOES, SeaWiFS, AVHRRR, Landsat TM, ETM+, Deadalus, ATLAS, ASTER, MODIS
Kelembaban Tanah	ALMAZ, Landsat TM/ETM+, ERS-1,2, Radarsat, IKONOS, ASTER,
Kekasaran Permukaan	Foto udara, ALMAZ, ERS-1,2, Radarsat, IKONOS, ASTER,
Evapotranspirasi	AVHRR, Landsat TM, ETM+, SPOT, MODIS, ASTER
Kondisi Atmosfer	GOES, MODIS, MISR, CERES, MOPIT
Kondisi Perairan	TOPEX/POSEIDON, SeaWiFS, Landsat ETM+, IKONOS, MODIS, MISR, ASTER, CERES, QuickBird
Vulkanologi	ATLAS, MODIS, MISR, ASTER

Tabel 4. Kebutuhan satelit/sensor penginderaan jauh untuk berbagai aplikasi yang terkait dengan kebumihan dan perairan pada masa mendatang

Application area	Sensor requirement	Specifications	Possible applications
Land	High spatial and temporal resolution multispectral	4 bands in VNIR–SWIR; resolution: 20–30 m, 5 day repetivity, >700 km swath	Multiple crop forecasting
	High temporal and moderate spatial resolution sensor	VNIR, SWIR, MIR and TIR bands, Resolution: 50–100 m (VNIR), 250–500 m (TIR), Daily repetivity, wide swath ~1000 km	Regional vegetation monitoring; parameter retrieval
	Very high spatial resolution pan	Panchromatic, resolution: <40 cm, ~8 km swath, spot imaging stereo pairs	1 : 1000 scale mapping, urban and local area planning, facility management, city 3-D modelling
	Hyper-spectral sensors	Large number of narrowbands (0.4–2.5 $\mu$ m), ~10 nm bandwidth, 20–30 m resolution, 20–25 day repetivity	Applications in forestry, agriculture, coastal zone and inland waters, soil, geology
	Atmospheric corrector	Coarse resolution (500 m); 4 bands (485, 940, 1625, 2100 nm).	Need for simultaneous measurement along with other multi-spectral sensors for atmospheric correction
Ocean	Synthetic aperture radar (SAR)	Dual frequency (L and C band) polarimetric system	Crop monitoring, soil moisture, tree canopy
	Scatterometer	Spatial resolution: 25 km (open), 1 km (coast); temporal resolution: 6 hourly	Wind speed and direction, sea ice
	Altimeter	Spatial: 3 km; 50–100 km (coast); temporal: daily	Sea level, wave height
	Thermal sensor	Bands at 11 and 12 $\mu$ m; spatial resolution ~1 km and NEDT ~0.05 K	Sea surface temperature
	Synthetic aperture radar (SAR)		Bathymetry, wave-spectra, wave height
	Salinity sensor	Frequency: 1 GHz; spatial resolution: 50 km (open)	Ocean salinity
	Ocean colour monitor	12 bands between 400 and 1100 nm; 300 m spatial and daily temporal resolution	Retrieval of ocean bio-geo-chemical parameters; atmospheric correction

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aronoff, S. 2006. Remote sensing for GIS managers, ESRI Press, Redlands, California.
- [2] Jensen, J. R. 1996. Introductory Digital Image Processing, 3<sup>rd</sup> edition. Prentice Hall. New Jersey.
- [3] Lillesand T.M., Kiefer R.W., and Chipman J.W., 2005, Remote Sensing and Image Interpretation, 5th edition, John Wiley & Sons, Singapore.
- [4] Navalgund R.R., Jayaraman, V., and Roy, P.S, 2007, Remote sensing applications: An overview. *Current Science*, **93**(12), pp. 1747-1766.

[KEMBALI KE DAFTAR ISI](#)