



BUKU AJAR PENGINDRAAN JAUH UNTUK PERTANIAN



Mujiono S.Pd.,M.Si

**PENGINDRAAN JAUH
UNTUK PERTANIAN**

Undang-undang Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta

Lingkup Hak Cipta

Pasal 2

1. Hak Cipta merupakan hak eksklusif bagi Pencipta atau Pemegang Hak Cipta untuk mengumumkan atau memperbanyak Ciptaannya, yang timbul secara otomatis setelah suatu ciptaan dilahirkan tanpa mengurangi pembatasan menurut peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Ketentuan Pidana

Pasal 27

1. Barang siapa dengan sengaja atau tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara paling singkat 1 (satu) bulan dan atau denda paling sedikit Rp. 1.000.000,00 (Satu Juta Rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan atau denda paling banyak Rp. 5.000.000.000,00 (Lima Miliar Rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan atau denda paling banyak Rp. 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

PENGINDRAAN JAUH UNTUK PERTANIAN

MUJIONO, S. Pd., M. Si



Pengindraan Jauh Untuk Pertanian

© 2019, El-Markazi

x + 14,8 cm X 25 cm

Cetakan Pertama, November 2019

Penulis : Mujiono, S. Pd., M. Si

ISBN : 978-623-7207-76-4

Desain Sampul dan Tata Letak : El-Markazi

Penerbit

Elmarkazi

Jl. RE. Martadinata No. 43

Pagar Dewa Kota Bengkulu

Telp. (0736) 5513101

HP. 081-222-545-512

www.elmarkazi.com

www.elmarkazistore.com

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak dan menterjemahkan sebagian atau seluruh isi tanpa izin tertulis dari penerbit.

PERSEMBAHAN

Buku ajar ini dipersembahkan kepada ;

Istriku, Meri Gustiana, S. Pd semoga terus sabar dan tetap menjadi shalihah

Anakku, Maryam Hasna Adiba si kecil yang selalu membuat kelucuan. Semoga jadi anak shalih ya nak, aamiin

Kedua orangtua ku, Bapak Rejo Maryono dan Ibu Martinah. Terimakasih sudah mengantarkanku menjadi seperti sekarang ini. Semoga Allah membalas semua kebaikan kalian, aamiin

Barakallah

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah Swt atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga Buku Ajar “Pengindraan Jauh Untuk Pertanian” telah dapat diselesaikan. Buku ini memuat materi dasar penginderaan jauh dan bersifat umum. Dalam buku ini juga dilengkapi dengan latihan soal dan diskusi yang digunakan sebagai bahan evaluasi disetiap sub bab-nya.

Kami menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan buku ajar ini. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan kritik dan saran demi perbaikan dan kesempurnaan buku ajar ini.

Kami mengucapkan terima kasih kepada DRPM Ristekdikti, L2Dikti Wilayah II, dan LPPM Universitas Dehasen serta berbagai pihak yang telah membantu proses penyelesaian buku ajar ini. Semoga buku ajar ini dapat membantu kegiatan belajar, khususnya bagi para peserta didik.

Bengkulu, 23 Oktober 2019

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii

BAB 1 RUANG LINGKUP

1. 1 Definisi	1
1. 2 Sejarah Perkembangan	2
1. 3 Pengindraan Jauh di Indonesia	4
1. 4 Latihan Soal	7

Daftar Pustaka

BAB 2 KOMPONEN DAN TEKNIK PENGUMPULAN DATA

2. 1 Sumber Tenaga	
2. 1. 1 Sistem aktif	10
2. 1. 2 Sistem pasif	10
2. 2 Interaksi di Atmosfer	11
2. 3 Interaksi Tenaga dengan Objek	12
2. 4 Sensor dan Wahana	13
2. 5 Perolehan Data	15
2. 6 Pengguna Data	15
2. 7 Teknik Pengumpulan Data	17
2. 8 Latihan Soal	17

Daftar Pustaka

BAB 3 KEUNGGULAN DAN KETERBATASAN

3. 1 Keunggulan	19
3. 2 Keterbatasan	21
3. 3 Latihan Mandiri	21

Daftar Pustaka

BAB 4 INTERPRETASI MANUAL

4. 1 Unsur Interpretasi	23
4. 2 Diskusi Kelompok	26

Daftar Pustaka

BAB 5 TEKNIK INTERPRETASI MANUAL

5. 1 Teknik Interpretasi Manual	28
5. 2 Konvergensi Bukti	29
5. 3 Uji Akurasi Hasil Interpretasi	30
5. 4 Diskusi Kelompok	31

Daftar Pustaka

BAB 6 INTERPRETASI CITRA DIGITAL

6. 1 Interpretasi Citra Secara Digital	33
6. 2 Pra Pengolahan	34
6. 3 Koreksi Radiometrik	35
6. 4 Koreksi Geometrik	35
6. 5 Komposit Citra	36
6. 6 Penajaman Citra	38
6. 7 Klasifikasi Citra	39
6. 8 Uji Akurasi Hasil Klasifikasi	39

6.9 Latihan Soal	41
------------------------	----

Daftar Pustaka

BAB 7 CITRA SATELIT RESOLUSI RENDAH

7.1 Citra NOAA	44
7.2 Citra MODIS Terra - Aqua	46
7.3 Citra GMS	48
7.4 Citra HCMM	51
7.5 Pilihan Ganda	53

Daftar Pustaka

BAB 8 CITRA SATELIT RESOLUSI MENENGAH

8.1 Citra Landsat	57
8.2 Citra SPOT	60
8.3 Citra Terra - ASTER	63
8.4 Citra Resourcesat-1 (IRS-P6)	65
8.5 Citra JERS-1	67
8.6 Citra ERS-SAR	68
8.7 Citra Sentinel	69
8.8 Latihan Soal	72

Daftar Pustaka

BAB 9 CITRA SATELIT RESOLUSI TINGGI

9.1 Citra IKONOS	75
9.2 Citra ALOS	77
9.3 Citra Worldview	79
9.4 Citra Quickbird	82

9. 5 Latihan Soal	84
-------------------------	----

Daftar Pustaka

BAB 10 IMPLEMENTASI INDRAJA UNTUK PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN

Studi kasus : “ <i>Model Spasial Perubahan Penggunaan Lahan Sawah Untuk Mendukung Kebijakan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan</i> ”	86
---	----

10. 1 Latar belakang	86
----------------------------	----

10. 2 Metodologi	87
------------------------	----

10. 3 Pembahasan	90
------------------------	----

Daftar Pustaka

BAB 11 IMPLEMENTASI INDRAJA UNTUK KELEMBAPAN TANAH

Studi kasus : “ <i>Kajian Pemanfaatan Data ALOS PALSAR Dalam Pemetaan Kelembapan Tanah</i> ”	99
---	----

11. 1 Latar Belakang	99
----------------------------	----

11. 2 Metodologi	100
------------------------	-----

11. 3 Pembahasan	101
------------------------	-----

Daftar Pustaka

BAB 12 IMPLEMENTASI INDRAJA UNTUK ANALISIS LAHAN KRITIS

Studi kasus : “ <i>Analisis Lahan Kritis Berdasarkan Kerapatan Tajuk Pohon Menggunakan Citra Sentinel 2</i> ”	104
12. 1 Latar Belakang	104
12. 2 Metodologi	105
12. 3 Pembahasan	107

Daftar Pustaka

BAB 13 IMPLEMENTASI INDRAJA UNTUK KANDUNGAN HARA TANAMAN

Studi kasus : “ <i>Pengaruh Resolusi Spasial Citra Terhadap Hasil Pemetaan Kandungan Hara Nitrogen Perkebunan Karet</i> ”	111
13. 1 Latar Belakang	111
13. 2 Metodologi	113
13. 3 Pembahasan	115

Daftar Pustaka

GLOSARIUM	120
------------------------	-----

INDEKS	128
---------------------	-----

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1	Sejarah Perkembangan Pengindraan Jauh	3
Tabel 2. 1	Pengguna data berdasarkan sektornya	16
Tabel 6. 1	Perbedaan Karakteristik Interpretasi Citra Secara Manual dan Digital	34
Tabel 7. 1	Spesifikasi citra NOAA dan Penggunaannya	45
Tabel 7. 2	Band (saluran) dan aplikasinya	47
Tabel 7. 3	Spesifikasi Kanal dan Pemanfaatannya	50
Tabel 8. 1	Kanal Citra Landsat 4, 5 TM, 7 ETM+ dan 8 OLI	60
Tabel 8. 2	Saluran (band) SPOT dan Aplikasinya	62
Tabel 8. 3	Spesifikasi Citra ASTER	64
Tabel 8. 4	Karakteristik Sentinel 1A	70
Tabel 8. 5	Karakteristik Sentinel 2A	71
Tabel 9. 1	Resolusi Spektral citra IKONOS	77
Tabel 9. 2	Resolusi Spektral citra Quickbird	83
Tabel 11. 1	Rincian Kelembapan Tanah	101
Tabel 13. 1	Indeks vegetasi yang digunakan dalam estimasi kandungan hara nitrogen (1)	113
Tabel 13. 2	Indeks vegetasi yang digunakan dalam estimasi kandungan hara nitrogen (2)	114

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Stasiun Bumi Satelit Pengindran Jauh dan SDA	5
Gambar 1. 2	Satelit Yang Dimiliki LAPAN	6
Gambar 2. 1	Pengindraan Jauh Sistem Pasif dan Aktif ...	10
Gambar 2. 2	Spektrum Elektromagnetik yang Digunakan Dalam Indraja	11
Gambar 2. 3	Interaksi tenaga elektromagnetik dan objek	12
Gambar 2. 4	Klasifikasi Wahana Berdasarkan Ketinggian	14
Gambar 4. 1	Unsur Interpretasi Citra	24
Gambar 5. 1	Contoh Konvergensi Bukti Lahan Terbuka (Endapan)	29
Gambar 6. 1	True and False Colur pada Landsat 7	37
Gambar 6. 2	Penajaman resolusi spasial citra dari 30 meter menjadi 15 meter	38
Gambar 7. 1	Kondisi Atmosfer di Pasifik Bagian Timur	46
Gambar 7. 2	Citra MODIS Klorofil-a dan Suhu Permukaan Laut	48
Gambar 7. 3	Area Yang Terekam Oleh Satelit GMS	49
Gambar 7. 4	Contoh Tampilan Satelit GMS 16 Oktober 2019	51

Gambar 7. 5	Perbandingan Kenampakan citra HCMM dengan Landsat	52
Gambar 8. 1	Citra Landsat 1 sampai dengan Citra Landsat 6	59
Gambar 8. 2	Citra Satelit SPOT 6 (1, 5 m) Sebagian Kawasan Semarang, Indonesia	63
Gambar 8. 3	Citra ASTER Pertambangan di Escondida	65
Gambar 8. 4	Citra Resourcesat 1 (LISS-III) Ahmedabad, India	66
Gambar 8. 5	Citra JERS-1 Taranaki, Selandia Baru	67
Gambar 8. 6	Citra ERS SAR 11 November 1994	69
Gambar 8. 7	Kenampakan Citra Satelit Sentinel	71
Gambar 9. 1	Citra Satelit IKONOS	76
Gambar 9. 2	Kondisi Anak Krakatau Pasca Erupsi	78
Gambar 9. 3	Citra Satelit Worldview, Persawahan di Shanggaji, China	80
Gambar 9. 4	Citra Satelit Worldview, Salah satu pesisir di Sulawesi	81
Gambar 9. 5	Citra Worldview – 3 pohon masih hidup (kiri) dan pohon sudah mati (kanan).....	82
Gambar 9. 6	Citra Quickbird Lahan Pertanian	84
Gambar 10. 1	Model Transisi Perubahan Suatu Sel	89
Gambar 10. 2	Contoh Model Cellular Automata dari/Kombinasi Beberapa Ahli	90

Gambar 10. 3	Nilai Akurasi (Overall Accuracy) Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan Tahun 2019	91
Gambar 10. 4	Luas Perubahan Lahan Sawah di Kab. Seluma	92
Gambar 10. 5	Iterasi Transisi Potensial pada Sub Model Lahan “Sawah”	94
Gambar 10. 6	Peta Perubahan Lahan Sawah di Kab. Seluma	96
Gambar 11. 1	Distribusi Kelembapan Tanah dari Citra ALOS – PALSAR	102
Gambar 12. 1	Lahan Kritis di Kawasan Hutan Lindung	108
Gambar 12. 2	Lahan Kritis di Kawasan Budidaya Pertanian	109
Gambar 13. 1	Peta Model Klasifikasi Kandungan Hara Nitrogen	116

BAB 1

RUANG LINGKUP

Capaian Pembelajaran Perkuliahan
Mengetahui dan memahami pengindraan jauh mulai dari definisi hingga perkembangannya di Indonesia
Indikator
1. Menjelaskan definisi pengindraan jauh
2. Menjelaskan sejarah perkembangannya
3. Menjelaskan pengindraan jauh di Indonesia (perkembangannya)

Materi

2. 1. Definisi

Menurut Sabins pengindraan jauh (PJ) atau yang dikenal dengan istilah “indraja” adalah suatu ilmu untuk memperoleh, mengolah dan menginterpretasi citra yang telah direkam yang berasal dari interaksi antara gelombang elektromagnetik dengan suatu obyek. Sedangkan menurut Lillesand & Kiefer, (2004) indraja merupakan ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu daerah, objek atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan daerah, objek atau fenomena yang dikaji.

Diberbagai negara penamaan untuk pengindraan jauh berbeda-beda, diantaranya ; remote sensing (Inggris), teledetection (Perancis), fernerkundung (Jerman), sensoriamento remota (Portugis), distansionaya (Rusia), dan percepcion remota (Spanyol).

2. 2. Sejarah Perkembangan

Cikal-bakal pengindraan jauh diawali dengan ditemukannya inframerah oleh Sir William Herschel tahun 1800. Kemudian dengan dipraktekkannya pemotretan oleh seniman bernama Gaspard-Felix Turnachon/Felix Nadar (1858) melalui balon udara di Bievre Perancis dengan ketinggian 80 meter. Hasil pemotretan ternyata dapat digunakan oleh ahli tata ruang kota untuk membuat peta penggunaan lahan dan morfologi Bievre. Sejak saat itu, pemotretan menggunakan wahana balon terus berkembang, di Amerika foto udara pertama kali dibuat oleh James Wallace Black tahun 1860 menggunakan sebuah balon dengan ketinggian 365 meter di atas kota Boston.

Istilah “remote sensing” atau pengindraan jauh mulai digunakan saat peluncuran satelit cuaca, yakni TIROS (Television Infra Red Observational Satellite) pada April 1960 oleh Amerika. Satelit yang mengorbit pada ketinggian 515 mil tersebut mengelilingi bumi setiap 100 menit dan mampu memotret seluruh muka bumi dalam 14 jam.

Ilmu pengindraan jauh mulai diadopsi saat Perang Dunia I dan II, dimana citra satelit indraja digunakan untuk membantu rencana misi peperangan. Seiring dengan perkembangan IPTEK, teknologi indraja semakin berkembang pesat dengan penggunaan berbagai macam sensor, seperti infrared, sonar dan lain sebagainya. Kepentingan terhadap penggunaan indraja pun berubah, dahulu umumnya untuk kepentingan militer, namun sekarang data yang diperoleh banyak digunakan untuk keperluan multi misi. Berikut ini disajikan tabel tentang sejarah singkatnya.

Tabel 1. 1. Sejarah Perkembangan Pengindraan Jauh

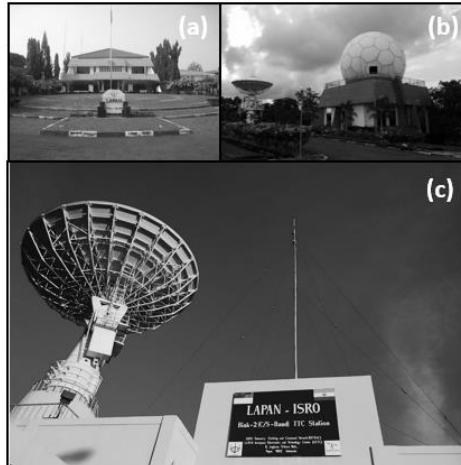
1800	Penemuan inframerah oleh Sir William Herschel
1839	Mulai dipraktikkannya fotografi
1847	Spektrum inframerah diperkenalkan dan ditunjukkan oleh A. H. L. Fizeu dan J. B. L. Foucault
1858	Teknik fotografi menggunakan wahana balon
1873	Perkembangan teori elektromagnetik oleh James Clerk Maxwell
1909	Teknik fotografi menggunakan wahana pesawat
1910 – 1920	Perang Dunia I ; pengintaian dilakukan melalui udara
1920 – 1930	Perkembangan dan penamaan fotografi dan fotogrametri udara
1930 - 1940	Perkembangan radar di Jerman, USA dan Inggris
1940 – 1950	Perang Dunia II ; aplikasi spektrum tidak tampak, pembacaan foto udara
1956	Penelitian Colwell dalam mendeteksi penyakit menggunakan fotografi inframerah
1960 – 1970	Penggunaan istilah “Remote Sensing” dalam satelit TIROS
1972	Peluncuran Landsat 1
1970 – 1980	Perkembangan prosesing citra digital
1980	USSR Meteor Satellite
1980 – 1990	Landsat 4 ; generasi baru dari sensor Landsat
1986	(SPOT) French Earth Observation Satellite
1980	Pembangunan sensor hiperspektral
1990	LIDAR ; sistem pengindraan jauh global

2. 3. Pengindraan Jauh di Indonesia

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan berbagai potensi dan pemanfaatan sumber daya alam. Morfologi yang beragam membutuhkan analisa dan upaya pemantauan baik secara spasial maupun temporal. Selain itu, Indonesia juga memegang peranan penting terhadap iklim dan lingkungan global.

Secara kelembagaan, pengindraan jauh di Indonesia dikendalikan oleh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) yang koordinasinya di bawah Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi. LAPAN memiliki tugas pokok melaksanakan penelitian, pengembangan serta memberikan saran kepada pemerintah tentang kebijakan nasional di bidang kerdigantaraan dan pemanfaatannya untuk kepentingan tercapainya pembangunan nasional. Di lain hal, LAPAN juga ditugaskan untuk melakukan pengolahan data yang direkam, pengembangan teknologi, pemodelan, distribusi data, dan informasinya kepada pengguna data (Purwadhi, dkk : 2015). Adapun stasiun bumi satelit pengindran jauh yang dioperasikan LAPAN adalah :

- a) Stasiun bumi dan sumberdaya alam, terdapat di Pare-pare Sulawesi Selatan
- b) Stasiun bumi lingkungan dan cuaca, terdapat di Pekayon, Pasar Rebo Jakarta Timur dan Pulau Biak, Papua

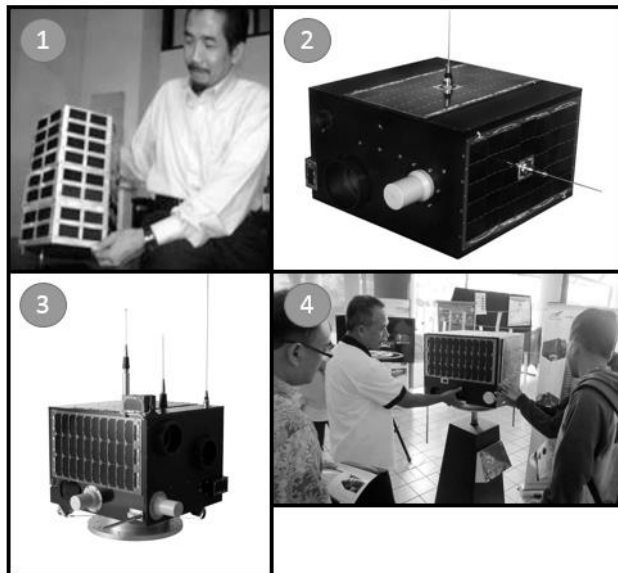


Gambar 1. 1. Stasiun Bumi Satelit Pengindran Jauh dan SDA ; (a) Pasar Rebo, Jakarta Timur, (b) Pare-pare, Sulawesi Selatan, (c) Biak, Papua

INASAT – 1 (Indonesia Nano Satelit - 1) adalah satelit pertama buatan Indonesia atas kerjasama kedua lembaga yakni, LAPAN dan PT. Dirgantara Indonesia. Satelit ini dirancang untuk memotret cuaca dan mengumpulkan data tentang lingkungan, khususnya fluks magnetik (Φ_m). Satelit yang kedua adalah LAPAN – TUBsat atau satelit mikro yang dikembangkan oleh LAPAN bekerjasama dengan Technische Universität, Berlin. Satelit ini mengorbit pada tahun 2007 dan dimaksudkan untuk misi pengamatan seperti; tanah longsor, deforestasi, dan erupsi. Akhir dari masa operasinya, LAPAN – TUBsat digantikan oleh satelit yang ketiga, yaitu; LAPAN – A2 atau Lapan ORARI (Organisasi Radio Amatir Indonesia). Satelit ini

memiliki tiga misi sekaligus, diantaranya; pengamatan bumi, pemantauan lalu lintas kapal, dan komunikasi radio amatir.

Terakhir, yang keempat adalah satelit LAPAN –A3 atau LAPAN-IPB. Seperti namanya, satelit ini dibuat atas kerjasama antara LAPAN dan Institut Pertanian Bogor (IPB) yang berhasil diluncurkan pada tahun 2016 dari Shriharikota, India. Satelit ini diciptakan untuk memantau sumberdaya pangan dan pemantauan kapal laut. Berikut adalah gambaran dari keempat satelit indraja di atas.



Gambar 1. 2. Satelit Yang Dimiliki LAPAN; (1) Mock up INASAT – 1, (2) LAPAN- TUBsat, (3) Satelit LAPAN - A2, dan (4) Satelit LAPAN – IPB. (sumber : (1) dokumen pribadi, ITS, (2), (3), dan (4) lapan.go.id)

2. 4. Latihan Soal

Jawablah pertanyaan berikut dengan ringkas dan jelas!

- 1) Jelaskan pengertian pengindraan jauh berdasarkan yang anda pahami?
- 2) Sebutkan dan jelaskan definisi pengindraan jauh menurut salah satu ahli!
- 3) Apa bentuk temuan Sir William Herschel dalam sejarah perkembangan pengindraan jauh?
- 4) Secara kelembagaan, pengindraan jauh di Indonesia dikendalikan oleh yang merupakan singkatan dari
- 5) Satelit pertama Negara Indonesia diluncurkan untuk tujuan?

Daftar Pustaka

- Purwadhi, F. S. H., Kardono, P., Karsidi, A., Haryani, N. S., Rokhmatullah. 2015. Aplikasi Pengindraan Jauh – Sistem Informasi Geografis untuk Pengembangan Wilayah. Kampus Polimedia : Jakarta
- LAPAN. (2017, 10 Januari). Sepuluh Tahun Satelit LAPAN – TUBSAT di Orbit. Dikutip 7 Maret 2019 dari laman <http://caramenulisbuku.com/cara-menulis-daftar-pustaka-dari-internet/cara-menulis-daftar-pustaka-internet.htm>
- . (2013, 06 November). Satelit Lapan A2. Dikutip 7 Maret 2019 dari laman <https://www.lapan.go.id/index.php/subblog/read/2013/118/Satelit-Lapan-A2/produk-litbang>
- . (2017, 20 Mei). Satelit LAPAN-A3/LAPAN-IPB Sedot Perhatian Pengunjung Physics Expo 2017. Dikutip 7 Maret 2019 dari laman <http://caramenulisbuku.com/cara-menulis-daftar-pustaka-dari-internet/cara-menulis-daftar-pustaka-internet.htm>

BAB 2

KOMPONEN DAN TEKNIK PENGUMPULAN DATA

Capaian Pembelajaran Perkuliahan
Mengetahui dan komponen dan teknik pengumpulan data dalam pengindraan jauh
Indikator
1. Menjelaskan masing-masing sumber tenaga pada pengindraan jauh
2. Menjelaskan/menggambarkan interaksi pengindraan jauh (gelombang elektromagnetik) di atmosfer
3. Menjelaskan interaksi dengan objek
4. Menjelaskan sensor dan mengidentifikasi wahana berdasarkan ketinggiannya
5. Menjelaskan dan memberikan contoh perolehan data beserta penggunaannya berdasarkan sektor
6. Menjelaskan secara singkat tentang teknik pengumpulan data dalam pengindraan jauh

Materi

2. 1. Sumber Tenaga

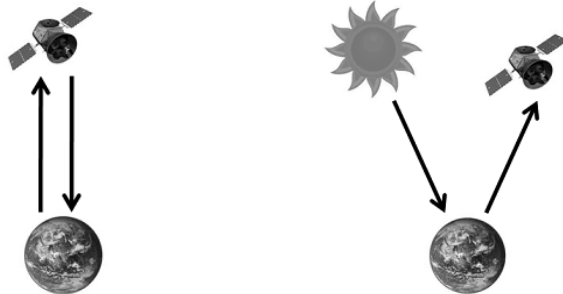
Menurut Sabins (2007) pengindraan jauh (PJ) atau yang dikenal dengan istilah “indraja” adalah suatu ilmu untuk memperoleh, mengolah dan menginterpretasi citra yang telah direkam yang berasal dari interaksi gelombang elektromagnetik dengan objek.

2. 1. 1 Sistem Aktif

Pengindraan jauh yang menggunakan tenaga buatan (elektronik) sebagai sumber tenaga dalam perekamannya, disebut sebagai pengindraan jauh sistem aktif. Sistem sensor aktif menggunakan energi yang dipancarkan sendiri dari satelit atau pesawat dan dapat beroperasi siang maupun malam hari. Pada umumnya sistem ini menggunakan gelombang mikro, tapi dapat juga menggunakan spektrum tampak, dengan sumber tenaga buatan berupa laser.

2. 1. 2 Sistem Pasif

Pengindran jauh sistem pasif mengandalkan pencahayaan (iluminasi) dari matahari atau emisi dari obyek untuk pengamatannya. Pengindraan jauh sistem pasif menggunakan pancaran cahaya, hanya dapat beroperasi pada siang hari saat cuaca cerah, sedangkan sistem pasif dengan tenaga termal dapat beroperasi pada siang maupun malam hari. Jumlah tenaga matahari dipengaruhi oleh waktu, lokasi dan kondisi cuaca.



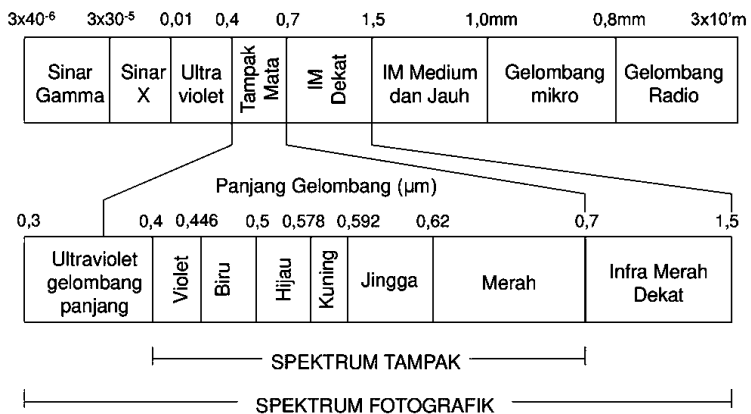
A. Sistem Aktif

Sistem Pasif

Gambar 2. 1. Pengindraan Jauh Sistem Pasif dan Aktif

Tenaga elektromagnetik pada penginderaan jauh sistem pasif dan sistem aktif untuk sampai di alat sensor dipengaruhi oleh atmosfer. Atmosfer mempengaruhi tenaga elektromagnetik yang bersifat selektif terhadap panjang gelombang, karena itu timbul istilah “jendela atmosfer”.

Adapun jendela atmosfer yang sering digunakan dalam penginderaan jauh ialah spektrum tampak yang memiliki panjang gelombang 0,4 mikrometer hingga 0,7 mikrometer, lihat Gambar 2. 2. (Solichin, 2012).



Gambar 2. 2. Spektrum Elektromagnetik yang Digunakan Dalam Indraja

2. 2. Interaksi di Atmosfer

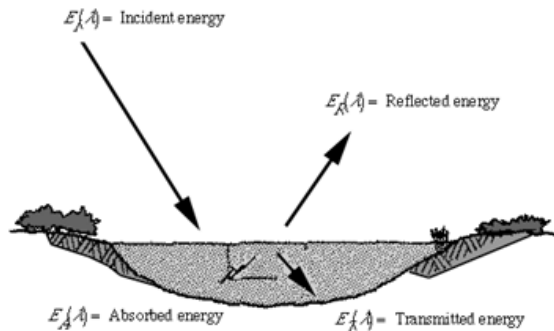
Di dalam indraja terdapat istilah “jendela atmosfer” yaitu bagian spektrum elektro magnetik yang dapat mencapai permukaan bumi. Dalam proses perekaman, interaksi antara tenaga dan objek dipengaruhi oleh atmosfer tersebut berupa hamburan. Terdapat tiga hamburan yang mempengaruhi dalam pengambilan data penginderaan jauh, yaitu;

- a) Hamburan reyleigh, terjadi jika diameter atmosfer lebih kecil daripada panjang gelombang
- b) Hamburan mie, terjadi jika diameter atmosfer sama dengan panjang gelombang
- c) Hamburan non selektif, terjadi jika diameter atmosfer lebih besar daripada panjang gelombang

2. 3. Interaksi Tenaga dan Objek

Interaksi antara tenaga atau radiasi dengan objek yang terdapat di permukaan Bumi dapat dikelompokkan menjadi tiga bentuk, yaitu sebagai berikut.

- a. Absorption (A): proses diserapnya tenaga oleh objek.
- b. Transmission (T): proses diteruskannya tenaga oleh objek.
- c. Reflection (R): proses dipantulkannya tenaga oleh objek.



Gambar 2. 3. Interaksi tenaga elektromagnetik dan objek

atau dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$E_I(\lambda) = E_R(\lambda) + E_A(\lambda) + E_T(\lambda)$$

- $E_I(\lambda)$ = tenaga dipancarkan (dari matahari)
- $E_R(\lambda)$ = tenaga dipantulkan
- $E_A(\lambda)$ = tenaga diserap
- $E_T(\lambda)$ = tenaga diteruskan

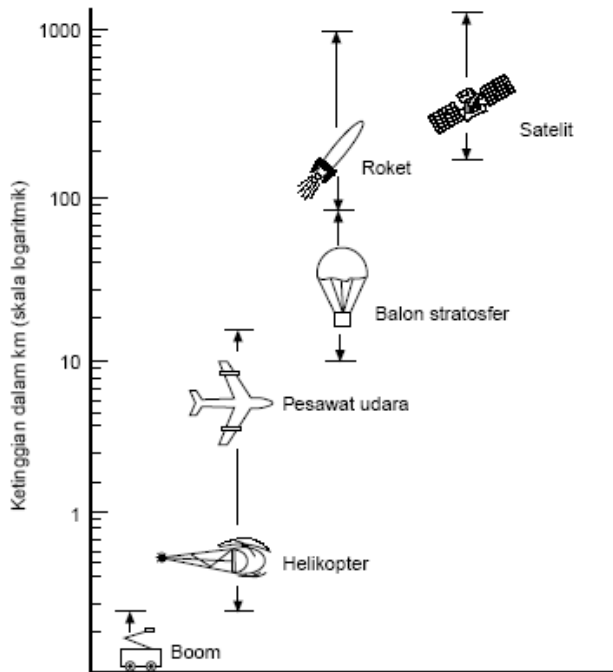
Interaksi antara tenaga atau energi dengan objek-objek di permukaan Bumi akan menghasilkan pancaran sinyal dan pantulan yang bersifat sangat selektif. Jika karakteristik objek di permukaan bumi bertekstur halus, permukaan objek akan bersifat seperti cermin sehingga hampir semua energi dipantulkan dengan arah yang sama atau disebut specular reflection. Adapun jika permukaan objek memiliki tekstur kasar, maka hampir semua tenaga dipantulkan ke berbagai arah atau disebut *diffuse reflection*.

2. 4. Sensor dan Wahana

Sensor merupakan alat yang digunakan untuk merekam objek. Kemampuan sensor dalam merekam atau mendapatkan gambaran objek terkecil disebut resolusi spasial. Ada dua jenis sensor dalam pengindraan jauh, diantaranya: (1) sensor pasif, yaitu sensor yang hanya dilengkapi dengan alat penerima (receiver) gelombang elektromagnetik, misal; sensor satelit, (2) sensor aktif, yaitu sensor yang dilengkapi dengan alat pemancar dan penerima gelombang elektromagnetik, misal; sensor radar dan sonar.

Wahana diserap dari mitologi India Kuno/Sanskerta: वहन; Vahana. Dalam hal ini wahana yang dimaksud adalah kendaraan/media yang digunakan untuk membawa sensor guna

mendapatkan data citra. Klasifikasi wahana berdasarkan ketinggian dapat diilustrasikan sebagai berikut.



Gambar 2. 4. Klasifikasi Wahana Berdasarkan Ketinggian

Menurut Utoyo (2009), berdasarkan ketinggian peredarannya, posisi wahana dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok, yaitu sebagai berikut.

- 1) Pesawat terbang rendah sampai medium (low to medium altitude aircraft) ketinggian antara 1.000 – 9.000 meter dari permukaan bumi. Citra yang dihasilkan adalah citra foto (foto udara).

- 2) Pesawat terbang tinggi (high altitude aircraft) dengan ketinggian sekitar 18.000 meter dari permukaan bumi. Citra yang dihasilkan adalah citra udara dan multispectral scanner data.
- 3) Satelit dengan ketinggian antara 400–900 km dari permukaan bumi. Citra yang dihasilkan adalah citra satelit.

2. 5. Perolehan Data

Data yang diperoleh dari pengindraan jauh ada dua jenis, diantaranya;

- 1) Data manual, didapatkan melalui kegiatan interpretasi citra. Alat yang digunakan adalah stereoskop, yang dapat melihat objek dalam bentuk tiga dimensi.
- 2) Data numerik (digital), diperoleh menggunakan software yang di install pada komputer seperti; ArcGIS, ENVI, IDRISI Selva, Surfer, dan lainnya melalui serangkaian tahapan/metode dan algoritma.

Kegiatan perolehan data dalam indraja meliputi; perolehan data, pengolahan data, penyimpanan data, penyimpanan dan pendistribusian data, pemanfaatan data dan diseminasi informasi (UU No. 21 Tahun 2013).

2. 6. Pengguna Data

Merupakan komponen terakhir dalam sistem pengindraan jauh baik individu maupun lembaga. Berikut contoh pengguna data indraja berdasarkan sektornya.

Tabel 2. 1. Pengguna data berdasarkan sektornya

Sektor	Manfaat (Satelit)
Hidrologi	Sedimentasi sungai (Landsat), zona tangkap ikan (Spot-4), Bathimetri, Sentinel-2A, tumpahan minyak (MODIS & ALOS PALSAR)
Geologi	Tambang emas (Landsat), struktur geologi (SAR yaitu ALOS Palsar, XSAR, SRTM)
Metereologi	Sebaran curah hujan (MTSAT), Kondisi astmosfer harian (Terra & Aqua)
Militer	Deteksi gudang nuklir (Radar Baltik), Deteksi armada kapal dan benda bergerak (Pesawat MSAR)
Kehutanan/ Pertanian	Perubahan lahan dan prediksi panen (Landsat), Titik api (Terra dan Aqua)
Kependudukan	Lingkungan Kumuh (IKONOS), Pola Permukiman (Spot 6)
Perekonomian	Pajak Bumi dan Bangunan (Foto Udara), valuasi ekonomi (Ikonos)
Kebencanaan	Menghitung kerusakan (Terra Image), Sebaran Debu vulkanik (Himawari), Banjir lahar, Deformasi Gempa (Sentinel 1-A & 1-B)
Kesehatan/ Medis	Kesehatan lingkungan (GeoEye-1), daerah rawan DBD (ASTER)

2. 7. Teknik Pengumpulan Data

Data dapat dikumpulkan dengan berbagai macam peralatan tergantung kepada objek atau fenomena yang sedang diamati. Umumnya teknik-teknik pengindraan jauh memanfaatkan radiasi elektromagnetik yang dipancarkan atau dipantulkan oleh objek yang diamati dalam frekuensi tertentu seperti inframerah, cahaya tampak, gelombang mikro, dan seterusnya.

Hal ini memungkinkan karena faktanya objek yang diamati (tumbuhan, rumah, permukaan air, udara dll) memancarkan atau memantulkan radiasi dalam panjang gelombang dan intensitas yang berbeda-beda. Metode pengindraan jauh lainnya antara lain yaitu melalui gelombang suara, gravitasi atau medan magnet.

2. 8. Latihan Soal

Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

- 1) Sebutkan perbedaan mendasar sumber tenaga pengindraan jauh!
- 2) Panjang gelombang yang digunakan dalam indraja adalah saluran tampak, yakni antara μm s/d μm .
- 3) Dalam sub bahasan interaksi tenaga dan objek, absorption merupakan gejala atmosfer yang menyebabkan gelombang elektromagnetik diserap. Umumnya benda apakah yang dapat menyerap gelombang tersebut?
- 4) Menurut UU No. 21 Tahun 2013, kegiatan perolehan data dalam indraja meliputi?
- 5) Sebutkan pemanfaatan pengindraajn jauh yang anda ketahui!

Daftar Pustaka

- Sabins, F. Floyd. 2007. Remote Sensing : Principal and Interpretation. Illinois: Waveland Press
- Solichin, M. 2012. Aplikasi GIS: Remote Sensing Untuk Catchment Area. Modul. Malang: Universitas Brawijaya
- Utoyo, Bambang. 2009. Geografi 3 Membuka Cakrawala Dunia. Jakarta: PT. Setia Purna Inves
- Undang-undang Nomor 21 Tahun 2013 Tentang Keantariksaan, Pasal 15 Ayat 1

BAB 3

KEUNGGULAN & KETERBATASAN

Capaian Pembelajaran Perkuliahan Mahasiswa/i diharapkan mampu mengetahui keunggulan dan keterbatasan pengindraan jauh
Indikator 1. Menjelaskan keunggulan pengindraan jauh 2. Menjelaskan keterbatasannya

Materi

3. 1. Keunggulan

Menurut Sutanto, (1994) penggunaan pengindraan jauh baik diukur dari jumlah bidang penggunaannya maupun dari frekuensi penggunaannya pada tiap bidang mengalami peningkatan pesat. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain :

- a) Citra menggambarkan objek, daerah, dan gejala di permukaan bumi dengan wujud dan letak obyek yang mirip wujud dan letak dipermukaan bumi, relatif lengkap, meliputi daerah yang luas, serta bersifat permanen.
- b) Dari jenis citra tertentu dapat diekstraksi gambar tiga dimensi apabila pengamatannya dilakukan melalui stereoskop.
- c) Karakteristik obyek yang tidak tampak dapat diwujudkan dalam bentuk citra sehingga dimungkinkan pengenalan obyeknya.

- d) Citra dapat dibuat secara cepat meskipun untuk daerah yang sulit untuk dijelajahi secara terestrial.
- e) Merupakan satu-satunya cara untuk pemetaan daerah bencana
- f) Citra sering dibuat dengan periode ulang yang pendek.

Prasongko (2009) dalam bukunya menguraikan beberapa keunggulan sistem pengindraan jauh, diantaranya;

- a) Menggambarkan secara detail; pengindraan jauh dapat menggambarkan suatu wilayah yang letak dan bentuknya sama dengan yang ada dipermukaan bumi.
- b) Menggambarkan secara luas; pengindraan jauh dapat menjangkau mengamati daerah dengan jangkauan yang sangat luas. Misalnya, citra Landsat dapat menggambarkan dalam satu kali sapuan seluas 30 Km².
- c) Menggambarkan secara tiga dimensi; pada citra jenis tertentu, misalnya citra pankromatik hitam putih dapat memunculkan objek dalam bentuk tiga dimensi sehingga mudah dalam pengenalan objek/interpretasi.
- d) Menggambarkan secara cepat; pengindraan jauh dapat melakukan perekaman objek dalam waktu yang singkat dan wilayah yang luas. Misalnya; perekaman citra Landsat per 16 hari, NOAA per 6 jam, dan lainnya.
- e) Tingkat ketelitian citra cukup baik terutama bagi cakupan terestrial/daratan
- f) Menghemat waktu, dana, dan tenaga
- g) Interpretasi untuk berbagai keperluan, mulai dari bencana alam hingga potensi SDA.

3. 2. Keterbatasan

Sekalipun mempunyai banyak kelebihan, pengindraan jauh juga memiliki kelemahan antara lain sebagai berikut :

- a) Pengguna harus memiliki keahlian khusus
- b) Peralatan yang digunakan mahal
- c) Sebagian masih sulit untuk memperoleh citra foto dan nonfoto
- d) Tidak semua objek dapat terekam oleh sensor

3. 3. Latihan Mandiri

Carilah literatur yang menjelaskan tentang “kelemahan dan kelebihan penggunaan pengindraan jauh”. Tulis tangan, minimal 2 halaman dan cantumkan sumber pustakanya.

Daftar Pustaka

- Sutanto. 1994. Pengindraan Jauh Jilid 2. Gadjah Mada University Press : Yogyakarta.
- Titis Prasongko, Eko. 2009. Geografi 3 : Untuk Siswa Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah Kelas XII. Bandung: CV Acarya Media Utama.

BAB 4

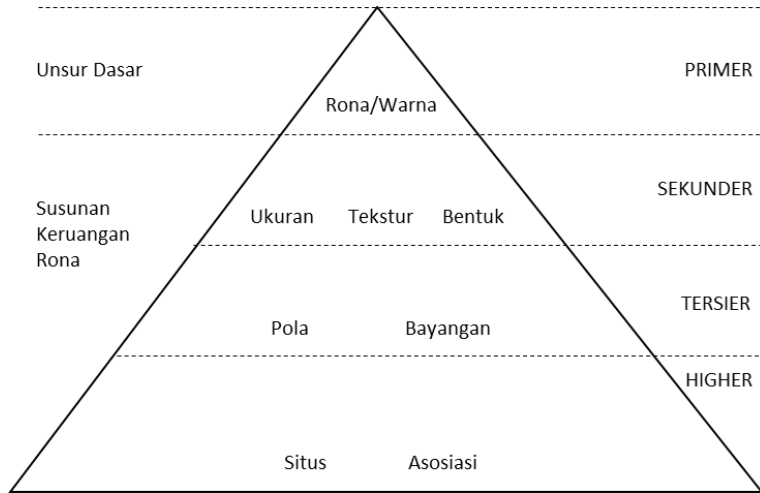
UNSUR INTERPRETASI

Capaian Pembelajaran Perkuliahan
Mahasiswa/i diharapkan mampu memahami masing-masing unsur (cara) interpretasi sekaligus menguji coba-nya secara langsung dengan contoh
Indikator
4. Menjelaskan dengan detail masing-masing unsur interpretasi
5. Memberikan contoh kasus untuk masing-masing unsur interpretasi

Materi

4. 1. Unsur Interpretasi

Kegiatan mengenali atau mengidentifikasi sebuah objek pada citra merupakan hal yang penting untuk analisis ke tahap berikutnya. Tujuan penggunaan citra akan dapat dicapai apabila benar dalam menginterpretasi. Berikut adalah beberapa unsur dalam menginterpretasi citra yang disusun secara hierarkis berdasarkan tingkat kerumitannya.



Gambar 4. 1. Unsur Interpretasi Citra

1) Rona dan Warna

Tingkatan kecerahan dari hitam ke putih atau sebaliknya disebut dengan rona. Sedangkan warna adalah ujud yang tampak oleh mata dengan menggunakan spektrum sempit, lebih sempit dari spektrum tampak. Sebagai contoh, objek tampak biru, hijau, atau merah bila hanya memantulkan spektrum dengan panjang gelombang $(0,4 - 0,5) \mu\text{m}$, $(0,5 - 0,6) \mu\text{m}$, atau $(0,6 - 0,7) \mu\text{m}$.

2) Ukuran

Merupakan ciri dari sebuah objek pada citra, berupa luas, panjang, tinggi atau volume. Ukuran dapat digunakan juga untuk pembandingan. Misal; lapangan udara lebih luas dan panjang dari pada lapangan sepak bola.

3) Tekstur

Tekstur adalah frekuensi perubahan rona pada citra (Lillesand dan Kiefer, 1979) atau pengulangan rona kelompok objek yang terlalu kecil untuk dibedakan secara individual (Estes dan Simonett, 1975). Misal; permukaan air yang tenang akan bertekstur halus sedangkan ombak cenderung kasar.

4) Bentuk

Merupakan variabel kualitatif yang mencerminkan konfigurasi atau kerangka obyek. Bentuk terbagi ke dalam dua bagian; (1) bentuk umum (shape), misalnya; Indonesia memiliki bentuk memanjang, (2) bentuk rinci (form), misalnya; Indonesia negara yang berbentuk kepulauan.

5) Pola

Merupakan tingkat kecenderungan suatu objek. Misal; pola permukiman mengikuti sungai, pola aliran trellis menunjukkan adanya lipatan.

6) Bayangan

Menunjukkan kondisi dimana terdapat objek yang terhalangi oleh sinar matahari. Bayangan juga dapat menjadi kunci dalam pengenalan objek. Misalnya; lereng terjal akan tampak meyakinkan dengan adanya bayangan, begitu pun dengan gedung tinggi, menara, dan cerobong.

7) Asosiasi

Interpretasi menggunakan unsur ini lebih kepada “derajat hubungan” antara satu objek dengan objek lainnya yang ada di sekitar. Misal; lahan kosong yang dekat dengan sekolah biasanya adalah lapangan/halaman.

8) Situs

Merupakan letak suatu objek (kedudukan) terhadap objek lain yang ada disekitarnya. Situs masuk dalam kategori rumit. Misalnya; permukiman biasanya dekat dengan sungai, rawa biasanya berada di belakang sungai atau tanggul alam.

4. 2. Diskusi Kelompok

Buatlah kelompok yang beranggotakan tiga sampai dengan lima orang. Kemudian coba lakukan interpretasi manual terhadap citra resolusi tinggi menggunakan Google Map pada Kecamatan Ratu Agung, Kota Bengkulu. Berikut format tabel yang digunakan.

No.	Unsur Interpretasi	Hasil Intepretasi
1.	Rona dan warna	.....
2.	Ukuran	.....
3.	Tekstur	.....
4.	Bentuk	.....
5.	Pola	.....
6.	Bayangan	.....
7.	Asosiasi	.....
8.	Situs	.....

Daftar Pustaka

- Estes, J. E and Simonett, D. S. 1975. *Fundamentals of Image Interpretation, In Manual of Remote Sensing*. Virginia: The American Society of Photogrametry.
- Lillesand, T. M. & Kiefer, R. W. 1979. *Remote Sensing and Image Interpretation*. New York: John Wiley.

BAB 5

TEKNIK INTERPRETASI MANUAL

Capaian Pembelajaran Perkuliahan

Mengetahui teknik interpretasi secara manual
--

Indikator

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. Menjelaskan teknik interpretasi secara manual2. Menjelaskan konvergensi bukti beserta contoh kasusnya3. Memahami formula uji akurasi secara manual |
|---|

Materi

5. 1. Teknik Interpretasi Manual

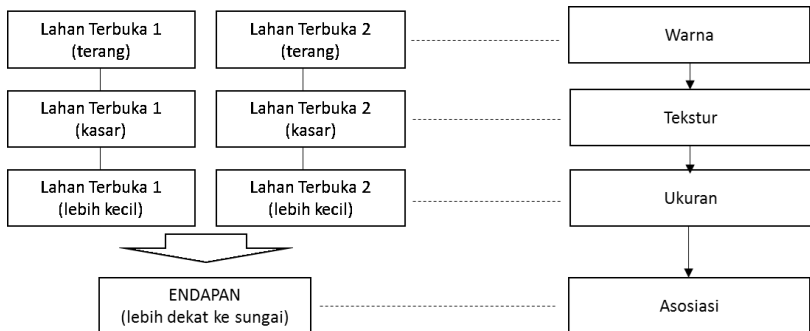
Teknik interpretasi diartikan sebagai analisis citra seluruh pekerjaan interpretasi citra pengindraan jauh. Menurut Purwadhi, dkk (2015) analisis citra pengindraan jauh meliputi tiga kegiatan, yaitu;

- (1) Deteksi dan identifikasi; dilakukan untuk menguraikan objek-objek penting yang tergambar pada citra , misalnya di tengah objek persawahan ada satu titik yang berbeda, maka titik tersebut perlu diidentifikasi lebih lanjut.
- (2) Pengukuran; objek diukur menggunakan instrumen unsur interpretasi citra, diantaranya; pengukuran atas rona/warna, bentuk, bayangan dan seterusnya.
- (3) Pemecahan masalah; dilakukan berdasarkan hasil pengukuran unsur interpretasi. Misalnya; berdasarkan asosiasi kenampakan kapal dan pelabuhan, besar

kemungkinan kapal tersebut adalah kapal barang/penumpang bukan kapal nelayan.

5. 2. Konvergensi Bukti

Dalam pengenalan objek hendaknya tidak hanya menggunakan satu unsur interpretasi saja. Hal ini maksudkan supaya dapat menarik suatu kesimpulan terhadap objek tersebut sehingga tidak berdampak pada analisis lebih lanjut ataupun *output*-nya. Konvergensi bukti adalah teknik interpretasi dengan menggabungkan beberapa unsur interpretasi. Berikut adalah contoh langsung dari pengalaman penulis.



Gambar 5. 1 Contoh Konvergensi Bukti Lahan Terbuka (Endapan)

Contoh kasus di atas penulis temukan pada saat menganalisis deforestasi di Kabupaten Bengkulu Utara Menggunakan citra Landsat. Pada saat mengambil sampel (Region of Interest/ROI) penulis sempat dibuat kebingungan dengan adanya lahan terbuka yang secara warna sama dengan

lahan terbuka (lahan gundul), secara tekstur juga tidak jauh berbeda, namun jika dilihat dari ukuran (luas) kedua objek lebih kecil dan secara asosiasi, derajat hubungannya lebih kepada sungai hingga dapat ditarik kesimpulan objek tersebut adalah endapan (bukan hutan yang terdeforestasi). Kemudian ketika validasi lapang objek tersebut adalah endapan campuran batu dan pasir akibat banjir bandang.

5. 3. Uji Akurasi Hasil Interpretasi

Sebelum melakukan tahapan lebih lanjut, perlu dilakukan uji akurasi hasil interpretasi citra. Besar/kecilnya hasil uji akan berpengaruh terhadap kepercayaan pengguna (user). Salah satu rumus yang digunakan dalam menguji hasil interpretasi berupa titik (dot) adalah sebagai berikut.

$$K = (B/S) \times 100 \%$$

Keterangan:

K = Ketelitian hasil klasifikasi

B = Hasil interpretasi yang benar

S = Jumlah seluruh titik sampel

Disarankan hasil uji interpretasi citra pengindraan jauh skala 1 : 100.000 supaya ketelitian dapat mencapai minimal 85 %, (Purwadhi, dkk : 2015).

5. 4. Diskusi Kelompok

Buatlah kelompok yang terdiri dari tiga sampai dengan lima orang. Kemudian coba anda lakukan interpretasi manual dengan teknik “Konvergensi Bukti” pada kasus pohon sawit.

Daftar Pustaka

Purwadhi, S. H., Rokhmatullah, Haryani, N. S. 2015. Aplikasi Teknologi Pengindraan Jauh Untuk Pengembangan Wilayah. Dept. Geografi, FMIPA UI: Depok.

BAB 6

INTERPRETASI CITRA DIGITAL

Capaian Pembelajaran Perkuliahan

Mengetahui konsep dan cara interpretasi citra digital

Indikator

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. Menjelaskan secara umum tentang interpretasi digital2. Menjelaskan dan mencontohkan tentang rektifikasi dan restorasi dalam tahap pra pengolahan citra3. Menjelaskan koreksi radiometerik dan geometrik4. Menjelaskan perbedaan antara komposit citra <i>true colour</i> dan <i>false colour</i>5. Menjelaskan klasifikasi terbimbing dan tidak terbimbing serta uji hasil dari pada klasifikasi tersebut |
|--|

Materi

6.1 Interpretasi Citra Secara Digital

Merupakan metode interpretasi objek yang didasarkan pada hasil pengolahan sistem komputer dalam memanipulasi data-data citra. Komputer, dalam hal ini software, misalnya ENVI, GrassGIS, dan ERDAS IMAGINE dapat membaca data citra sampai tingkatan piksel dimana tiap piksel penyusun citra dikuantifikasi menjadi Digital Number (DN). Citra tergambar karena sensor satelit menerima gelombang elektromagnetik dari obyek. Intensitas gelombang yang tertangkap sensor inilah yang diwakili oleh nilai Digital Number.

Tabel 6. 1 Perbedaan Karakteristik Interpretasi Citra Secara Manual dan Digital

Interpretasi Manual	Interpretasi Digital
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memerlukan peralatan khusus, misal stereoskop ▪ Analisis relatif sederhana ▪ Proses interpretasi bersifat subjektif ▪ Objek dapat dikenali dengan menggunakan delapan unsur interpretasi 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memerlukan peralatan khusus berupa aplikasi komputer ▪ Dapat melakukan analisis secara kompleks, baik secara multi spektral, multi temporal dan spasial ▪ Hasil interpretasi relatif konsisten dan objektif ▪ Pengklasifikasian dapat dilakukan secara otomatis

6. 2 Pra Pengolahan

Pra pengolahan (preprocessing) merupakan pengolahan data asli sebelum data tersebut diolah yang secara umum meliputi dua kegiatan, yaitu; rektifikasi (pembetulan) dan restorasi (pemulihan). Kegiatan ini dilakukan agar memperoleh data yang sesuai dengan aslinya.

Rektifikasi adalah suatu proses melakukan transformasi data dari satu sistem grid menggunakan suatu transformasi geometrik. Oleh karena posisi piksel pada citra output tidak sama dengan posisi piksel input (aslinya) maka piksel-piksel yang digunakan untuk mengisi citra yang baru harus di-resampling kembali. Sedangkan restorasi Citra adalah suatu langkah untuk mendapatkan citra yang lebih jelas dari citra yang terdegradasi.

Restorasi citra berbeda dengan peningkatan kualitas citra (image enhancement) meskipun keduanya bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra. Image enhancement lebih banyak berhubungan dengan penajaman dari fitur tertentu dalam citra, sedangkan restorasi citra memanfaatkan pengetahuan tentang proses terjadinya degradasi untuk memperoleh kembali citra asal, Ardi (2011).

6.3 Koreksi Radiometrik

Data citra satelit awal yang belum diolah biasanya mengandung *noise* yang ditimbulkan oleh sistem. Menurut Rahayu (2014) salah satu *noise* dapat ditimbulkan karena perbedaan posisi matahari pada saat data diakusisi. Untuk menghilangkan *noise* tersebut dapat digunakan koreksi radiometrik. Contoh dari koreksi tersebut adalah koreksi ToA (Top of Atmosphere) merupakan perbaikan akibat distorsi radiometrik yang disebabkan oleh posisi matahari. Koreksi ToA dilakukan dengan cara mengubah nilai digital number (DN) ke nilai reflektansi.

6.4 Koreksi Geometrik

Pemanfaatan citra dengan resolusi tinggi dan turunannya adalah untuk memperbarui peta skala besar yang berguna untuk memantau perkembangan bangunan di suatu wilayah. Akan tetapi pemanfaatan teknologi ini untuk *updating* peta skala besar mempunyai beberapa kendala, misalnya perekaman data oleh sensor satelit yang tidak dapat digunakan secara langsung karena masih terdapat beberapa

kesalahan (A'yun, 2013). Kesalahan tersebut adalah kesalahan sistematik akibat bidang lengkung permukaan bumi yang dapat diperbaiki melalui metode koreksi geometrik menggunakan parameter satelit saat perekaman.

Metode dan kualitas pengolahan data penginderaan jauh yang meliputi koreksi geometrik dan radiometrik penting dilakukan untuk mengolah data primer menjadi data proses, (UU. Nomor 21 Tahun 2013).

6.5 Komposit Citra

Teknologi remote sensing menggunakan gelombang elektromagnetik yang kemampuannya lebih baik daripada mata normal manusia, untuk itu supaya dapat dibaca oleh mata manusia maka remote sensing harus dapat mengasosiasikan hasil deteksi tersebut kedalam komposit warna, yang kemudian mendasari konsep kanal warna RGB untuk mengasosiasikan hasil deteksi band kedalam komposit warna yang bisa di baca dan diinterpretasikan manusia.

Komposit citra adalah menggabungkan tiga saluran pada citra Landsat ETM dengan tujuan untuk mempermudah dan memperjelas kenampakan suatu objek dalam identifikasi citra. Dibutuhkan minimal 3 layer sekaligus yang digunakan untuk mengisi kanal, *Red, Green and Blue* (RGB).

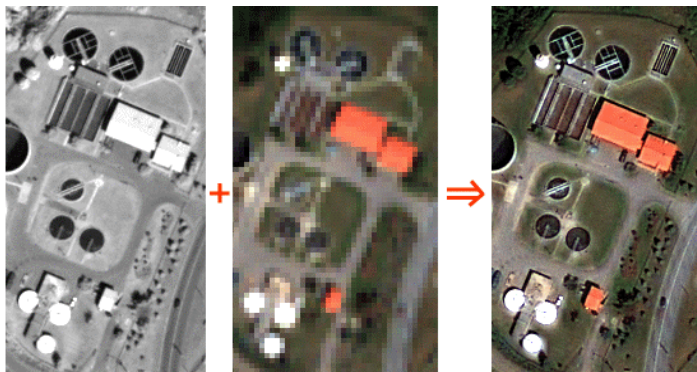
Ardiansyah (2015) dalam bukunya “Pengolahan Citra Penginderaan Jauh” mengatakan bahwa dalam menampilkan citra satelit di dalam bidang *Remote Sensing*, terdapat dua jenis komposit, yakni;

6.6 Penajaman Citra

Penajaman citra bertujuan untuk meningkatkan kualitas visual citra sehingga objek mudah dibedakan, dikenali dan diinterpretasi dan di analisis lebih lanjut oleh pengguna (user).

Penajaman citra menurut Ardiansyah (2015) dikategorikan menjadi dua, yakni;

- a) Penajaman spasial (*pansharpening*); dalam aspek spasial suatu citra dapat ditingkatkan resolusi spasialnya dengan melakukan proses *pansharpen* yaitu dengan menggabungkan citra *panchromatic* (hitam-putih) dengan citra *multispectral* (berwarna) sehingga citra yang dihasilkan memiliki resolusi yang lebih tinggi.
- b) Penajaman spektral (*spektral ehancement*); merupakan kegiatan memanipulasi kontras pada citra sehingga kualitas spasial meningkat dan citra mudah teridentifikasi



Gambar 6. 2 Penajaman resolusi spasial citra dari 30 meter menjadi 15 meter, Wawanhn (2015)

6.7 Klasifikasi Citra

Kegiatan klasifikasi citra penginderaan jauh secara digital dapat dilakukan melalui dua cara, yaitu klasifikasi terbimbing (supervised) dan klasifikasi tidak terbimbing (unsupervised).

Klasifikasi terbimbing adalah proses klasifikasi yang dilakukan dengan pemilihan kategori yang diinginkan (misal; lahan terbuka, hutan, sawah) dan memilih *sampel training area* (pembuatan area contoh) untuk tiap kategori penutup lahan. Sedangkan klasifikasi tidak terbimbing adalah kegiatan klasifikasi yang pembentukan kelasnya sebagian besar dikerjakan oleh komputer atau algoritma yang ada di dalamnya. *Software* yang digunakan biasanya ENVI dan ArcGIS.

6.8 Uji Akurasi Hasil Klasifikasi

Hasil klasifikasi masih bersifat subjektif jika belum melakukan serangkaian uji akurasi. Kegiatan ini dimaksudkan untuk mengetahui derajat kebenaran dari klasifikasi yang telah dibuat oleh si interpreter.

Short (1983) menyarankan uji akurasi dilakukan dalam empat cara, diantaranya.

- 1) Validasi lapangan; melakukan pengecekan lapangan terhadap sampel yang telah dipilih dari citra yang diolah melalui survei lapangan atau plotting
- 2) Uji pada daerah dan waktu yang sama; hal ini tidak sulit untuk dilakukan namun terbatas pada citra tertentu saja, misalnya citra foto yang dihasilkan oleh Drone.

- 3) Analisis statistik; dilakukan terhadap kesalahan penutup lahan pada beberapa piksel dengan perhitungan variance statistik di setiap saluran (band) spektral yang digunakan.
- 4) Menggunakan matriks; dilakukan dengan membuat matriks dari perhitungan kesalahan (confusion matrix) pada setiap penutup lahan hasil dari interpretasi citra.

$$OA \text{ (Overall Accuracy)} = \frac{\sum_{i=1}^r X_{ii}}{N} \times 100 \%$$

Keterangan :

X_{ii} = nilai diagonal dari matrik kontingensi baris ke i dan kolom ke- i

N = banyaknya piksel dalam contoh

$$\hat{k} \text{ (Kappa Accuracy)} = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_i^+ \cdot x^{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_i^+ \cdot x^{+i})}$$

Keterangan :

R = jumlah baris dalam matrik kesalahan

X_{ii} = jumlah observasi pada baris i dan lapa i (pada diagonal utama)

x_i^+ = jumlah observasi pada baris i (jumlah tepian kanan matrik)

x^{+i} = jumlah observasi pada lajur i (jumlah pada dasar matrik)

N = jumlah total piksel pada matrik (jumlah di sudut kanan bawah)

(Sumber: Lillesand, et al, 2007)

6.9 Latihan Soal

- 1) Pra pengolahan citra digital umumnya meliputi dua kegiatan. Sebutkan!
- 2) Koreksi radiometrik dan geometrik dilakukan untuk tujuan?
- 3) Berdasarkan pengalaman, menurut anda, komposit manakah yang lebih mudah digunakan dalam interpretasi citra digital? Jelaskan alasannya!
- 4) Penajaman citra (pansharpening) terdiri dari penajaman spasial dan penajaman spektral. Sebutkan secara singkat perbedaan dari keduanya!
- 5) Sebutkan *software* yang digunakan untuk mengolah citra digital?

Daftar Pustaka

- A'yun, Q., Agung B., Udiana W. 2013. “Analisa Kelayakan Penggunaan Citra Satelit World View-2 untuk Updating Peta Skala 1:1000”. Surabaya: ITS.
- Ardianysah. 2015. Pengolahan Citra Penginderaan Jauh. PT. LABSIG INDERAJA ISLMI: Jakarta
- Ardi, T. Prasetyo. 2011. Analisis Performansi Restorasi Citra Menggunakan Algoritma Lucy-Richardson Dan Wiener Filter Sebagai Pembanding. Bandung: Univ. Telkom
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W. and Chipman, J.W. 2007 Remote Sensing and Image Interpretation. 6th Edition. John Wiley & Sons: New York.
- Pemerintah Indonesia. 2013. Undang-undang Nomor 21 Tahun 2013 Tentang Keantariksaan. Lembaran RI Nomor 133 Tahun 2013. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Rahayu & Candra, D. Surya. 2014. Koreksi Radiometrik Citra Landsat-8 Kanal Multispektral Menggunakan Top Of Atmosphere (ToA) Untuk Mendukung Klasifikasi Penutup Lahan. *Prosiding – Sinasja*, Jakarta; 762 – 768.
- Short, N. M., and Stuart D. M. JR. 1983. The Heat Capacity Mapping Mission. NASA Scientific and Technical Information: Washington DC.
- Wawanhn.com. 2015. Pan Sharpening Citra Landsat 8 dengan ArcGIS . diakses pada 14 Oktober 2019, dari <https://bit.ly/2qaLOWL>

BAB 7

CITRA SATELIT RESOLUSI RENDAH

Capaian Pembelajaran Perkuliahan

Mahasiswa/i diharapkan mampu mengetahui uraian terkait berbagai macam citra satelit resolusi rendah beserta contoh penggunaannya

Indikator

1. Menjelaskan dan memberikan contoh penggunaan citra satelit NOAA
2. Menjelaskan dan memberikan contoh penggunaan citra satelit MODIS Aqua – Terra
3. Menjelaskan dan memberikan contoh penggunaan citra satelit GMS
4. Menjelaskan dan memberikan contoh penggunaan citra satelit HCMM

Materi

Berdasarkan uraian Oktaviani dan Yarjohan (2016) perkembangan zaman yang sangat pesat saat ini mendorong keinginan manusia untuk dapat melakukan kegiatan dan pekerjaan dalam segala bidang kehidupan dengan lancar dan tepat waktu. Salah satunya adalah satelit yang digunakan untuk merekam permukaan bumi. Satelit terdiri dari beberapa resolusi yaitu resolusi spasial yg merupakan ukuran terkecil dari suatu objek, resolusi ini terdiri dari resolusi tinggi (0.6-4 m), menengah (4 - 29 m) dan rendah (30 - > 1000 m).

Kemudian resolusi temporal yaitu waktu pengambilan, resolusi ini terdiri dari Resolusi spasial tinggi (0.6-4 m), resolusi spasial menengah (4-30 m), resolusi spasial rendah (30 - > 1000 m). Sedangkan Resolusi Radiometrik adalah kemampuan sensor dalam mencatat respons spektral objek. Resolusi ini berupa 2 bit (0-1), 3 bit (0-3), 4 bit (0-15), 5 bit (0-31), 6 bit (0-63), 7 bit (0-127), 8 bit (0-255), 10 bit (0-1023), 16 bit (0-65535).

Dalam tulisan kali ini, kategori citra akan didasarkan pada resolusi spasial yakni ukuran objek terkecil yang masih dapat disajikan dibedakan, dan dikenali pada citra. Pengkategorian dimulai dari resolusi rendah (BAB 7), resolusi menengah (BAB 8) dan resolusi tinggi (BAB 9).

7. 1. Citra NOAA

National Oceanic and Atmospheric Administration atau disingkat NOAA merupakan satelit meteorologi yang dimiliki oleh pemerintahan Amerika Serikat. Sensor pada misi NOAA yang relevan untuk pengamatan bumi adalah Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR). Menurut orbit satelit, NOAA dibagi menjadi dua macam yaitu orbit geostasioner dan orbit polar. Satelit NOAA dengan orbit geostasioner adalah satelit yang memonitor belahan bumi bagian barat pada ketinggian 22.240 mil di atas permukaan bumi, sedangkan satelit NOAA dengan orbit polar adalah satelit yang memonitor bumi pada ketinggian 540 mil di atas permukaan bumi (NOAA 2008). Satelit NOAA beroperasi di LAPAN, Jakarta mendeteksi seluruh permukaan bumi. Akibatnya sudut putar dan arah

orbitnya tidak sama dengan kecepatan dan arah putar bumi. Satelit NOAA (National Oceanic Atmospheric Administration) beroperasi pada ketinggian 850 km di atas permukaan bumi. Berikut adalah spesifikasi citra NOAA beserta contoh penggunaannya.

Tabel 7. 1 Spesifikasi citra NOAA dan Penggunaannya

Band	Panjang Gelombang (µm)	Daerah Spektrum	Penggunaannya
1	0,58 – 0,68	Tampak	Pemetaan awan dan keadaan vegetasi
2	0,725 – 1,00	Tampak sampai infra. dekat	Batas perairan-darat dan vegetasi
3A	1,58 – 1,64	Infra. tengah	Deteksi salju dan es
3B	3, 55 – 3,93	Infra. tengah	Suhu permukaan laut dan monitoing vulkanik
4	10,30 – 11,30	Infra. jauh	Penelitian air tanah untuk pertanian
5	11,50 – 12,50	Infra. Jauh	Penelitian air tanah untuk pertanian

NOAA merupakan satelit yang dapat diandalkan untuk memperoleh informasi mengenai keadaan fisik lautan/samudera dan atmosfer. Seri NOAA ini dilengkapi dengan 6 (enam) sensor utama, yaitu :

- 1) AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer)
- 2) TOVS (Tiros Operational Vertical Sonde)
- 3) HIRS (High Resolution Infrared Sounder)
- 4) DCS (Data Collection System)
- 5) SEM (Space Environment Monitor)
- 6) SARSAT (Search And Rescue Sattelite System)

Berikut ini adalah kenampakan citra satelit NOAA tentang kondisi atmosfer di Pasifik bagian Timur hasil perekaman 15 Oktober 2019.



Gambar 7. 1 Kondisi Atsmofer di Pasifik Bagian Timur
Sumber : NOAA, 2015 di akses pada 16 Oktober 2019

7. 2. Citra MODIS Terra – Aqua

MODIS atau yang biasa disingkat dengan Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer. Satelit ini merupakan bagian dari sebuah instrumen penting yang berada dalam satelit Terra (EOS AM) dan Aqua (EOS PM). Satelit Aqua/Terra MODIS mengamati seluruh permukaan bumi setiap 1 hingga 2 hari, memperoleh data dalam 36 kanal pita spektrum (spectral band) atau grup dari panjang gelombang.

Menurut uraian yang ditulis oleh Satrioajie (2012) format level data yang dihasilkan oleh MODIS adalah :

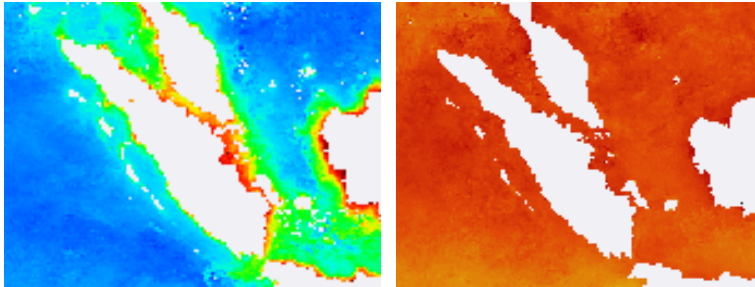
- 1) Format data level 1 merupakan data mentah ditambah dengan informasi tentang klarifikasi sensor dan geolokasi yang terdiri dari ; (Level 1a); mengandung informasi lebih yang dibutuhkan pada set data. Level 1a digunakan sebagai input untuk *geolocation, calibration, dan processing*. (Level 2b); data yang telah mempunyai terapannya, merupakan hasil dari sensor kalibrasi sensor pada level 1a.
- 2) Format data level 2 dihasilkan dari proses penggabungan antara level 1a dan 1b. Data level 2 menetapkan nilai geofisik pada tiap piksel yang berasal dari hitungan *raw radianse* level 1a dengan menerapkan kalibrasi sensor, koreksi atmosfer, dan algoritma bio-optik.
- 3) Level 3 : merupakan data level 2 yang dikumpulkan dan dipaketkan dalam periode 1 hari, 8 hari, 1 bulan dan 1 tahun.

Adapun aplikasi berdasarkan *band* yang ada citra satelit MODIS Terra/Aqua adalah sebagai berikut.

Tabel 7. 2 Band (saluran) dan aplikasinya

Band	Aplikasi
1, 2	Analisis batas tanah, daratan, dan batas awan
3-7	Deteksi sifat-sifat daratan, analisis kandungan tanah
8-16	Deteksi phytoplankton dan biogeochemistry
17-19	Analisis uap air di atmosfer
20-23	Analisis suhu permukaan laut
24-25	Analisis suhu atmosfer
26	Analisis awan Cirrus (awan tipis tinggi)
27-29	Analisis uap air di atmosfer
30	Analisis ozon
31,32	Analisis suhu atmosfer dan permukaan awan
33-36	Analisis ketinggian puncak awan

Sensor MODIS memiliki 36 saluran spektral dengan resolusi spasial yang bervariasi diantaranya; (1) band 1, 2 resolusi 250 meter, (2) band 3 – 7 resolusi 500 meter, (3) band 8 – 36 resolusi 1 kilometer.

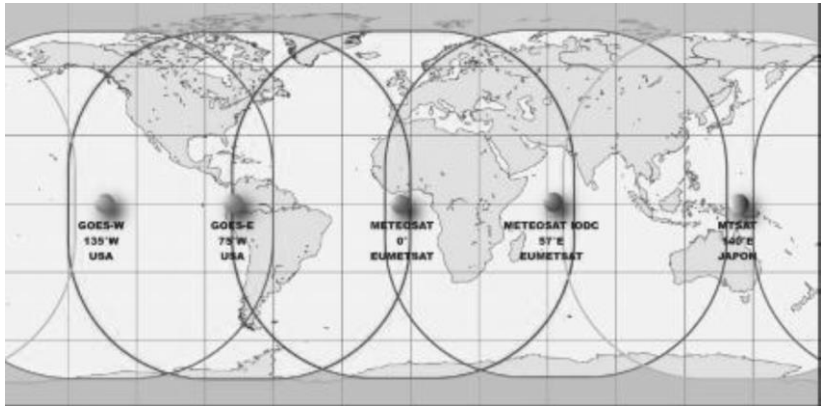


Gambar 7. 2 Citra MODIS Klorofil-a Bulan Mei 2019 (Kiri), dan Citra MODIS Suhu Permukaan Laut Bulan Mei 2019 (Kanan). Sumber : oceancolor, diakses pada 13 April 2019

7. 3. Citra GMS

Sistem Satelit Meteorologi Geostasioner (Geostasioner Meteorologi Satelit, GMS) milik Jepang pada awalnya dikembangkan oleh NASDA didesain oleh GOES Amerika dan sekarang bersama-sama dijalankan oleh NASDA dan Badan Meteorologi Jepang (Japan Meteorologi Agency, JMA). Empat buah pesawat ruang angkasa khusus mengangkut satelit GMS telah diluncurkan sejak tahun 1977, yang terakhir pada bulan September 1989. GMS-3 (Agustus, 1984) diluncurkan sebagai cadangan di posisi 1200 BT, sedangkan GMS-4 terletak di posisi utama pada 1400BT. Seri terakhir adalah GMS-5 yang diluncurkan oleh penguat H-II pada tahun 1995.

GMS-4 adalah wahana angkasa dengan massa sekitar 325 kg, diameter 2,1 m dan tinggi 3,4 meter. Sel surya yang dibawa dapat menghasilkan tenaga sampai 300 W (Syiafullah & Nuryanto, 2016).



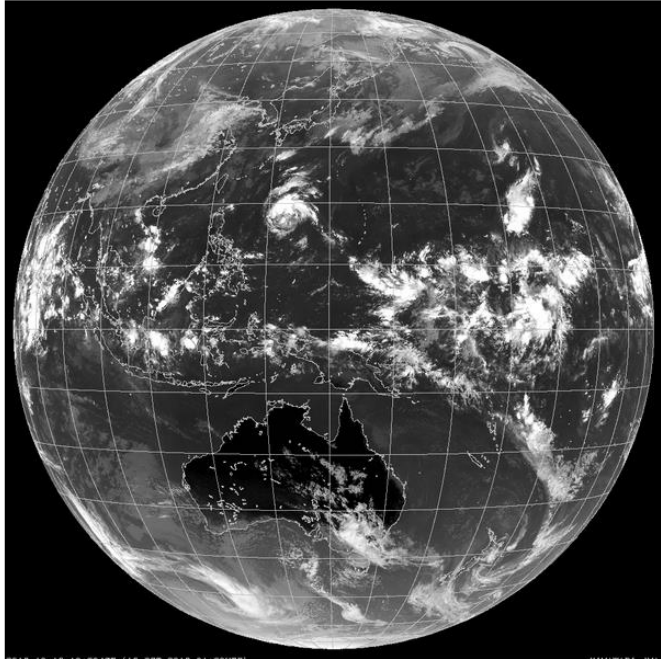
Gambar 7.3 Area Yang Terekam Oleh Satelit GMS
Sumber : NASDA, 1991

Data citra satelit GMS mempunyai beberapa kanal inframerah untuk mendeteksi suhu puncak awan, dengan panjang gelombang yang berbeda-beda, sehingga untuk aplikasinya dapat diperoleh beberapa informasi tentang parameter dan karakteristik dari obyek yang terukur (Tahir, dkk, 2009).

Tabel 7. 3 Spesifikasi Kanal dan Pemanfaatannya

Kanal	Panjang Gelombang	Pemanfaatan
Visible (VIS)	0.55-0.90 μm	Memantau kondisi daratan, lautan, dan awan pada siang hari
Infrared 1 (IR1)	10.3-11.3 μm	Memantau fenomena meteorologi dan pengamatan puncak awan
Infrared 2 (IR2)	11.5-12.5 μm	Memantau fenomena meteorologi dan pengamatan puncak awan
Infrared 3 (IR3)	6.5-7.0 μm	Memantau kandungan uap air di awan
Infrared 4 (IR4)	3.5-4.0 μm	Mengidentifikasi awan rendah di malam hari, mengidentifikasi awan tinggi, mendeteksi kebakaran dan mengidentifikasi sifat mikrofisika awan (ukuran partikel)

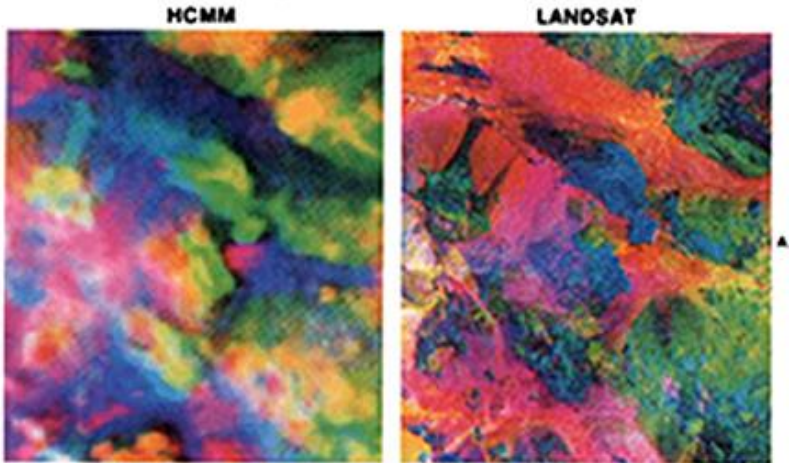
Satelit GMS dilengkapi dengan dua sensor dan dua saluran spektral, yaitu saluran tampak (visible) pada panjang gelombang 0,5 – 0,7 μm dan saluran infra merah termal pada panjang gelombang 10,5 – 12,5 μm . Resolusi spasial mencapai 3 Kilometer. Dalam aplikasinya, citra satelit ini dapat digunakan sebagai data yang nantinya dianalisis untuk deteksi rawan bencana banjir dan longsor, kenaikan muka air laut akibat badai tropis. Berikut adalah contoh tampilan citra satelit GMS.



Gambar 7. 4 Contoh Tampilan Satelit GMS 16 Oktober 2019. Sumber : Japan Meteorological Agency

7. 4. Citra HCMM

Satelit Heat Capacity Mapping Mission atau yang dikenal dengan satelit HCMM adalah satelit Amerika yang diluncurkan NASA sebagai bagian dari aplikasi satelit Explorer. Satelit ini berhasil orbit pada 26 April 1978. Sensornya berupa sebuah radiometer penyiam yang menggunakan spektrum tampak dan inframerah dekat ($0,55 - 1,1 \mu\text{m}$) dan saluran inframerah termal pada panjang gelombang ($10,5 - 12,5 \mu\text{m}$).



Gambar 7. 5 Perbandingan Kenampakan citra HCMM dengan Landsat. Sumber : WTLAB, (n.d) di akses pada 11 Oktober 2019

Resolusi spasial data HCMM sebesar 0,6 km pada bagian tengah citra dan sebesar 1 km pada bagian tepinya. Karena satelit HCMM tidak dilengkapi dengan pita magnetik maka perekaman datanya dilakukan langsung pada saat satelit HCMM berada di dalam jarak jangkauan stasiun penerima data HCMM (Amerika utara, Eropa, Australia). Pemanfaatan Data HCMM antara lain : pemetaan geologi berdasarkan peta ketahanan termal, pemetaan vegetasi, mendeteksi gangguan pada vegetasi, pemetaan kelembaban tanah, pemetaan pulau panas pada daerah perkotaan, pantauan pencemaran termal pada daerah industri.

7. 5. Pilihan Ganda

Berilah tanda silang (X) pada jawaban yang benar!

- 1) Definisi singkat daripada resolusi spasial adalah ...
 - a. Ukuran terkecil dari suatu objek yang dapat diidentifikasi
 - b. Ukuran terkecil dari suatu cakupan
 - c. Ukuran terkecil dalam satuan waktu
- 2) Definisi singkat daripada resolusi spektral adalah ...
 - a. Banyaknya jumlah saluran
 - b. Banyaknya jumlah band
 - c. Semua jawaban benar
- 3) Menurut Oktaviani dan Yarjohan, resolusi citra terbagi ke dalam berapa kelompok
 - a. 2 kelompok
 - b. Tiga kelompok
 - c. 4 kelompok
- 4) Menurut orbit satelit, NOAA dibagi menjadi dua macam yaitu
 - a. Geostasioner dan orbit polar
 - b. Rendah, menengah, tinggi
 - c. Low Earth Orbit (LEO) dan High Earth Orbit (HEO)
- 5) NOAA merupakan satelit yang dilengkapi dengan sejumlah sensor, yakni sensor.
 - a. 5 sensor
 - b. 6 sensor
 - c. 7 sensor

- 6) Data citra MODIS level 2 yang dikumpulkan dan dipaketkan dalam periode 1 hari, 8 hari, 1 bulan dan 1 tahun merupakan data
 - a. Level 3
 - b. Level 4
 - c. Level 5
- 7) Kanal citra MODIS yang dapat digunakan untuk menganalisis batas tanah, daratan, dan batas awan adalah kanal
 - a. 1, 2
 - b. 3, 7
 - c. 8, 16
- 8) Lembaga meteorologi milik Jepang yang mengendalikan satelit *Geostasioner Meteorologi Satelit*, atau GMS adalah
 - a. NASA
 - b. CNES
 - c. NASDA
- 9) Fungsi utama dari satelit GMS yaitu
 - a. Klimatologi
 - b. Meteorologi
 - c. Biologi
- 10) Pada bagian tengah citra, satelit HCMM memiliki resolusi sebesar
 - a. 500 meter
 - b. 750 meter
 - c. 1000 meter

Daftar Pustaka

- Japan Meterological Agency. 2019. Satellite Imagery. Di akses pada 16 Oktober 2019. Dari <https://www.jma.go.jp/en/gms/>
- NASDA. (1991). Geostationary Meteorological Satellite-4 (HIMAWARI-4). Technical Brochure Distributed by NASDA.
- NOAA. 2015. GOES West Satellite Imagery. Di akses pada 16 Oktober 2019 <https://www.ssd.noaa.gov/goes/west/epac/vis-1.jpg>
- Ocean color. 2019. Level-3 Browser. Di akses pada 13 Arpil 2019, dari <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/l3/>
- Oktaviani, Amelia & Yarjohan. 2016. Perbandingan Resolusi Spasial, Temporal Dan Radiometrik Serta Kendalanya. *Jurnal Enggano*. 1(2), 74-79.
- Satrioajie, W. Nugroho. 2012. Teknologi Citra Satelit MODIS Untuk Pengukuran Suhu Permukaan Laut. *Oseana*, 37 (3), 1 – 9
- Syaifullah, M. D., Nuryanto, S. 2016. Pemanfaatan Data Satelit GMS Multi Kanal Untuk Kegiatan Teknologi Modifikasi Cuaca. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 17 (2): 47 - 55
- Tahir, W., Ibrahim, Z., Ramli, S. 2009. Geostationary Meteorological Satellite-Based Quantitative Rainfall Estimation (GMS-Rain) for Flood Forecasting. *Malaysian Journal of Civil Engineering*, 21(1), 1-16.

WTLAB. (n.d). The Heat Capacity Mapping Mission (HCMM);
Weather Satellites. Di akses pada 3 Oktober 2019, dari
[http://wtlab.iis.u-
tokyo.ac.jp/wataru/lecture/rst/Sect9/Sect9_8.html](http://wtlab.iis.u-tokyo.ac.jp/wataru/lecture/rst/Sect9/Sect9_8.html)

BAB 8

CITRA SATELIT RESOLUSI MENENGAH

Capaian Pembelajaran Perkuliahan

Mahasiswa/i diharapkan mampu mengetahui uraian terkait berbagai macam citra satelit resolusi menengah beserta contoh penggunaannya

Indikator

1. Menjelaskan dan memberikan contoh penggunaan citra satelit Landsat
2. Menjelaskan dan memberikan contoh penggunaan citra satelit SPOT
3. Menjelaskan dan memberikan contoh penggunaan citra satelit Terra ASTER
4. Menjelaskan dan memberikan contoh penggunaan citra satelit Resourcesat-1 (IRS-P6)
5. Menjelaskan dan memberikan contoh penggunaan citra satelit JERS – 1
6. Menjelaskan dan memberikan contoh penggunaan citra satelit ERS – SAR
7. Menjelaskan dan memberikan contoh penggunaan citra satelit Sentinel

Materi

8.1 Citra Landsat

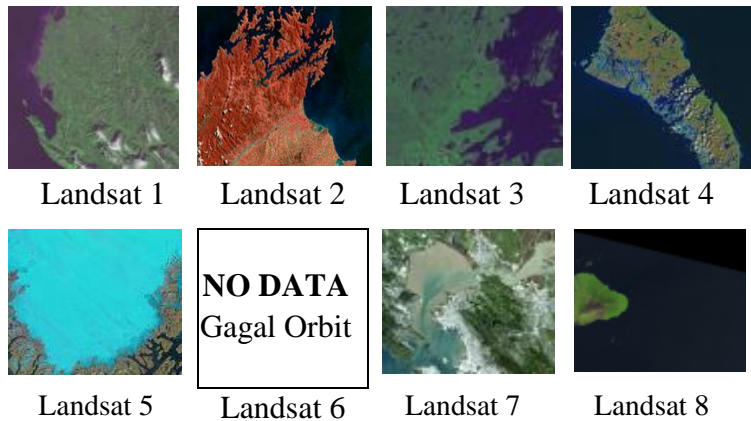
Mengutip dari Parangtritis Geomaritime Science Park (2016), citra Landsat merupakan satelit tertua di bumi. Adanya citra satelit Landsat dimulai pada tahun 1972 dengan meluncurkan satelit generasi pertama yaitu Landsat 1

diluncurkan 23 Juli 1972, Landsat 2 diluncurkan pada tanggal 22 Januari 1975, dan Landsat 3 pada tanggal 5 Maret 1978 tetapi landsat tersebut berakhir pada tanggal 22 Januari 1981. Satelit-satelit tersebut dilengkapi sensor MSS multispectral dan merupakan satelit eksperimen. Kemudian seiring berjalannya waktu, pada tahun 1982 diluncurkan kembali satelit bumi generasi kedua yaitu Landsat 4 dan Landsat 5. Landsat tersebut merupakan landsat semioperasional atau dimaksudkan untuk tujuan penelitian dan pengembangan.

Landsat 4 diluncurkan 16 Juli 1982 dan dihentikan pada tahun 1993, sedangkan Landsat 5 diluncurkan pada 1 Maret 1984 dengan dilengkapi sensor TM (Thematic Mapper) dan memiliki 30 x 30 m pada band 1,2,3,4,5,6,7. Sensor yang dimiliki Landsat 5 ini dapat mengamati obyek-obyek di permukaan bumi dan meliputi daerah yang sama setiap 16 hari dengan ketinggian orbit 705 km. Namun sejak November 2011 Landsat 5 mengalami gangguan, akibatnya pada tahun 2016 USGS mengumumkan akan menonaktifkan Landsat tersebut. Kemudian diluncurkan kembali untuk generasi citra satelit selanjutnya yaitu Landsat 6 pada tanggal 5 Oktober 1993 tetapi gagal mencapai orbit.

Setelah diluncurkannya ke lima satelit tersebut, kini mengikuti perubahan zaman maka diluncurkan satelit generasi berikutnya yaitu citra satelit Landsat 7 dan Landsat 8 guna menyempurnakan satelit generasi sebelumnya. Citra satelit Landsat 7 merupakan citra satelit bumi yang memiliki ETM (Enhanced Thematic Mapper) dan Scanner yang dapat

membantu untuk pemotretan foto udara. Landsat 7 ini diluncurkan pada bulan April 1999. Berikut ditampilkan citra Landsat 1 sampai dengan Landsat 8.



Gambar 8. 1 Citra Landsat 1 sampai dengan Citra Landsat 6.
Sumber (gisgeography.com, diakses tgl 15 Oktober 2019)

Berbeda dengan citra satelit Landsat 8 yang memiliki sensor Onboard Operational Land Imager (OLI) dan Thermal Infrared Sensor (TIRS). Landsat ini memiliki 11 band, 9 band diantaranya berada di OLI dan 2 band lainnya berada di TIRS. Sebagian band pada Landsat ini memiliki kesamaan dengan citra satelit Landsat 7. Landsat 8 ini dapat digunakan untuk mengetahui tingkat kerapatan dan luasan vegetasi. Berikut merupakan karakteristik beberapa kanal (band) yang dimiliki oleh citra Landsat resolusi 30 x 30 meter.

Tabel 8. 1. Kanal Citra Landsat 4, 5 TM, 7 ETM+ dan 8 OLI

Kanal	Landsat 4	Landsat 5 TM	Landsat 7 ETM+	Landsat 8 OLI
1	Blue	Blue	Blue	
2	Green	Green	Green	Blue
3	Red	Red	Red	Green
4	NIR	NIR	NIR	Red
5	SWIR	SWIR	SWIR	NIR
6				SWIR
7	SWIR	SWIR	SWIR	SWIR

Citra satelit Landsat banyak digunakan untuk pemetaan penutupan lahan, pemetaan penggunaan lahan, pemetaan tanah, pemetaan geologi, dan pemetaan suhu permukaan laut. Pengguna dari citra Landsat ini bisa dibilang mulai dari kalangan bawah hingga atas. Penggunaannya tidak dikenakan biaya dan mudah diakses secara online di laman <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

8. 2 Citra SPOT

SPOT atau **S**ysteme **P**our l'observation **D**e **L**a **T**erre merupakan satelit milik perancis yang mengusung pengindra HRV (SPOT1, 2, 3, 4) dan HRG (SPOT 5). Satelit ini mengorbit pada ketinggian 830 km dengan sudut inklinasi 80 derajat. satelit SPOT memiliki keunggulan pada sistem sensornya yang membawa dua sensor identik yang disebut HRVIR (haute resolution visibel infrared). Masing-masing sensor dapat diatur sumbu pengamatannya kekiri dan kekanan memotong arah

lintasan satelit merekam sampai 7 bidang liputan. SPOT 1 diluncurkan pada 22 Februari 1986 dengan dilengkapi sistem pencitraan 10 pankromatik dan kemampuan resolusi gambar multispektral pada tingkat 20 meter.

Satelit jenis ini mulai ditinggalkan pada 31 Desember 1990 karena diluncurkannya satelit SPOT jenis baru. SPOT 2 diluncurkan pada 22 Januari 1990 dan masih tetap digunakan. SPOT 3 diluncurkan pada 26 September 1993. Berhenti difungsikan pada 14 November 1997. SPOT 4 diluncurkan pada 24 Maret 1998. Memiliki kemajuan yang cukup besar dari satelit sebelumnya, SPOT – 1, 2, dan 3. Perubahan yang utama adalah modifikasi dari HRV (High Resolution Visible) menjadi High Resolution Visible and Infrared Instrument (HRVIR). Sehingga memiliki kemampuan tambahan dalam mendeteksi gelombang tengah inframerah (1.58 – 1.75 mikrometer) untuk keperluan survei geologi, survei vegetasi dan survei tutupan salju.

SPOT 5 diluncurkan pada 4 Mei 2002 dengan kemampuan resolusi tinggi yang berkisar pada level 2,5 meter, 5 meter, dan 10 meter. SPOT 6, diluncurkan pada tanggal 9 September 2012, merupakan satelit observasi resolusi tinggi, sama halnya dengan SPOT 7 yang memiliki resolusi 1,5 meter. SPOT 6 dan SPOT 7 akan menjamin kelangsungan layanan citra SPOT dari satelit SPOT 4 dan SPOT 5, yang telah beroperasi masing-masing sejak tahun 1998 dan 2002. SPOT 6 dan SPOT 7 memberikan produk resolusi tinggi 1,5 meter pankromatik dan 4-band multispektral (R/G/B/NIR) 6 meter. Pengguna bisa memanfaatkan citra arsip ataupun perekaman baru (tasking)

disesuaikan dengan kebutuhannya. Berikut ini adalah tabel Saluran citra SPOT dan aplikasinya serta contoh citra SPOT.

Tabel 8. 2 Saluran (band) SPOT dan Aplikasinya

Saluran (band)	Panjang Gelombang (μm)	Aplikasi
PA (Pankromatik) HRV, HRVIR, HRG, HRS	0,49 – 0,69	- Identifikasi wilayah permukiman - Kenampakan geologi - Bentang alam dan budaya
Saluran 1 : B1 (Hijau), HRV, HRVIR, HRG	0,49 – 0,61	- Kesuburan vegetasi - Identifikasi tanaman - Penetrasi tubuh air
Saluran 2 : B2 (merah) HRV, HRVIR, HRG	0,61 – 0,68	- Identifikasi penutup lahan - Kontras kenampakan vegetasi dan non vegetasi
Saluran 3 : B3 (NIR) HRV, HRVIR, HRG	0,78 – 0,89	- Tanggap biomassa vegetasi - Kontras tanaman, tanah dan air - Kenampakan geologi
Saluran 4 : B4 (SWIR) HRVIR, HRG	1,58 – 1,75	- Deteksi air permukaan - Perbedaan kontras batuan - Kontras air, tanah dan vegetasi
Saluran 0 : B0 (biru) Instrumen Vegetasi	0,43 – 0,47	- Deteksi perbedaan indeks vegetasi - Biomassa vegetasi - Identifikasi jenis tanaman

Sumber : Purwadhi, dkk (2015)



Gambar 8. 2 Citra Satelit SPOT 6 (1, 5 m) Sebagian Kawasan Semarang, Indonesia. Sumber: Satellite Image Corporation, di akses pada 13 September 2019

8. 3 Citra Terra ASTER

ASTER atau singkatan dari Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) adalah sensor penginderaan jauh yang ditempatkan pada EOS (Earth Observatio System) yang dikenal dengan TERRA Satelit. ASTER memiliki resolusi spasial 15 meter (VNIR), 30 meter (SWIR) dan 90 meter (TIR) dan memiliki resolusi spektral yang tinggi dengan 14 band yang dimiliki, yang merupakan sensor komersial dengan resolusi spektral yang paling banyak di dunia saat ini. Kombinasi band inframerah dapat membedakan obyek air dan bukan air secara kontras, kombinasi band cahaya tampak dapat menunjukkan perbedaan kualitas air

secara kuantitatif, sedangkan band termal kurang dapat membedakan obyek-obyek secara kontras sehingga untuk aplikasinya diperlukan persamaan matematis untuk mengkontraskannya. Citra ASTER dapat menggantikan citra satelit Landsat yang mengalami kerusakan pada sensornya dan dapat memberikan manfaat yang lebih untuk membantu dalam kegiatan inventarisasi potensi sumberdaya alam, Sukristiyanti, dkk (2006).

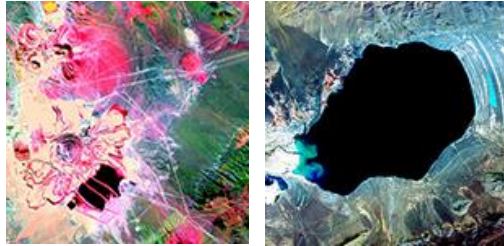
Proyeksi ASTER dibawah payung Earth Observing System (EOS) bertujuan untuk melakukan observasi permukaan bumi dalam rangka monitoring lingkungan hidup secara global dan pengindraan sumber daya alam. Sensor ASTER yang dikembangkan oleh Kementerian Ekonomi, Perdagangan dan Industri (METI) Jepang, merupakan salah satu sensor yang terpasang dalam satelit Terra yang diluncurkan pada 18 Desember 1999. Di bawah ini (Tabel 8. 3) disajikan spesifikasi citra satelit ASTER dan pemanfaatannya.

Tabel 8. 3 Spesifikasi Citra ASTER

Subsystem	Band No.	Spectral Range (μm)	Spatial Resolution, m	Quantization Levels
VNIR	1	0.52-0.60	15	8 bits
	2	0.63-0.69		
	3N	0.78-0.86		
	3B	0.78-0.86		
SWIR	4	1.60-1.70	30	8 bits
	5	2.145-2.185		
	6	2.185-2.225		
	7	2.235-2.285		
	8	2.295-2.365		
	9	2.360-2.430		
TIR	10	8.125-8.475	90	12 bits
	11	8.475-8.825		
	12	8.925-9.275		
	13	10.25-10.95		
	14	10.95-11.65		

Sumber : Satellite Image Corporation (n.d)

Tampilan daripada citra ASTER dapat dilihat pada Gambar 8. 3 berikut ini.



Gambar 8. 3 Citra ASTER Pertambangan di Escondida, New Meksiko (kiri), dan Danau Dagze, Tibet (kanan)
Sumber : Satellite Image Corporation (n.d)

Adapun pemanfaatan citra ASTER ini diantaranya; digunakan untuk pemetaan tumbuhan di daerah kering dan basah, monitoring suhu permukaan laut, monitoring hutang bakau, klasifikasi jenis tanah, monitoring kebakaran hutan dan monitoring analisa suhu permukaan tanah.

8. 4 Citra Resourcesat-1 (IRS-P6)

Resourcesat-1 (juga dikenal sebagai IRS-P6) merupakan satelit penginderaan jauh canggih yang dibangun oleh Indian Space Research Organization (ISRO). Satelit kesepuluh dari ISRO dalam seri IRS-RESOURCESAT 1 dimaksudkan untuk tidak hanya melanjutkan layanan data penginderaan jauh yang disediakan oleh IRS-1C dan IRS-1D, yang keduanya telah hidup lebih lama misi hidup yang dirancang mereka, tetapi juga meningkatkan kualitas data.



Gambar 8. 4 Citra Resourcesat 1 (LISS-III) Ahmedabad, India. Sumber : eoportal, diakses pada 15 Oktober 2019

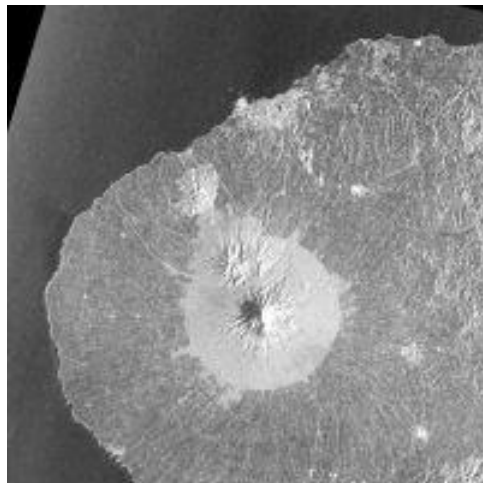
Satelit ini membawa tiga buah sensor, yaitu (1) LISS-III, (2) LISS-IV, dan AWiFS. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing sensor tersebut.

- 1) LISS-III, beroperasi dalam empat kanal, yaitu tiga kanal dalam gelombang tampak dan inframerah dekat (VNIR) yang masing-masing memiliki resolusi spasial 23,5 meter.
- 2) LISS-IV, dapat beroperasi secara monokromatik, dengan lebar cakupan, 70 Km dan multi spektral dengan lebar cakupan 23,5 Km. LISS IV bekerja dalam tiga saluran spektral, yaitu *visible*, *near infrared*, dan *the visible and near infrared region*.

- 3) AwiFS, beroperasi dalam empat kanal spektral yang identik dengan empat kanal spektral sensor LISS-III. Memiliki resolusi medium (56 meter) dengan lebar sapuan 740 Kilometer.

8.5 Citra JERS – 1

JERS-1 (Japan Earth Resources Satellite) merupakan satelit eksperimen hasil kerjasama pemerintahan Jepang NASDA (sekarang JAXA) dengan ERSDAC. Itu membawa tiga instrumen: Sebuah radar aperture sintetis L-band; Kamera optik nadir-pointing; Kamera optik yang tampak samping. Program JERS-1 kemudian dikembangkan dalam sensor PALSAR atas kerjasama METI dan JAXA. Satelit ini memiliki resolusi spasial 18 meter (kategori menengah).



Gambar 8.5 Citra JERS-1 Taranaki, Selandia Baru
Sumber : Landcarresearch, 1994.

8.6 Citra ERS - SAR

European Remote Sensing Satellite Aperture Radar atau disingkat ERS-SAR. Sistem radar ERS-SAR menggunakan instrumen AMI-SAR (Active Microwave Instrument – Synthetic Aperture Radar) yang menggunakan Scatterometer C-band. Berdasarkan ringkasan Purwadhi, dkk (2015) instrumen yang dibawa ERS-SAR 1 dan 2 serta pemanfaatannya antara lain:

- 1) RA (Radar Altimeter) digunakan untuk mengukur panjang dan ketinggian gelombang permukaan laut.
- 2) ATSR (Along Track Scanning Radiometer) digunakan untuk mendeteksi dan mengukur suhu permukaan air laut, dan penutup vegetasi daratan.
- 3) GOME (Global Ozone Monitoring Experiment) digunakan untuk mendeteksi dan mengukur ozon saat ini, gas-gas telusur dan aerosol pada daerah stratosfer dan troposfer.
- 4) MS (Microwave Saounder) digunakan untuk mendeteksi kelembapan tanah dan atmosfer
- 5) PRARE (Precise Range and Rate Equipment) digunakan untuk orbit satelit ERS
- 6) LRR (Laser Reflector) digunakan untuk kontrol posisi satelit ERS menggunakan stasiun laser di stasiun bumi.
- 7) IDHT (Instrumen Data Handling and Transmission) digunakan untuk menyimpan data citra dan mengirimkan ke stasiun bumi



Gambar 8. 6 Citra ERS SAR 11 November 1994.

Daerah ini sebagian besar terdiri dari daerah perkotaan, tetapi juga dari beberapa bidang pertanian dan kayu, yang masing-masing tidak dibedakan satu sama lain dalam citra ini. Sumber Earthnet Online, 2014, di akses pada 11 Juli 2019

8. 7 Citra Sentinel

Mengutip dari Emma (2017) Sentinel merupakan data citra satelit yang dapat diperoleh dengan tanpa biaya (berbayar). Sentinel -2 merupakan citra dengan resolusi tinggi dengan swath yang lebar, revisit di lokasi yang sama setiap 10 hari

(bandingkan dengan Landsat yang 16 hari sekali) dan dapat digunakan untuk kajian-kajian monitoring tutupan lahan, termasuk vegetasi, tanah dan air, juga jaringan air dan area pantai. Sentinel-2 Multispectral Instrument (MSI) sampel 13 band spektral: 4 band (Band 2, Band 3, Band 4, and Band 8) dengan resolusi 10m (bandingkan dengan pankromatik Landsat 15m), enam band (Band 5, Band 6, Band 7, Band 8a, Band 11, and Band 12) dengan resolusi spasial 20 meter dan tiga band (Band 1, Band 9, and Band 10) dengan resolusi spasial 60 meter.

Sentinel-2 merupakan pelengkap Landsat 7 dan 8 (lihat gambar). Data Sentinel dapat dimodifikasi dan digunakan untuk tema-tema: perencanaan ruang, monitoring agro/lingkungan, air, hutan dan vegetasi, karbon dan sumberdaya alam, serta hasil pertanian secara global.

Tabel 8. 4 Karakteristik Sentinel 1A

Parameter	Interferometric Wide Swath Mode
Polarisation	Dual (HH+HV, VV+VH)
Access (Insidence Angle)	31° - 46°
Azimuth Resolution	20 m
Ground Range Resolution	5 m
Azimuth and Range Look	Single
Swath	250 km
Maximum noise – equivalent sigma zero (NESZ)	-22 dB
Radiometric Stability	0.5 dB (3 σ)
Radiometric Accuracy	1 dB (3 σ)
Phase error	5°

Sumber : Putri, dkk (2018)

Tabel 8. 5 Karakteristik Sentinel 2A

Band	Panjang Gelombang (μm)	Resolusi Spasial (m)
Band 1 – Coastal Aerosol	0,443	60
Band 2 – Blue	0,490	10
Band 3 – Green	0,560	10
Band 4 – Red	0,665	10
Band 5 – Vegetation Red Edge	0,705	20
Band 6 – Vegetation Red Edge	0,740	20
Band 7 – Vegetation Red Edge	0,783	20
Band 8 – NIR	0,842	10
Band 8A – Vegetation Red Edge	0,865	20

Sumber : ESA (2015)

Terdapat berbagai macam penggunaan satelit Sentinel, diantaranya adalah indeksasi vegetasi, deteksi tutupan lamun, penggunaan lahan, analisa mangrove, lahan kritis dan sebagainya. Adapun contoh kenampakan dari citra Sentinel adalah sebagai berikut.



Gambar 8. 7 Kenampakan Citra Satelit Sentinel

Sumber : Emma, 2017

8.8 Latihan Soal

Lengkapi isian kolom pada tabel berikut!

Kisi Soal	Lengkapi								
Citra yang memiliki resolusi spasial 30 x 30 meter	L	...	...	D	...	A	...		
Singkatan dari “Systeme Pour l’observation De La Terre”	...	P	...	...			
Satelit di bawah payung Earth Observing System	A	...	...	...	R				
Beroperasi dalam empat kanal spektral yang identik dengan empat kanal spektral sensor LISS-III	...	w	i	...	...		
Satelit eksperimen hasil kerjasama JAXA dengan ERSDAC	J	...	...	...	-	...
Instrumen yang dibawa ERS-SAR 1 dan 2 yang digunakan untuk deteksi tutupan vegetasi	...	...	S	...					
Satelit pelengkap Landsat 7 dan 8	S			T			E		

Daftar Pustaka

- Landcareresearch. 1994. Japan Earth Resources-1 (JERS-1). Di akses pada 20 September 2019, dari <https://www.landcareresearch.co.nz/resources/maps-satellites/remote-sensing-and-image-processing/satellite-data/japan-earth-resources-1-jers-1>
- Parang Tritis Geomaritime Science Park. 2016. Perkembangan Landsat. Di akses pada 15 Oktober 2019, dari <https://pgsp.big.go.id/perkembangan-landsat/>
- Purwadhi, S. H., Rokhmatullah, Haryani, N. S. 2015. Aplikasi Teknologi Penginderaan Jauh Untuk Pengembangan Wilayah. Depok: Dept. Geografi, FMIPA UI.
- Earthnet Online. 2014. ERS SAR Imagery for Urban Climate Studies. Di akses pada 11 Juli 2019, dari <https://earth.esa.int/workshops/ers97/papers/wald/index-2.html>
- Eoportal. 2011. ResourceSat-1 — formerly IRS-P6 (Indian Remote-Sensing Satellite-P6). Di akses pada 15 Oktober 2019, dari <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/-/irsp6>
- ESA. 2015. Sentinel-2 User Handbook. ESA Standard Document User Handbook. European Space Agency.
- Putri, D. Ramanda., Sukmono, A., Sudarsono, B. 2018. Analisis Kombinasi Citra Sentinel-1a Dan Citra Sentinel-2a Untuk

Klasifikasi Tutupan Lahan (Studi Kasus: Kabupaten Demak, Jawa Tengah). *Jurnal Geodesi UNDIP*. 7 (2), 85 - 96

Gisgeography. Landsat Program: Satellite Imagery Data and Bands. Di akses pada 3 Oktober 2019, dari <https://gisgeography.com/landsat-program-satellite-imagery-bands/>

Satellite Image Corporation. *n.d.* SPOT-6 Satellite Image of Semarang, Indonesia. Di akses pada 4 Oktober 2019, dari <https://www.satimagingcorp.com/gallery/spot-6/spot-6-semarang-indonesia/>

Sukristiyanti, Lestiana, H., Maria, R., Karningsih, N, Sutarman. 2006. Pemanfaatan Citra Satelit Terra-Aster Untuk Inventarisasi Potensi Sumberdaya Air : Karakteristik Citra Satelit Terra-Aster. Bandung: Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI.

BAB 9

CITRA SATELIT RESOLUSI TINGGI

Capaian Pembelajaran Perkuliahan

Mahasiswa/i diharapkan mampu mengetahui uraian terkait berbagai macam citra satelit resolusi tinggi beserta contoh penggunaannya

Indikator

1. Menjelaskan dan memberikan contoh penggunaan citra satelit IKONOS
2. Menjelaskan dan memberikan contoh penggunaan citra satelit ALOS
3. Menjelaskan dan memberikan contoh penggunaan citra satelit Worldview
4. Menjelaskan dan memberikan contoh penggunaan citra satelit Quickbird

Materi

9.1 Citra IKONOS

Menurut Kusumowidagdo, (2007) satelit IKONOS adalah satelit indera komersil pertama yang dioperasikan dengan tingkat ketelitian 1 meter untuk model pankromatik dan 4 meter untuk model multispektral yang merupakan milik Space Imaging Agency (USA), dan berhasil memproduksi citra satelit indera dengan ketelitian 235 kali ketelitian citra Landsat 7 band pankromatik. IKONOS merupakan produk dari Digital Globe.

Citra Satelit IKONOS merupakan citra resolusi tinggi pertama yang diluncurkan pada tanggal 24 November 1999 oleh Vandenburg Air Force California. Gambar 7. 3 merupakan contoh dari satelit IKONOS.



Gambar 9. 1 Citra Satelit IKONOS

Sumber : citraspasial.com diakses pada 9 Oktober 2019

Satelit Ikonos menghasilkan citra pankromatik dengan resolusi 0,82 meter dan citra multispektral dengan resolusi 3,2 meter. Dengan teknik “Pan Sharpening”, citra pankromatik 1 meter dapat dikombinasikan dengan citra multispektral 4 meter. Saluran pankromatik menggunakan panjang gelombang ($0,45 \mu\text{m} - 0,90 \mu\text{m}$) dan multispektral dengan 3 saluran pada panjang gelombang tampak (visible) serta satu saluran inframerah dekat. Berikut adalah resolusi spektral yang dimiliki citra IKONOS.

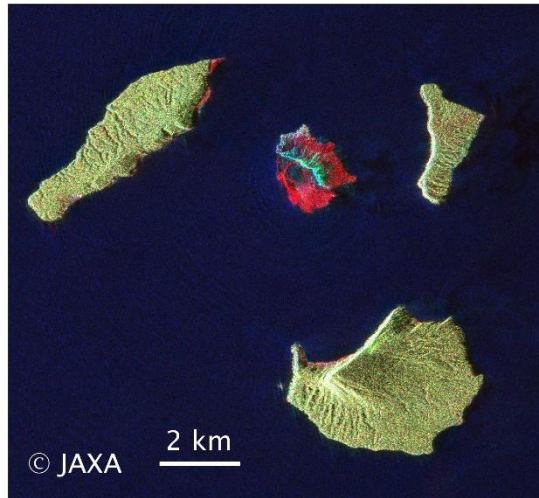
Tabel 9. 1 Resolusi Spektral citra IKONOS

Panjang Gelombang	Saluran
Kanal 445 – 516 μm	Blue
Kanal 506 – 595 μm	Green
Kanal 632 – 698 μm	Red
Kanal 757 – 853 μm	NIR
Kanal 450 – 900 μm	PAN

Sampai dengan saat ini citra IKONOS telah banyak membantu dalam penataan ruang perkotaan, perkebunan, eksplorasi tambang, bencana alam dan perencanaan dalam skala detail lainnya.

9. 2 Citra ALOS

ALOS (Advanced Land Observing Satellite) merupakan satelit multimisi milik Jepang, generasi lanjutan dari JERS-1 dan ADEOS yang dilengkapi dengan teknologi yang lebih maju yang diluncurkan pada tanggal 24 Januari 2006. Misi utamanya adalah kartografi, pengamatan regional, pemantauan bencana alam, penelitian sumberdaya alam, dan pengembangan teknologi. Gambar 9. 2 citra ALOS yang menunjukkan kondisi pasca erupsi anak Krakatau 24 Desember 2018.



Gambar 9. 2 Kondisi Anak Krakatau Pasca Erupsi
Sumber : JAXA, 2018

Satelit ALOS dilengkapi dengan tiga buah sensor dan subsistem pendukung misi, yaitu; PRISM, AVNIR dan PALSAR (Julzarika, 2009). Adapun penjelasan dari masing-masing sensor tersebut adalah;

- 1) PRISM (The Panchromatic Remote Sensing Instrument for Stereo Mapping) adalah sensor untuk merekam citra optis pankromatik pada panjang gelombang $0,52 - 0,77 \mu\text{m}$ dan memiliki resolusi spasial 2,5 meter.
- 2) AVNIR (Advanced Visible and Near Infrared Radiometer) merupakan sensor pantulan dari sinar tampak dan inframerah dekat. Empat saluran spektral AVNIR diantaranya; Blue ($0,42 - 0,50 \mu\text{m}$), Green ($0,52 - 0,60 \mu\text{m}$), Red ($0,61 - 0,69 \mu\text{m}$), inframerah ($0,76 - 0,89 \mu\text{m}$). Satu

scene AVNIR seluas 70 x 70 Kilometer dengan resolusi spasial 10 meter.

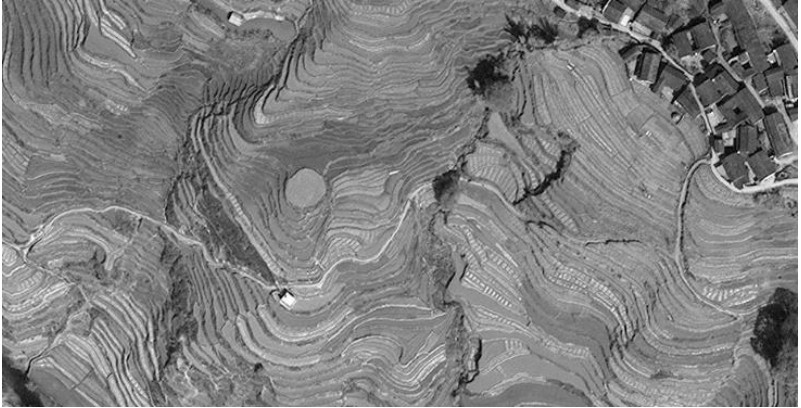
- 3) PALSAR (Phase Array type L-band Synthetic Apertur Radar), sensor ini merupakan pengembangan dari sensor JERS-1 dengan luas per *scene* 250 – 350 Kilometer. Resolusi spasial dari sensor ini mencapai 6,5 meter.

Dalam bidang pertanian, citra ALOS banyak dimanfaatkan untuk analisis longsor, penutup lahan, biomassa, kelembapan tanah, pendaftaran tanah, evaluasi sumberdaya lahan, pemetaan lahan sawah dan sebagainya.

9.3 Citra Worldview

Worldview merupakan satelit penginderaan Jauh milik DigitalGlobe. Pustekdata LAPAN menyediakan data WorldView-1, WorldView-2, dan WorldView-3. WorldView-1 diluncurkan pada 18 September 2007. WorldView-2 diluncurkan pada tanggal 8 Oktober 2009. Citra WorldView full color cocok digunakan untuk aplikasi *Enhanced Spectral Analysis, mapping, monitoring*, perencanaan penggunaan lahan, mitigasi bencana, eksplorasi, pertahanan, dan lingkungan.

Citra Satelit Worldview – 1 mengorbit pada ketinggian 496 Km di atas permukaan bumi dengan resolusi spasial 0,5 meter. Worldview-1 dapat mengelilingi bumi dalam waktu 1,7 hari. Satelit ini hanya menghasilkan hanya menghasilkan citra pankromatik (hitam - putih) saja dengan luas per *scene* 17,6 Kilometer.



Gambar 9. 3 Citra Satelit Worldview, Persawahan di Shanggaji, China. Sumber : Geocento, 2015, di akses pada 16 September 2019

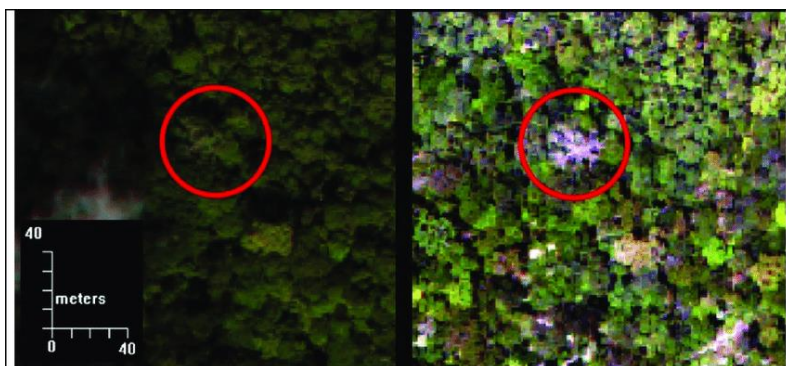
Citra Satelit Worldview – 2 diluncurkan pada 8 Oktober 2009 dan dapat mengelilingi bumi dalam waktu 1,1 hari dengan hasil perekaman 975. 000 Km². Satelit ini menghasilkan citra pankromatik dengan resolusi spasial 0,5 meter dan citra multispektral dengan resolusi 1,8 meter pada nadir dan resolusi 2,4 meter pada off nadir.



Gambar 9. 4 Citra Satelit Worldview, Salah satu pesisir di Sulawesi. Sumber : geoimage, 2013, di akses pada 16 September 2019

Citra Worldview – 3 merupakan satelit yang diluncurkan pada 13 Agustus Tahun 2014. WorldView- 3 memberikan citra pankromatik secara komersial dari resolusi 0,31 m (12 in), delapan-band resolusi citra multispektral dengan 1,24 m (4 ft 1 in), citra inframerah gelombang pendek di resolusi 3,7 m (12 ft 2 di), dan CAVIS (Awan, aerosol, Uap, Es, dan Salju) data pada

resolusi 30 m (98 kaki). Resolusi spasial dari citra ini adalah 30 cm (0,3 m) dengan resolusi spektral sebanyak 4 band, diantaranya; pankromatik (450 – 800 μm), merah (655 – 690 μm), hijau (510 – 580 μm), dan biru (450 - 510 μm). Satelit ini mampu merekam objek dengan luas 680.000 Km^2 per hari dan mengelilingi bumi dalam waktu < 1 hari.



Gambar 9.5 Citra Worldview – 3 pohon masih hidup (kiri) dan pohon sudah mati (kanan). Sumber : Whitfield, 2019

9.4 Citra Quickbird

Citra Quickbird merupakan salah satu citra satelit yang memiliki resolusi spasial tinggi yang dimiliki dan dioperasikan oleh Digital Globe. Citra ini memiliki resolusi piksel sebesar 0,61 meter, artinya obyek yang ukurannya lebih kecil dari 0,61 m tidak dapat dikenali (tidak tampak) dalam citra (Reddy, 2008). Quickbird diluncurkan pada tanggal 18 Oktober 2001 di California, U.S.A. 98° orbit sun-synchronous dan mulai memproduksi data pada bulan Mei 2002. Misi pertama kali satelit ini adalah menampilkan citra digital resolusi tinggi untuk

kebutuhan komersil yang berisi informasi geografi seperti sumber daya alam.

Tabel 9. 2 Resolusi Spektral citra Quickbird

Saluran	Panjang Gelombang
Pankromatik	0,45 – 0,90 μm
Band 1 (blue)	0,45 – 0,52 μm
Band 2 (green)	0,52 – 0,60 μm
Band 3 (red)	0,63 – 0,69 μm
Band 4 (VNIR)	0,76 – 0,90 μm

Sumber : Rudianto, 2010

Banyak sekali manfaat dari citra Quickbird tidak terkecuali bidang pertanian, beberapa diantaranya seperti; observasi lahan yang luas, per petak, hingga tiap individu tanaman, identifikasi jenis tanaman, kondisi tanah, potensi panen, efektifitas pengairan, kesuburan dan penyakit tanaman, monitoring kandungan air, pantau umur tanaman, perubahan jenis tanaman, alih fungsi lahan, menghitung jumlah pohon dan volume hasil komoditi hasil pertanian, perencanaan pola tanam, dan peremajaan perkebunan. Adapun contoh tampilan citra Quickbird bisa dilihat pada Gambar 9. 6 berikut ini.



Gambar 9. 6 Citra Quickbird Lahan Pertanian
Sumber : indonetwork.co.id, diakses pada 15 Oktober 2019

9. 5 Latihan Soal

- 1) Satelit komersil pertama yang diluncurkan dengan resolusi spasial 1 meter adalah
- 2) ALOS PALSAR memiliki luas per *scene* Kilometer.
- 3) Resolusi spektral (pankromatik) Worldview terdapat pada panjang gelombang sampai dengan μm .
- 4) Sebutkan minimal tiga manfaat citra Quickbird pada sektor pertanian!
- 5) Coba anda cari citra satelit resolusi tinggi selain daripada yang sudah disebutkan pada bab ini.

Daftar Pustaka

- Citraspasial. 2014. Citra Satelit IKONOS. Di akses pada 3 September 2019, dari <http://citraspasial.com/jual-citra-satelit-resolusi-tinggi-ikonos/>
- Geoimage. 2013. Worldview-2. Di akses pada 16 September 2019, dari <https://www.geoimage.com.au/satellite/worldview-2>
- Geocento. 2015. Worldview-1 Satellite Imagery. Di akses pada 16 September 2019, dari <https://geocento.com/satellite-imagery-gallery/worldview-1/>
- JAXA. 2018. Observation Result for Eruption of Anak Krakatau Volcano in Indonesia by ALOS-2. Di akses pada 3 September 2019, dari https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS-2/en/img_up/dis_pal2_eruption_anak_krakatau_20181226.htm
- Julzarika, A. 2009. Peranan Citra satelit ALOS Untuk Berbagai Aplikasi Teknik Geodesi dan Geomatika di Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Revitalisasi Data*
- Kusumowidagdo, Mulyadi, dkk. 2007. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Jakarta: Lapan.
- Reddy, M., Anji. 2008. Textbook of: Remote Sensing and Geographical Information Systems. India: BS Publication.
- Rudianto, Bambang. 2010. Analisis Ketelitian Objek pada Peta Citra Quickbird RS 0,68 m dan IKONOS RS 1,0 m. *Jurnal Rekayasa*, 14 (3), 156 – 164.
- Whitfield, Stephen. 2019. Exploring Temporality in Socio-Ecological Resilience through Experiences of the 2015/16 El Niño across the Tropics. *Global Environmental Change*, 55, 1 – 14.

BAB 10
IMPLEMENTASI INDRAJA
UNTUK PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN

Studi Kasus

“Model Spasial Perubahan Penggunaan Lahan Sawah Untuk
Mendukung Kebijakan Lahan Pertanian Pangan
Berkelanjutan”

Penulis : Mujiono & Indah Fitria (2019). Terbit pada : Jurnal
AGRITROP, 17 (1), hal. 113 – 123.

10. 1 Latar Belakang

Saat ini, upaya pemerintah daerah dalam mewujudkan ketahanan pangan tersebut sedang dihadapkan pada praktek perubahan lahan sawah yang semakin memprihatinkan dan perlu ditertibkan. Sementara lahan sawah bersifat rigid artinya tidak semua lahan pertanian bisa dijadikan lahan sawah karena sawah mempunyai karakteristik khusus yaitu tersedianya air yang cukup dengan tingkat kesuburan yang tinggi, (Widayati, 2015).

Berdasarkan keterangan dari Direktorat Pangan dan Pertanian (2015), pada tahun 2009 Pemerintah bersama-sama dengan DPR mengesahkan lahirnya Undang-Undang No. 41 Tahun 2009 tentang Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B). Undang-undang ini diharapkan dapat menahan laju perubahan lahan sawah khususnya sawah dengan irigasi teknis sehingga dapat menopang ketahanan pangan.

Model perubahan penggunaan lahan bisa menjadi instrumen untuk memahami dinamika perubahan lahan sawah dan dampaknya terhadap ketersediaan beras sekaligus sebagai sistem peringatan dini dampak perubahan penggunaan lahan di masa depan, (Latuamury, 2013).

Bila pola perubahan yang berlangsung dalam suatu rentang waktu dimodelkan secara dinamik dan berbasis spasial maka akan diperoleh informasi tentang lokasi (*where*) dan luas (*how much*) yang dimungkinkan terjadi di masa depan.

Model spasial perubahan penggunaan lahan yang di dalamnya memuat prediksi perubahan lahan sawah diperlukan sebagai bahan antisipasi terhadap perubahan fungsi pemanfaatan ruang, (Dwinanto, dkk, 2016). Upaya pembangunan basis data spasial harus dilakukan oleh pemerintah daerah seperti dukungan teknologi penginderaan jauh dan sistem informasi geografis akan mempermudah proses pemantauan dinamik penggunaan lahan, proses pembaruan dan analisis spasial yang dibutuhkan secara lebih cepat dan lebih akurat.

10. 2 Metodologi

Metode yang digunakan untuk membuat model perubahan adalah dengan pendekatan Markov Chain Cellular Automata. Model Cellular Automata (CA) adalah metode berbasis agen diskrit, umumnya digunakan dalam aplikasi berbasis sel yang paling banyak digunakan untuk mensimulasikan perubahan penggunaan lahan dalam beberapa dekade terakhir, (Davies, dkk

2014; Chia-An Ku, 2016). Sesuai dengan namanya, CA berisi sejumlah sel (*cell*), yang memiliki nilai tertentu. Setiap sel dapat berubah mengikuti suatu prinsip transisi tertentu (*transition rule*). Menurut White dan Engelen (2000) CA terdiri dari empat komponen yang saling berinteraksi dan dituliskan dengan notasi:

$$X, S, N, R$$

dimana;

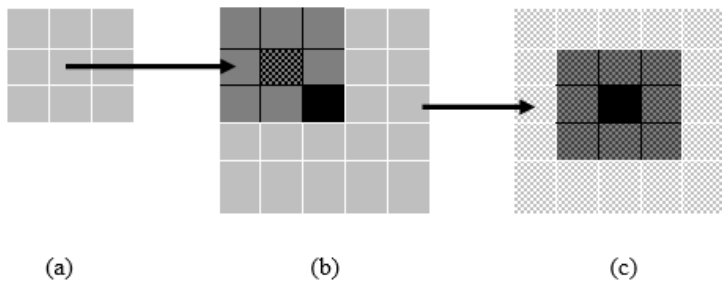
- X (*cell space*) : dimensi ruang dari sel (*cell space*)
- S (*cell states*) : keadaan (nilai) yang mungkin dicapai oleh suatu sel
- N (*neighbourhood*) : jumlah sel tetangga yang dipertimbangkan
- R (*transition rule*) : prinsip penentuan nilai suatu sel

Perubahan state (S) dari keadaan awal (S_t) pada waktu t menjadi (S_{t+1}) pada waktu $t+1$ merupakan fungsi dari kondisi sekitarnya (N) dan prinsip transisi tertentu (R). Secara matematis fungsi perubahan dapat dituliskan dengan notasi:

$$S_{t+1} = f(S_t, N, T)$$

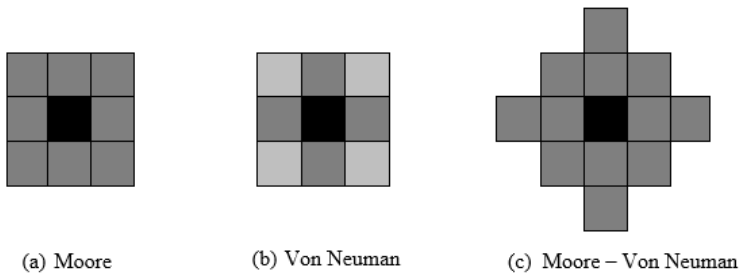
Fungsi persamaan (S) apabila dinyatakan dengan kalimat akan menjadi “suatu sel dengan nilai S tertentu (misal; perkebunan) pada waktu t (S_t), akan tetap berupa perkebunan

atau berubah menjadi tutupan lahan lainnya pada waktu $t+1$ (S_{t+1}), tergantung dari tutupan lahan di sekelilingnya pada waktu t (N) dan faktor atau pertimbangan tertentu yang ditetapkan dalam *transition of rule* (R)". Contoh lain untuk menggambarkan penjelasan di atas dapat dilihat pada gambar 8. 2



Gambar 10. 1. Model Transisi Perubahan Suatu Sel

Keterangan: (a) ada 8 sel yang mengelilingi sel utama (sentral), (b) jika ada satu sel atau lebih yang dikembangkan (warna hitam) maka sel akan berkembang, (c) jika terus meletakkan hal yang sama untuk setiap sel, maka sel akan terdifusi ke bagian bawah. Model determinan cellular automata dari dua ahli atau pengembangan dari keduanya. Sedangkan model cellular automata menurut ahli dapat dilihat pada beberapa gambar 2. 1. Di bawah ini.



Gambar 10. 2. Contoh Model Cellular Automata dari/Kombinasi Beberapa Ahli

Data yang digunakan dalam pembuatan model perubahan ini adalah citra Landsat 7 ETM+ Tahun 2000, Landsat 5 TM Tahun 2010 dan Landsat 8 OLI Tahun 2019. Adapun peralatan atau *software* yang digunakan adalah ENVI 5. 1 ArcGIS 10. 2 dan IDRISI Selva 17.

10. 3 Pembahasan

Klasifikasi Penggunaan Lahan dan Validasinya

Berdasarkan uji validasi klasifikasi penggunaan lahan dengan metode terbimbing (*supervised*) menggunakan *software* ENVI 5.1 pada citra tahun 2019 menghasilkan nilai akurasi keseluruhan sebesar 83,1 persen (Gambar 8. 4), itu artinya klasifikasi dapat diterima sekaligus referensi bagi citra lainnya baik citra Landsat ETM 7 Tahun 2000 maupun Landsat TM 7 Tahun 2010.

Confusion Matrix: E:\Landsat 8_08 Maret 2019\nm5x5_2019

Overall Accuracy = (28513/34313) 83.0968%

Kappa Coefficient = 0.5637

Class	Ground Truth (Pixels)				
	Hutan (sampel)	Lahan basah	Lahan terbuka	Lahan terbang	Perkebunan (s
Unclassified	0	0	0	0	0
Hutan	1033	0	0	0	228
Lahan basah	0	592	0	0	0
Lahan terbuka	0	0	353	52	1
Lahan terbang	0	0	0	626	0
Perkebunan	4410	0	0	0	24364
Sawah	0	119	799	38	37
Total	5443	711	1152	716	24630

Gambar 10. 3. Nilai Akurasi (Overall Accuracy) Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan Tahun 2019

Oleh karena validasi sudah memenuhi standar, maka model spasial layak untuk dilanjutkan dan akan dideskripsikan pada masing-masing sub bab berikut ini.

Perubahan Lahan Sawah di Kabupaten Seluma

Periode Tahun 2000 - 2010

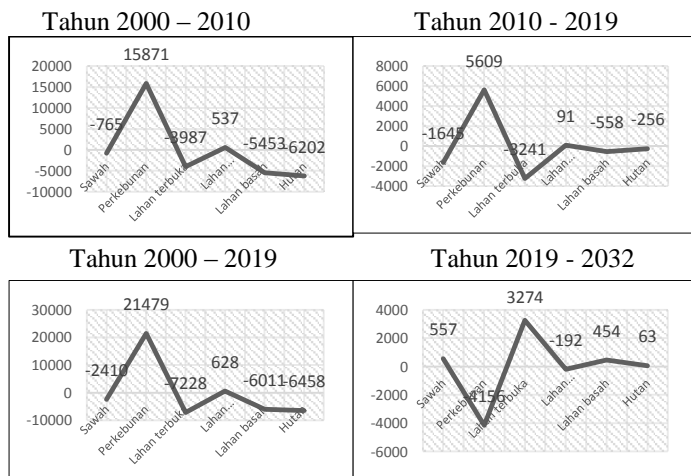
Perubahan lahan pada rentang tahun 2000 – 2010 menyebabkan kabupaten Seluma kehilangan 765 ha sawah. Fenomena ini disebabkan oleh meningkatnya luas perkebunan baik sawit maupun karet seluas 15.871 hektar. Konversi lahan sawah menjadi perkebunan terjadi di semua wilayah dengan ketinggian bervariasi antara 0 – 716 m dpl dan tingkat kemiringan lereng 0 – 2 %. Jika dilihat dari persentase lerengnya, wilayah yang berubah terkategori datar, maka wajar apabila konversi lahan sawah menjadi lahan terbangun juga cukup signifikan, yakni seluas 537 hektar.

Periode Tahun 2010 - 2019

Pada periode ini, tren perubahan lahan sawah meningkat 100 persen dibandingkan periode sebelumnya, yakni 1.645 hektar. Namun, perkebunan hanya meningkat 35 persen, yakni 5.609 hektar. Sedangkan lahan terbangun bertambah 91 ha atau hanya 17 persen saja. Perubahan lahan sawah banyak terjadi di bagian Selatan, oleh karena keadaan fisik wilayah yang cenderung datar sehingga mudah untuk diusahakan.

Periode Tahun 2000 - 2019

Dalam kurun waktu 19 tahun, kabupaten Seluma telah kehilangan 2.410 ha sawah. Perkebunan berkontribusi besar dalam perubahan tersebut dengan luas 21.479 hektar. Kemudian kontributor lainnya yang juga turut berperan adalah lahan terbangun seluas 628 hektar. Grafik perubahan lahan dapat dilihat pada Gambar 3. 2 berikut ini.



Gambar 10. 4. Luas Perubahan Lahan Sawah di Kab. Seluma

Model Spasial Perubahan Lahan Sawah Tahun 2032

Faktor Pendorong Lahan Sawah

Pada dasarnya hampir tidak ada perencanaan yang tidak dilakukan di atas lahan. Oleh karena itu, informasi penggunaan lahan secara spasial (lokasi) dan temporal (waktu) sangat diperlukan dalam proses perencanaan dan pengambilan keputusan jangka panjang. Simulasi penggunaan lahan pada tahun 2032 dimaksudkan dapat memberikan pertimbangan penataan ruang di masa yang akan datang.

Lahan sawah tidak mungkin berubah jika tidak dipengaruhi oleh faktor-faktor yang ada disekitarnya, baik fisik maupun sosial. Secara fisik perubahan lahan sawah dipengaruhi oleh setidaknya; jarak dari jalan, jarak dari permukiman, jarak dari sungai, ketinggian dan lereng. Faktor – faktor tersebut selanjutnya akan diuji menggunakan korelasi Cramer's V. Jika nilai dari salah satu variabel pendorong memiliki nilai di kisaran $> 0,15$ maka variabel tersebut berpengaruh. Namun sebaliknya jika memiliki nilai $< 0,15$ maka variabel tersebut kurang atau bahkan tidak berpengaruh terhadap perubahan lahan sawah.

Berdasarkan nilai rata-rata uji korelasi Cramer's V, permukiman lebih berpengaruh terhadap perubahan lahan sawah dengan nilai 0,16 dibandingkan dengan faktor jarak dari jalan, yakni dengan nilai 0,12. Hasil tersebut memiliki makna bahwa penambahan penduduk berpengaruh pada meningkatnya kebutuhan dan perubahan lahan sawah. Sementara jalan berperan sebagai akses ke lahan pertanian.

Setelah melakukan uji korelasi Cramer's V di atas, langkah selanjutnya yaitu melakukan uji transisi potensial. Sesuai dengan tema yang dipilih, maka sub model yang di uji hanya lahan "Sawah". Pengujian dilakukan dengan pengulangan (iterasi) sebanyak 100.000 kali (maksimum) dengan harapan dapat mencapai akurasi > 50 persen. Adapun model statistik yang digunakan yaitu jaringan syaraf tiruan (MLP Neural Network). Hasil iterasi yang dilakukan pada sub model lahan "sawah" memiliki nilai akurasi sebesar 60,17 persen atau dengan kata lain potensi transisi dapat diterima sehingga memiliki tingkat pengaruh dan kepercayaan yang baik seperti yang terlihat pada gambar 3. 3 berikut ini.

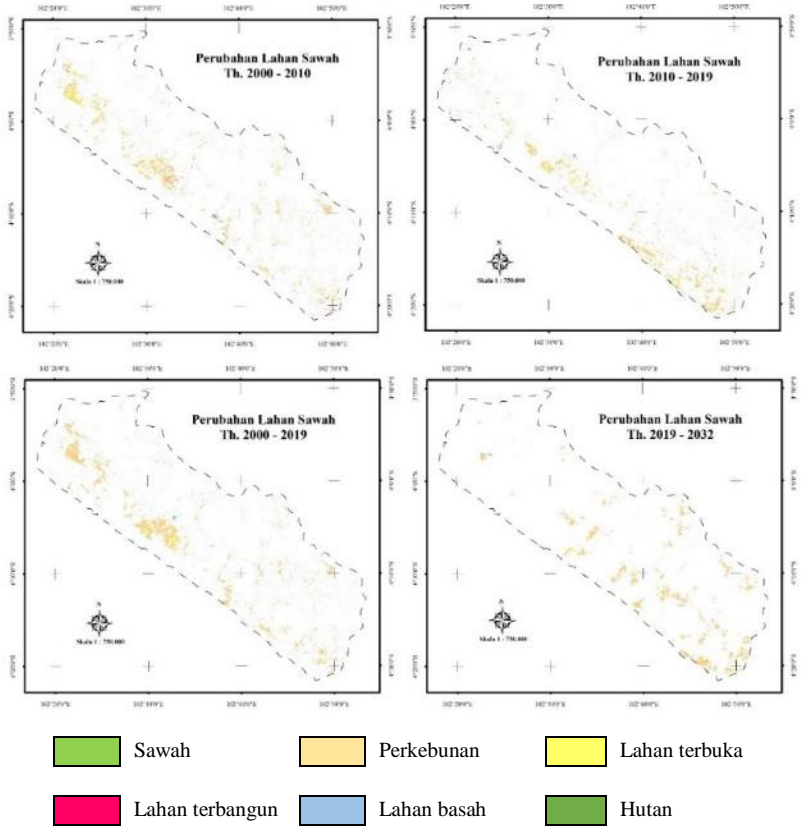
Stopping criteria	Running statistics
RMS : $\sqrt{0.01}$	Iterations : 100000 Learning rate : 0.0010
Iterations : $\sqrt{100000}$	Training RMS : 0.2937 Testing RMS : 0.3134
Accuracy rate : $\sqrt{100}$ %	Accuracy rate : 60.17% Skill measure : 0.5221

Gambar 10. 5 Iterasi Transisi Potensial pada Sub Model Lahan "Sawah"

Prediksi Perubahan Lahan Sawah Tahun 2019 - 2032

Tingginya pengaruh faktor pendorong pada uji Cramer's V khususnya permukiman dan terpenuhinya nilai akurasi transisi potensial, maka modal untuk membuat model spasial perubahan lahan sawah semakin memungkinkan untuk dilakukan. Merujuk pada RTRW Kabupaten Seluma, maka pembuatan model spasial dilakukan hingga tahun 2032.

Jika pada periode sebelumnya, lahan sawah cenderung mengalami penurunan, maka berbeda dengan periode tahun 2019 - 2032 yang mengalami penambahan seluas 557 hektar. Pada model ini, perubahan lahan sawah banyak terjadi di sisi Selatan dengan karakteristik fisik wilayah yang cenderung datar dan mudah untuk diintervensi/ dibudidayakan. Selain itu, lahan basah dan hutan juga mengalami perubahan, yakni masing – masing bertambah 454 ha dan 63 ha. Hal menarik lainnya adalah perubahan lahan perkebunan, jika pada periode sebelumnya semakin bertambah, pada model kali ini justru berkurang seluas 4.156 ha sedangkan lahan terbuka bertambah menjadi 3.274 hektar. Fenomena tersebut sangat dimungkinkan dipengaruhi oleh kegiatan peremajaan (replanting) perkebunan terutama sawit. Menurut Mardhika & Sudrajat (2015), kelapa sawit merupakan tanaman tahunan yang dapat berproduksi secara ekonomis sampai dengan umur 25–30 tahun. Jadi jika dihitung sejak tahun 2000 sampai dengan 2032, maka umur sawit tersebut sudah 32 tahun. Pada Gambar 10. 6. di bawah ini disajikan peta perubahan lahan dalam empat periode sekaligus.



Gambar 10. 6. Peta Perubahan Lahan Sawah di Kab. Seluma

Daftar Pustaka

- Chia-An Ku. 2016. Incorporating spatial regression model into cellular. *Applied Geography*. 69, 1 – 9.
- Davies KJ, Green JEF, Bean NG, Binder,BJ, Ross JV. 2014. On the Derivation of Approximations to Cellular Automata Models and the Assumption of Independence. *Mathematical Biosciences*. 253, 63–71.
- Direktorat Pangan dan Pertanian (Indonesia). 2015. Evaluasi Implementasi Kebijakan Lahan pertanian Pangan Berkelanjutan. Jakarta: Bappenas.
- Dwinanto AAD, Munibah K, Untung S. 2016. Model Perubahan dan Arahan Penggunaan Lahan untuk Mendukung Ketersediaan Beras di Kabupaten Brebes dan Kabupaten Cilacap. *Tata Loka*. 18 (1): 157 – 71.
- Latuamury, Bokiraiya. 2013. Kajian konseptual pemodelan perubahan penggunaan lahan untuk studi ilmu lingkungan. *J. Teknosains*. 3(1): 8 - 24.
- Mardhika L. D., Sudradjat, 2015, Respons Pertumbuhan Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) Belum Menghasilkan Umur DuaTahun terhadap Pemupukan Kalsium, *Bul. Agrohorti*, No.1, Vol.3, 110 – 118,; <https://journal.ipb.ac.id/index.php/bulagron/article/view/File/14834/10945>
- White R & Engelen G. 2000. High-resolution integrated modelling of the spatial dynamics of urban and regional

systems. *Computers, Environment and Urban Systems*.
24, 383-400.

Widayati, W. 2015. Kebijakan Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan Di Kabupaten Demak. *J. Ilmiah Ilmu Pemerintahan*. 1 (1): 5 – 11.

BAB 11

IMPLEMENTASI INDRAJA UNTUK KELEMBAPAN TANAH

Studi Kasus

“Kajian Pemanfaatan Data ALOS PALSAR Dalam Pemetaan Kelembaban Tanah”

Penulis : Indah Prasasti, Ita Carolita, A. E. Ramdani, Idung Risdianto (2012). Terbit pada : Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital, 9 (2), hal. 102 – 113.

11. 1 Latar Belakang

Pemantauan karakteristik distribusi kelembaban tanah secara spasial maupun temporal sangat penting. Hal ini dikarenakan, kelembaban tanah berperan dalam mengendalikan pertumbuhan tanaman, menjadi indikator perilaku tanah, dan dapat digunakan untuk menilai kemampuan ketahanan tanah terhadap erosi. Selain itu, kelembaban tanah merupakan parameter utama dalam sejumlah pengkajian lingkungan, seperti kajian bidang hidrologi, meteorologi, dan pertanian.

Dewasa ini identifikasi kelembaban tanah dapat pula dilakukan melalui teknik penginderaan jauh (indraja). Salah satu kelebihan penggunaan teknik indraja ini adalah mampu mengidentifikasi areal dengan cakupan wilayah yang lebih luas dalam waktu yang cepat.

Hasil estimasi sebaran kelembapan tanahnya dapat mencerminkan karakteristik permukaan yang ada. Penggunaan citra satelit jenis Synthetic Aperture Radar (SAR) yang memiliki gelombang mikro (microwave) sangat efektif dalam menentukan tingkat karakteristik permukaan karena mampu digunakan pada segala cuaca serta mampu melakukan penetrasi tutupan awan.

Penggunaan sistem SAR ini dapat memberikan resolusi dari 10 hingga 100 dengan luas liputan sekitar 50–500 Km sehingga sangat memungkinkan untuk diaplikasikan pada skala DAS. Salah satu data SAR yang dapat digunakan untuk estimasi kelembaban tanah adalah data ALOS-PALSAR. PALSAR merupakan salah satu sensor dari satelit ALOS milik Jepang, yang bekerja pada gelombang mikro aktif L-band (pusat frekuensi 1270 MHz/23.6 cm) serta melakukan pengamatan pada siang dan malam hari (NASDA, 2004).

11. 2 Metodologi

Data citra utama yang digunakan dalam kajian ini adalah citra ALOS-PALSAR level 1.1 full polarisasi (quad polarization) rekaman tanggal 11 April 2007 dan citra AVNIR-2 rekaman tanggal 5 Oktober 2007. Untuk pengolahan citra, menggunakan perangkat lunak PolSAR pro versi 4. 0, ENVI versi 4. 3, dan ERMAPPER versi 7. 0. Perangkat lunak PolSAR pro digunakan untuk mendapatkan citra hamburan (scattering).

Perangkat lunak ENVI digunakan untuk mengkonversi citra hamburan ke format .ersagar bisa diolah lebih lanjut

dengan perangkat lunak ERMAPPER. Perangkat lunak ERMAPPER digunakan untuk koreksi geometri dan untuk mendapatkan citra distribusi kelembapan tanah.

11.3 Pembahasan

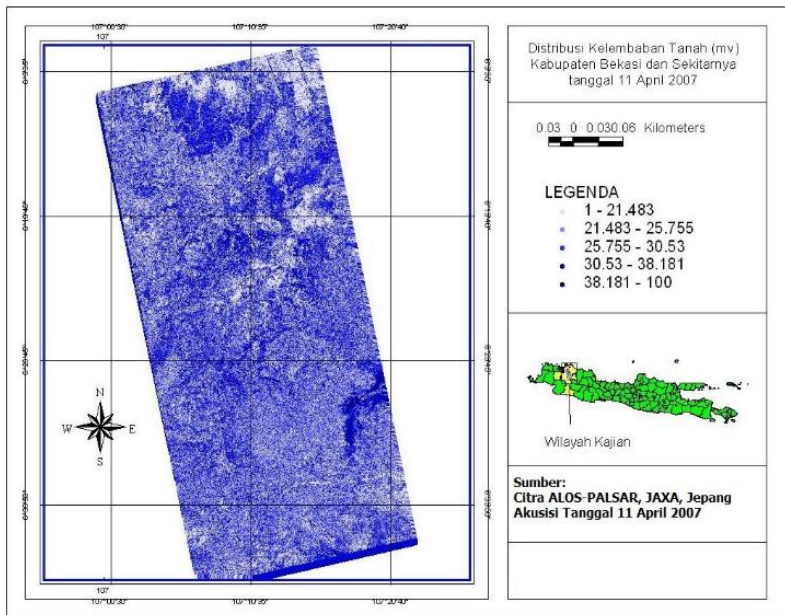
Data polarisasi HH dan VV dari citra ALOS-PALSAR dapat digunakan sebagai penduga kelembapan tanah yang sangat baik. Pada kedalaman 0 – 5 cm (% volume), nilai rata-rata kelembapan tanah untuk lahan bervegetasi, lahan bera, lahan terbuka, dan lahan terbangun secara berturut-turut adalah 25%, 20%, 24.9%, dan 23.7%. Rincian kisaran Kelembapan tanah tersebut dapat dilihat pada Tabel 11. 1 berikut.

Tabel 11. 1 Rincian Kelembapan Tanah

Tutupanlahan	Min (% volume)	Maks (% volume)	rata-rata (% volume)
Lahanbera	8.4	34.9	20.0
Lahanterbuka	7.0	51.9	24.9
Lahanterbangun	13.8	32.7	23.7
Lahanvegetasi	15.3	35.6	25.0

Sumber : Prasasti, dkk : 2012

Pada permukaan dengan kelembapan yang tinggi nilai hambur-balik pada polarisasi VV lebih sensitif dibandingkan dengan polarisasi HH. Konstanta dielektrik akan meningkat sejalan dengan makin meningkatnya kelembapan tanah. Kekasaran permukaan berpengaruh terhadap akurasi nilai estimasi kelembapan tanah.



Gambar 11. 1 Distribusi Kelembapan Tanah dari Citra ALOS – PALSAR. Sumber : Prasati, dkk : 2012

Daftar Pustaka

- NASDA. 2004. ALOS: Advanced Land Observing Satellite, Sensor and Product. Japan
- Prasasti, I., Carolita, I. A. E. Ramdani., Risdianto, I. 2012. Kajian Pemanfaatan Data ALOS PALSAR Dalam Pemetaan Kelembaban Tanah.

BAB 12

IMPLEMENTASI INDRAJA UNTUK ANALISIS LAHAN KRITIS

Studi Kasus

“Analisis Lahan Kritis Berdasarkan Kerapatan Tajuk Pohon
Menggunakan Citra Sentinel 2”

Penulis : Nurhadi Bashit (2019). Terbit pada : Jurnal
ELIPSOIDA, 2 (1), hal. 32 – 40.

12. 1 Latar Belakang

Manusia memiliki ketergantungan terhadap pemanfaatan lahan sangat tinggi dalam kehidupan sehari-hari sehingga kehidupan manusia tidak dapat dipisahkan keberadaan lahan. Penggunaan lahan yang tidak sesuai tanpa memperhitungkan kondisi atau kemampuan lahan akan memberikan dampak negatif pada lahan tersebut. Hal tersebut dapat menyebabkan lahan yang ada menjadi kritis. Menurut Puslittanak (1997), lahan kritis didefinisikan sebagai lahan yang mengalami proses kerusakan fisik, kimia dan biologi karena tidak sesuai penggunaan dan kemampuannya, yang akhirnya membahayakan fungsi hidrologis, orologis, produksi pertanian, permukiman, kehidupan sosial - ekonomi dan lingkungan.

Kabupaten Boyolali merupakan salah satu kabupaten di Jawa Tengah yang masih terdapat lahan kritis. Beberapa lahan kritis terletak di kawasan lereng Gunung Merapi dan Merbabu. Kondisi tersebut mengakibatkan sulitnya melakukan pemetaan lahan kritis sehingga mengalami kendala jika dilakukan secara konvensional.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk pemantauan lahan kritis adalah dengan penginderaan jauh. Data penginderaan jauh memiliki keunggulan dibandingkan dengan pemetaan secara konvensional karena dengan menggunakan data tersebut kita dapat melihat kondisi permukaan tanpa mendatangi keseluruhan lokasi. Data penginderaan jauh dapat dimanfaatkan untuk pemetaan lahan kritis pada daerah dengan topografi yang beragam dengan mudah karena tidak perlu menyelusuri keseluruhan wilayah.

Data penginderaan jauh dapat dilakukan pengolahan data menggunakan transformasi spectral dalam melakukan pemetaan penutup lahan tanpa melakukan survei langsung ke seluruh wilayah. Pemerintah telah mengeluarkan pedoman untuk memetakan lahan kritis, yaitu dengan dikeluarkannya Peraturan Direktur Jendral Bina Pengelolaan Daerah Sungai dan Perhutanan Sosial Nomor : P.4/V-SET/2013 tentang petunjuk teknis penyusunan data spasial lahan kritis. Peraturan pemerintah tersebut memanfaatkan 5 parameter yang dijadikan acuan dalam menentukan suatu lahan dikatakan kritis atau tidak. Parameter yang digunakan adalah penutupan lahan, kemiringan lereng, tingkat bahaya erosi, produktivitas, dan manajemen.

12. 2 Metodologi

Data citra yang digunakan adalah citra Sentinel 2 Level 2A, data produktivitas pertanian dan hutan, DEM Nasional, Peta Batas Administrasi Boyolali, Peta Tingkat Bahaya Erosi, Peta Fungsi Kawasan, dan Peta Manajemen.

Parameter penutup lahan dinilai berdasarkan persentase penutup tajuk pohon menggunakan NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Data spasial kemiringan lereng disusun dari hasil pengolahan data ketinggian. Sedangkan tingkat erosi dapat dilakukan perhitungan dengan cara menghitung perkiraan rata-rata tanah hilang tahunan akibat erosi lapis dan alur yang dihitung dengan rumus Universal Soil Loss Equation (USLE), dapat dilihat pada rumus berikut.

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

Keterangan :

A = Laju erosi tanah (ton/ha/tahun)

R = Indeks erosivitas hujan

K = Indeks erodibilitas tanah

L = Indeks panjang lereng

S = Indeks kemiringan lereng

C = Indeks penutupan vegetasi

P = Indeks pengolahan lahan

Produktivitas lahan dalam penentuan lahan kritis dibagi menjadi 5 kelas yaitu sangat tinggi, tinggi, sedang, rendah, dan sangat rendah. Sementara lingkup manajemen dinilai berdasarkan kelengkapan aspek pengelolaan yang meliputi keberadaan tata batas kawasan, pengamanan dan pengawasan serta dilaksanakan atau tidaknya penyuluhan (Renyut dkk, 2018).

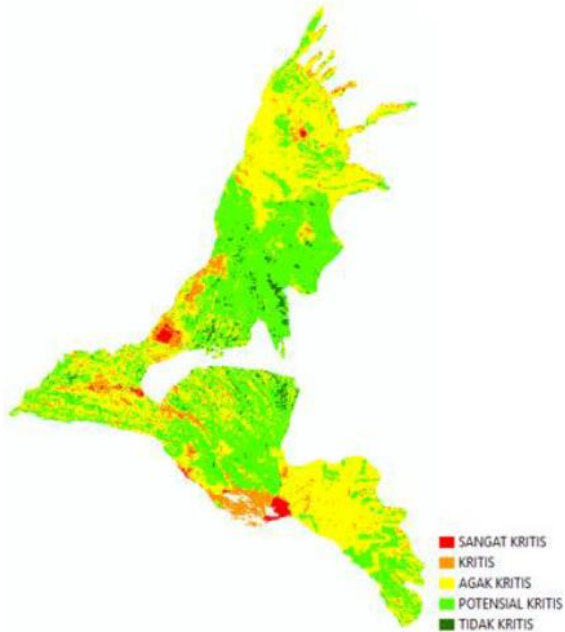
12.3 Pembahasan

Lahan Kritis Di Kawasan Hutan Lindung

Hasil pengolah lahan kritis dihasilkan bahwa diwilayah studi didominasi oleh kelas potensial kritis dengan luas total 2.447,19 hektar dan Kecamatan Selo menjadi wilayah yang terluas dengan 1.887,96 hektar. Kelas terendah adalah kelas sangat kritis dengan luas 57,51 hektar. Kelas kritis sendiri memiliki luas total 405,91 hektar dan luasannya lebih luas dibandingkan luas wilayah dengan tingkat kelas tidak kritis yang hanya sebesar 92,60 hektar.

Diwilayah Kecamatan Cepogo dan Kecamatan Musuk memiliki penggunaan lahan berupa hutan lindung tetapi hasil pengolahan diperoleh kelas kritis yang berarti wilayah tersebut cukup mengkhawatirkan. Oleh karena itu, perlunya dilakukan upaya-upaya pencegahan dan rehabilitasi agar wilayah tersebut tidak menjadi lahan kritis.

Seluruh wilayah hutan lindung di Kecamatan Cepogo dan Kecamatan Musuk masuk kedalam kelas potensial kritis, agak kritis, kritis dan sangat kritis. Lahan agak kritis dan potensial kritis mendominasi pada wilayah studi karena wilayah tersebut memiliki tingkat kelerengan yang curam serta jenis tanah regosol dan andosol sebagai faktor rawan dengan bencana erosi.



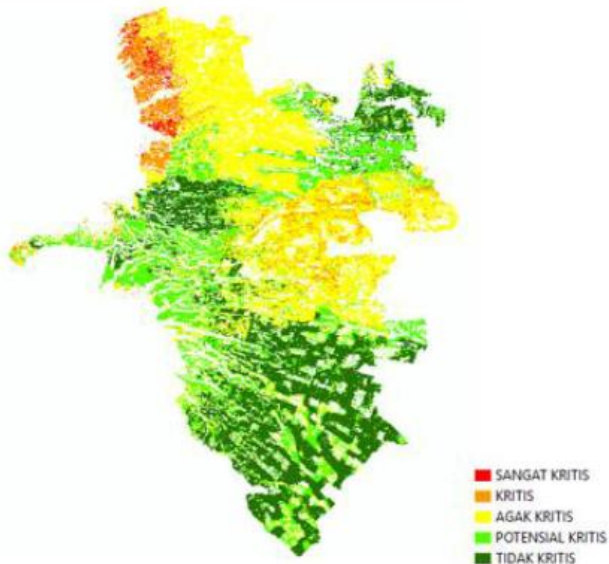
Gambar 12. 1 Lahan Kritis di Kawasan Hutan Lindung

Lahan Kritis Di Kawasan Budidaya Pertanian

Tingkat lahan kritis pada kawasan budidaya pertanian dihitung dengan melakukan pembobotan terhadap parameter produktivitas (P), kelеренган (K), erosi (E) dan manajemen (M). Penutupan lahan atau kerapatan tajuk tidak menjadi parameter dalam penentuan lahan kritis Kawasan budidaya. Pengolahan lahan kritis pada kawasan budidaya pertanian menggunakan Sistem Informasi Geografis sehingga hasilnya berupa data spasial.

Hasil pengolahan diketahui bahwa Kecamatan Ampel merupakan wilayah dengan klasifikasi lahan termasuk lahan kritis dan sangat kritis tertinggi dibandingkan 3 kecamatan yang lain. Luas wilayah di Kecamatan Ampel sebesar 898,88 ha termasuk lahan kritis dan 156,83 ha termasuk lahan sangat kritis.

Lahan di Kecamatan Ampel termasuk kategori cukup memperhatikan keadaan lahannya karena memiliki tingkat kekritisan lahan yang tinggi, sedangkan Kecamatan Musuk merupakan kecamatan dengan tingkat kekritisan lahan yang rendah. Sebagian besar lahan dikeempat Kecamatan Musuk dalam keadaan agak kritis dengan 6.766,25 ha dari total 17.483,69 ha.



Gambar 12. 2 Lahan Kritis di Kawasan Budidaya Pertanian

Daftar Pustaka

- Peraturan Direktur Jendral Bina Pengelolaan Daerah Sungai dan Perhutanan Sosial Nomor : P.4/V-SET/2013. (2013). Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis. Jakarta.
- Puslittanak. (1997). Panduan Pemetaan Lahan Kritis. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Renyut, L. R., Veronica A. Kumurur, dan Karongkong, H. H. (2018). Identifikasi Dan Pemetaan Lahan Kritis Dengan Menggunakan Teknologi Sistem Infomasi Geografis (Studi Kasus Kota Bitung). *Jurnal Perencanaan Wilayah Dan Kota* *Jurnal Perencanaan Wilayah Dan Kota*, 5(1), 92–104.

BAB 13

IMPLEMENTASI INDRAJA UNTUK KANDUNGAN HARA TANAMAN

Studi Kasus

“Pengaruh Resolusi Spasial Citra Terhadap Hasil Pemetaan
Kandungan Hara Nitrogen Perkebunan Karet”

Penulis : Jamin Saputra, Muhammad Kamal, dan Pramaditya
Wicaksono. Terbit pada : Jurnal Penelitian Karet. (36) 1: 2018

13. 1 Latar Belakang

Nitrogen (N) merupakan hara makro utama yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman (Rosmarkam & Yuwono, 2002). Unsur hara N bagi tanaman berperan untuk pertumbuhan vegetatif (pertumbuhan daun dan batang), meningkatkan kadar protein tanaman, juga untuk berkembangnya mikroorganisme dalam tanah (Indranada, 1994). Kekurangan (defisiensi) hara nitrogen mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan dan menurunkan produksi tanaman karet.

Kandungan hara nitrogen pada tanaman karet dapat mempengaruhi produksi lateks karena apabila terjadi kekurangan kandungan hara nitrogen akan mengganggu aktivitas fotosintesis. Lateks merupakan produk sekunder hasil fotosintesis tanaman karet (Thomas & Hidayati, 2003). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kondisi kandungan hara nitrogen tanaman karet rendah (3,08%) mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan kulit pulihan dan penurunan produksi (Wijaya, Ardika, & Saputra, 2014).

Efisiensi pemupukan dapat dilakukan dengan cara memberikan dosis pupuk sesuai dengan kebutuhan tanaman dan kandungan hara yang terkandung pada tanah, sehingga dosis rekomendasi pemupukan disusun dengan mempertimbangkan kandungan hara tanah dan tanaman. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis tanah dan daun tanaman pada luasan tertentu yang sering disebut blok contoh atau LSU (Leaf Sampling Unit).

Metode penentuan kebutuhan pupuk saat ini membutuhkan waktu lama dan biaya yang mahal karena LSU yang dibuat hanya untuk 40-60 Ha tanaman dengan umur dan jenis klon yang sama, sehingga untuk areal yang luas membutuhkan biaya analisis tanah dan tanaman yang cukup mahal. Oleh karena itu sangat dibutuhkan suatu teknologi yang dapat mengestimasi kondisi hara tanaman dengan cepat dan biaya yang murah sehingga pemupukan dapat diberikan berdasarkan kebutuhan tanaman.

Berkembangnya teknologi penginderaan jauh (satelit dengan berbagai resolusi) dan sistem informasi geografis membuat manajemen lahan secara spasial dapat dikelola dengan mudah dan cepat. Estimasi kandungan hara nitrogen dengan menggunakan citra penginderaan jauh multispektral pada tanaman semusim telah dilakukan beberapa peneliti diantaranya pada tanaman jagung menggunakan citra Quickbird (Bausch & Khosla, 2010), pada tanaman gandum menggunakan citra Ikonos (Jia et al., 2011) dan pada tanaman gandum menggunakan citra Rapid Eye (Basso et al., 2016; Magney et al., 2016).

13. 2 Metodologi

Sampel daun tanaman karet di lapangan diambil dengan metode *stratified random sampling*. Jumlah sampel sebanyak 50 plot sampel. Jumlah sampel tersebut digunakan untuk membuat model sebanyak 30 sampel dan untuk uji akurasi model sebanyak 20 sampel. Pada setiap plot sampel diambil sampel daun pada setiap tanaman sehat dan kemudian dianalisis kandungan hara nitrogen dan klorofil di Laboratorium.

Tabel 13. 1. Indeks vegetasi yang digunakan dalam estimasi kandungan hara nitrogen (1)

No.	Indeks vegetasi <i>Vegetation Index</i>	Singkatan <i>Acronym</i>	Rumus <i>Formula</i>	Referensi <i>Reference</i>
1.	<i>Normalized Differenced Vegetation Index</i>	NDVI	$(\text{NIR}-\text{Red}) / (\text{NIR}+\text{Red})$	Tucker (1979)
2.	<i>Green Normalized Difference Vegetation Index</i>	GNDVI	$(\text{NIR}-\text{Green}) / (\text{NIR}+\text{Green})$	Gitelson <i>et al.</i> (1996)
3.	<i>Chlorophyll Index- Green</i>	CI	$(\text{NIR} / \text{Green}) - 1$	Gitelson <i>et al.</i> (2003)
4.	<i>Optimized Soil Adjusted Vegetation Index</i>	OSAVI	$(\text{NIR}-\text{Red}) / (\text{NIR}+\text{Red}+0,16)$	Rondeaux <i>et al.</i> (1996)
5.	<i>Normalized Difference Red-Edge Index</i>	NDRE	$(\text{NIR}-\text{Red Edge}) / (\text{NIR}+\text{Red Edge})$	Gitelson & Merzlyak (1994)

Menurut Sudiharto et al (2006) pelaksanaan pengambilan contoh daun dibedakan antara tanaman TBM dan TM. Perbedaan posisi, umur daun, payung, dan cabang pada pengambilan daun dapat dilihat pada Tabel 2. Setiap pohon sampel diambil dua tangkai daun yang sehat.

Tabel 13. 2 Indeks vegetasi yang digunakan dalam estimasi kandungan hara nitrogen (2)

Ketentuan <i>Conditions</i>	Tanaman menghasilkan <i>Mature rubber tree</i>	Tanaman belum menghasilkan <i>Immature rubber tree</i>
Posisi	Daun diambil pada posisi terlindung dari sinar matahari	Daun diambil pada posisi terkena sinar matahari
Umur	Sekitar 3-6 bulan	Sekitar 3-4 bulan
Payung	Daun diambil di payung pertama	Daun diambil pada payung kedua dan tidak sedang membentuk daun baru
Cabang	Daun tidak boleh diambil pada tunas yang tumbuh dari cabang utama	Daun diambil pada ranting terakhir

Sumber : Sudiharto, (2006)

Metode yang digunakan untuk analisis kandungan hara nitrogen adalah metode pengabuan basah dengan HSO dan 24HO dan ditambah dengan metode Kjeldahl 22 (Balai Penelitian Tanah, 2009). Analisis kandungan klorofil tanaman dilakukan dengan metode pengukuran spektrofotometer UV-VIS.

Ekstrak klorofil kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 652 nm dan 665 nm dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS dan dihitung dengan rumus (Lichtenthaler & Welburn, 1983) sebagai berikut:

$$\text{Klorofil a} = (16,29 \times A_{665}) - (8,54 \times A_{652})$$

$$\text{Klorofil b} = (30,66 \times A_{652}) - (13,58 \times A_{665})$$

$$\text{Klorofil total} = (22,12 \times A_{652}) + (2,71 \times A_{665})$$

Keterangan (Remaks) :

A652 dan A665 merupakan nilai absorbansi hasil pembacaan spektrofotometer UV-VIS.

Analisis statistik yang digunakan untuk mengetahui hubungan bandtunggal dan beberapa indeks vegetasi terhadap kandungan hara nitrogen perkebunan karet adalah analisis korelasi dan regresi. Koefisien korelasi menunjukkan derajat kekuatan hubungan nilai indeks vegetasi terhadap kandungan hara nitrogen perkebunan karet hasil analisis sampel daun tanaman di laboratorium. Nilai indeks vegetasi sebagai variabel bebas (X) kandungan hara nitrogen perkebunan karet sebagai variabel terikat (Y).

Sebelum uji korelasi dan regresi, dilakukan uji normalitas untuk mengetahui apakah data variabel bebas yang digunakan terdistribusi secara normal atau tidak. Hasil korelasi antara band tunggal dan indeks vegetasi dengan data kandungan hara nitrogen 2 menghasilkan nilai r dan R . Interpretasi koefisien korelasi ditentukan sesuai dengan pedoman yang ditulis oleh Sugiyono (2014) sebagai berikut :

Korelasi sangat rendah : 0 - 0,19

Korelasi rendah : 0,20 – 0,39

Korelasi sedang : 0,40 – 0,59

Korelasi kuat : 0,60 – 0,79

Korelasi sangat kuat : 0,80 – 1,00

13. 3 Pembahasan

Hasil Uji Korelasi Citra

Hasil uji korelasi dan regresi terbaik pada masing-masing citra disajikan pada Tabel 3. Hasil tersebut menunjukkan bahwa hanya indeks vegetasi CI dari citra Sentinel-2A memiliki hubungan yang kuat ($r = 0,60$) dengan kandungan hara nitrogen

Peta hasil estimasi kandungan hara nitrogen perkebunan karet di lokasi penelitian menggunakan citra Sentinel-2A dengan indeks vegetasi NDRE 2a (SE 0,369) memiliki akurasi yang lebih tinggi dibandingkan menggunakan citra GeoEye-1 (SE 0,519) dan Landsat 8 OLI (SE 0,462).Keunggulan citra Sentinel-2A dibandingkan dengan citra GeoEye-1 dan Landsat 8 OLI adalah memiliki band Red Edge yang lebih sensitif terhadap kandungan klorofil tanaman. Pengaruh resolusi spasial citra menunjukkan semakin tinggi resolusi spasial citra tidak memberikan peningkatan akurasi pemetaan kandungan hara nitrogen perkebunan karet.

Daftar Pustaka

- Balai Penelitian Tanah. 2009. Petunjuk teknis analisis kimia tanah, tanaman, air dan pupuk. Jakarta, Indonesia: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Basso, B., Fiorentino, C., Cammarano, D., & Schulthess, U. 2016. Variable Rate Nitrogen Fertilizer Response in Wheat Using Remote Sensing. *Precision Agriculture*, 17(2),168–182. Doi:10.1007/s11119-015-9414-9
- Bausch, W. C., & Khosla, R. 2010. QuickBird Satellite Versus Ground-based Multi-spectral Data for Estimating Nitrogen Status of Irrigated Maize. *Precision Agriculture*, 11, 274–290. Doi : 10.1007/s11119-009-9133-1
- Indranada, H. K. 1994. *Pengelolaan Kesuburan Tanah*. Jakarta, Indonesia: Bumi Aksara.
- Jia, L., Yu, Z., Li, F., Gnyp, M., Koppe, W., Bareth, G., & Zhang, F. 2011. Nitrogen status estimation of winter wheat by using an Ikonos satellite image in the North China plain. In D. Li & Y. Chen (Eds.), *5th Computer and Computing Technologies in Agriculture (CCTA)*(pp. 174–184). Beijing, Cina: Springer.
- Magney, T. S., Eitel, J. U. H., & Vierling, L. A. 2016. Mapping wheat nitrogen uptake from Rapid Eye Vegetation Indices. *Precision Agriculture*, 17, 1–23. Doi : 10.1007/s11119-016-9463-8
- Lichtenthaler, K., & Welburn, A. R. 1983. Determination of Total Carotenoids and Chlorophylls A and B of Leaf Extracts in Different Solvents. *Biochemical Society Transactions*, 11(5), 591–592. Doi : 10.1042/bst0110591

- Rosmarkam, A., & Yuwono, N. W. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Yogyakarta, Indonesia: Kanisius. S
- Sudiharto, Susetyo, I., & Setyawan, B. 2006. Pedoman Pengambilan Contoh Tanah dan Daun di Perkebunan Karet. Salatiga, Indonesia: Balai Penelitian Getas.
- Thomas, & Hidayati, U. 2003. Tinjauan Pemupukan pada Tanaman Karet Menghasilkan. Warta Pusat Penelitian Karet, 22 (2–3), 41–50.
- Wijaya, T., Ardika, R., & Saputra, J. 2014. The Effect Ofomission Fertilizer Application on Rubber Yield of PB 260. Current Agriculture Research Journal, 2 (2), 68–72. Doi:10.12944/CARJ.2.2.01

GLOSARIUM

Absorption : proses diserapnya tenaga oleh objek.

Algoritma : prosedur dari beberapa langkah demi langkah untuk penghitungan. Algoritma dipakai untuk penghitungan, penalaran otomatis, dan pemrosesan data.

Andosol : tanah berwarna hitam yang ditemukan di daerah vulkanik yang terbentuk di tephra vulkanik. Jenis tanah ini tersebar di Sumatera, Jawa, Nusa Tenggara, Sulawesi dan Maluku.

Atmosfer : lapisan gas yang melingkupi sebuah planet, termasuk bumi, dari permukaan planet tersebut sampai jauh di luar angkasa.

Band : dalam citra satelit disebut dengan kanal atau saluran warna. Tidak ada standar band dalam citra, karena setiap citra memiliki band-band sendiri dengan jumlah band tiap citra tidak sama.

Bathimetri : studi yang mempelajari tentang kedalaman air danau atau dasar lautan, biasanya dalam bentuk tiga dimensi.

Biogeochemistry : mencakup penelitian keilmuan mengenai proses dan reaksi kimia, fisika, geologi, dan biologi yang membentuk komposisi lingkungan alam (termasuk biosfer, hidrosfer, pedosfer, atmosfer, dan litosfer), serta siklus zat dan energi yang membawa komponen kimiawi bumi dalam ruang dan waktu.

Bit : satuan nilai level energi dalam citra digital disebut juga dengan byte.

Cellular Automata : model diskrit yang terdiri dari banyak sel yang tersusun. Setiap sel punya nilai tertentu bisa biner, bisa hexa, bisakarakter yang dinamakan state S selanjutnya kita simbolkan dengan C

Cirrus : awan yang warna putihnya terpisah dan terletak di bagian paling tinggi dalam tingkatan awan dan juga sangat tipis, awan ini juga memiliki serat seperti gula-gula kapas. Awan ini terdiri dari kristal es dan terbentuk pada saat uap air yang membeku menjadi kristal es pada ketinggian diatas 8000 m.

Citra satelit : menurut Peraturan Pemerintah No. 11 Tahun 2018 citra satelit merupakan gambar yang dihasilkan dari pengindraan permukaan bumi menggunakan sensor yang dipasang pada satelit.

CNES : singkatan dari Centre National D'études Spatiales adalah badan ruang angkasa pemerintah Prancis.

Deforestasi : proses perubahan hutan menjadi non hutan atau penggunaan lain dengan cara dibakar, ditebang, ditebas dan cara lain yang dilarang sehingga menyebabkan kerugian baik dari segi SDA hayati maupun non hayati.

Deformasi : perubahan bentuk, posisi, dan dimensi dari suatu objek atau benda.

Digital number : angka numerik (1 byte) dari pixel.

Erodibilitas : kepekaan (respon level) suatu tanah untuk mengalami erosi.

Erosi : peristiwa pengikisan padatan (sedimen, tanah, batuan, dan partikel lainnya) akibat transportasi angin, air atau es, karakteristik hujan, creep pada tanah dan material lain di bawah pengaruh gravitasi, atau oleh makhluk hidup.

Erosivitas : sifat curah hujan atau daya hujan untuk menimbulkan erosi pada tanah.

Erupsi : fenomena keluarnya magma dari dalam bumi.

Fotosintesis : proses pembentukan karbohidrat dari bahan anorganik yang dilakukan oleh tumbuhan, terutama tumbuhan yang mengandung zat hijau daun.

Gelombang elektromagnetik : gelombang yang memancar tanpa media rambat yang membawa muatan energi listrik dan magnet (elektromagnetik).

Gravitasi : gaya tarik-menarik yang terjadi antara semua partikel yang mempunyai massa di alam semesta.

Hamburan : proses penyerapan dan pemancaran cahaya oleh partikel-partikel gas dimana cahaya yang dalam bentuk gelombang elektromagnetik akan bersentuhan dengan partikel atmosfer yang berukuran besar sehingga menyebabkan radiasi elektromagnetik tersebut dihamburkan.

Hara : berbagai macam zat atau mineral yang terdapat di dalam tanah yang dibutuhkan oleh tumbuhan untuk melakukan fotosintesis.

Hidrologi : bagian dari ilmu Geografi yang mempelajari pergerakan, distribusi, dan kualitas air di seluruh bumi, termasuk siklus hidrologi dan sumber daya air.

Hutan lindung : areal hutan yang telah ditetapkan oleh pemerintah atau kelompok masyarakat tertentu untuk dilindungi, supaya fungsi ekologisnya tetap berjalan dan dapat dinikmati manfaatnya oleh masyarakat baik sekarang maupun generasi yang akan datang.

Infrared : gelombang elektromagnetik yang memiliki panjang gelombang lebih dari cahaya yang terlihat, yakni antara 700 nm dan 1 mm.

Inklinasi : sudut antara bidang yang menjadi acuan dengan bidang yang diukur kemiringannya.

Intensitas gelombang : jumlah energi yang dipindahkan melewati luasan suatu medium tiap satuan waktu.

Interpretasi : disebut juga sebagai penafsiran atau proses pengenalan/identifikasi objek pada citra. Orang yang melakukan disebut interpreter.

Iterasi : model pengembangan system yang bersifat dinamis dalam artian setiap tahapan proses pengembangan system dapat diulang.

JAXA : singkatan dari Japan Aerospace Exploration Agency merupakan badan antariksa milik Jepang.

Kelembapan tanah : suatu lahan sangat dipengaruhi oleh besarnya tingkat kadar air di dalam tanah.

Klimatologi : studi mengenai iklim

Klorofil : disebut juga sebagai zat hijau daun. Merupakan pigmen yang dimiliki oleh berbagai organisme dan menjadi salah satu molekul berperan utama dalam fotosintesis.

Konversi lahan : perubahan lahan ke penggunaan lain

Lateks : getah kental (dalam hal ini) berasal dari pohon karet. Berwarna putih menyerupai susu.

Markov Chain : disebut juga Rantai Markov suatu teknik matematika yang biasa digunakan untuk melakukan pemodelan (modelling).

Medan magnet : daerah sekitar magnet yang pada daerah itu masih di pengaruhi oleh gaya magnetik jika di letakkan di atas.

Metereologi : ilmu yang mempelajari tentang cuaca

Model spasial : representasi atau penyederhanaan bentuk atau fenomena permukaan bumi.

Nadir : suatu titik di angkasa yang berada persis di bawah pengamat. Nadir merupakan lawan kata dari zenith.

NASA : singkatan dari National Aeronautics and Space Administration. Badan antariksa milik Amerika Serikat.

NASDA : singkatan dari National Association of State Departments of Agriculture. Merupakan badan/departemen pertanian Amerika Serikat.

NDVI : singkatan dari Normalized Difference Vegetation Index. Indeks vegetasi atau NDVI adalah indeks yang menggambarkan tingkat kehijauan suatu tanaman.

NIR : singkatan dari Near-Infrared. Merupakan satu teknik spektroskopi yang menggunakan wilayah panjang gelombang inframerah pada spektrum elektromagnetik (sekitar 800 sampai 2500 nm).

Nitrogen : salah satu unsur kimia dengan simbol N dengan nomor atom 7. Umumnya bersifat gas

Noise : disebut juga dengan “derau” merupakan penyebab utama penurunan kualitas citra (degradasi).

Orbit geostationer : orbit geosinkron yang berada tepat di atas ekuator Bumi (garis lintang 0°). Ketinggian mencapai 35.790 Km di atas permukaan bumi.

Orbit polar : orbit satelit yang melintasi kutub (Kutub Utara dan Selatan).

Orbit satelit : tempat/lintasan satelit dalam mengelilingi bumi.

Orologis : salah satu fungsi hutan untuk mencegah erosi.

Ozon : lapisan di atmosfer pada ketinggian 20 – 35 km yang mengandung molekul-molekul ozon (O_3).

Panjang gelombang : jarak satu puncak gelombang ke puncak lainnya, dan umumnya dihubungkan dengan spektrum elektromagnetik.

Pankromatik : citra satelit dengan menggunakan panjang gelombang yang lebar sehingga didapat warna hitam-putih.

Pengindraan jauh : dalam PP No. 11 Tahun 2018 pengindraan jauh merupakan pengindraan permukaan bumi dari dirgantara dengan memanfaatkan sifat gelombang elektromagnetik yang dipancarkan, dipantulkan dan dihamburkan oleh objek.

Phytoplankton : kelompok Plankton (mahluk hidup uniseluler) yang mengandung kloroplast/ klorofil pada selnya. Phytoplankton disebut juga sebagai bagian dari autotrof plankton.

Piksel : unsur gambar atau representasi sebuah titik terkecil dalam sebuah gambar grafis yang dihitung per inch.

Polarisasi : perubahan arah getar gelombang elektromagnetik yang acak menjadi satu arah getar.

- Radar** : singkatan dari Radio Detection and Ranging. Terkategori. Merupakan penginderaan jauh sistem aktif yang melakukan pencitraan dengan memancarkan radiasi gelombang radar ke obyek di permukaan bumi.
- Reflektansi** : kemampuan objek dalam memantulkan gelombang elektromagnetik yang terpapar ke permukaannya.
- Region of interest** : suatu area/daerah yang diinginkan atau dipilih. Biasanya digunakan untuk sampel.
- Regosol** : tanah berupa butiran kasar yang berasal dari erupsi gunung berapi. Tanah ini tergolong memiliki unsur hara yang baik sehingga cocok untuk lahan pertanian.
- Resolusi spasial** : ukuran objek terkecil yang masih dapat disajikan dibedakan, dan dikenali pada citra. Umumnya memiliki satuan meter atau centimeter.
- Resolusi spektral** : interval panjang gelombang khusus pada spektrum elektromagnetik yang direkam oleh sensor.
- Resolusi temporal** : merupakan frekuensi atau periode ulang suatu sistem sensor merekam suatu areal yang sama (revisit).
- Sedimentasi** : proses pengendapan material yang terbawa oleh air, angin, maupun gletser.
- Sensor** : alat yang digunakan untuk merekam objek
- Sistem Informasi Geografis** : sistem informasi khusus (geografis) yang mengelola data keruangan (spasial).
- Sonar** : singkatan dari Sound Navigation And Ranging. Merupakan teknologi untuk mendeteksi gelombang suara di bawah permukaan air.

Spektrofotometer : alat yang digunakan untuk menganalisa suatu senyawa baik kuantitatif maupun kualitatif, dengan cara mengukur transmittansi ataupun absorbansi suatu cuplikan sebagai fungsi dari konsentrasi.

Spektrum : lebih lengkapnya spektrum elektromagnetik, yaitu rentang radiasi atau energi yang bergerak atau dipancarkan oleh suatu benda dalam rentang seluruh panjang gelombang elektromagnetik.

Stereoskop : alat yang digunakan untuk melihat bentuk tiga dimensi pasangan foto udara atau citra satelit.

SWIR : singkatan dari Short-wave Infrared Imagery (inframerah gelombang pendek).

Terrestrial : berkaitan dengan tanah atau permukaan tanah/darat

Topografi : salah satu jenis peta yang mempunyai ciri khusus yang ditandai dengan skala besar dan juga detail. Biasanya menyajikan keadaan tinggi rendahnya permukaan bumi atau kontur tanah.

Transmission : proses diteruskannya tenaga oleh objek.

Visible : spektrum gelombang cahaya tampak.

Wahana : kendaraan/media yang digunakan untuk membawa sensor guna mendapatkan data citra.

INDEKS

- Absorption, 12, 17
Algoritma, 15, 34, 42
Andosol, 102
Atmosfer, 11, 12, 17, 40, 41, 42
 Band, 31, 35, 41, 42, 43, 48, 53,
 54, 56, 57, 58, 65, 66, 70, 74,
 76, 78, 87, 88, 95, 96, 110, 111,
 112
 Bathimetri, 16
 Biogeochemistry, 42
 Bit, 39
Cellular Automata, 82, 84
Cirrus, 42
Citra satelit, 1, 15, 31, 32, 38, 41, 42,
44, 45, 50, 52, 53, 54, 58, 59, 64, 66,
70, 71, 74, 75, 76
CNES, 49
 Deforestasi, 5, 24, 25
 Deformasi, 16
 Digital number, 28, 30
Erodibilitas, 101
Erosi, 94, 100, 101, 102, 103
Erosivitas, 101
Erupsi, 5, 72, 73
 Fotosintesis, 106
Gelombang
 elektromagnetik, 1, 9, 13, 17, 28, 31
Gravitasi, 17
 Hamburan, 11, 12, 95
 Hara, 106, 107, 108, 109, 110,
 111, 112
 Hidrologi, 94, 99
 Hutan lindung, 102, 103
Infrared, 1, 40, 45, 54, 55, 56,
61, 73
Inklinasi, 55
Intensitas gelombang, 28
Interpretasi, 15, 20, 23, 24, 25,
26, 28, 29, 31, 35, 110
Iterasi, 89
 JAXA, 62, 67
Kelembapan tanah, 63, 74, 94,
95, 96, 97
Klimatologi, 49
Klorofil, 43, 108, 109, 112
Konversi lahan, 86
 Lateks, 106
Markov Chain, 82
Medan magnet, 17
Metereologi, 39, 49
Model spasial, 81, 82, 86, 88, 89
 Nadir, 62, 75
 NASA, 5, 46, 49
 NASDA, 43, 44, 49, 62,
 95
 NDVI, 101
 NIR, 55, 56, 57, 66, 72,
 73, 111
 Nitrogen, 106, 107, 108,
 109, 110, 111, 112
 Noise, 30, 65
Orbit geostationer, 39
Orbit polar, 39, 48
Orbit satelit, 39, 48, 63
Orologis, 99
Ozon, 63

Panjang gelombang, 11, 12, 17,
 24, 32, 40, 41, 44, 45, 46, 57,
 66, 72, 73, 78, 79, 109
 Pankromatik, 20, 56, 57, 65, 70,
 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79
 Penginderaan jauh, 1, 2, 3, 4, 7,
 9, 10, 11, 13, 15, 17, 19, 20, 21,
 100, 107
 Phytoplankton, 42
 Piksel, 28, 29, 35, 42, 77
 Polarisasi, 95, 96
 Radar, 3, 13, 16, 62, 63, 74, 95
 Reflektansi, 30
 Region of interest, 24
 Regosol, 102
 Resolusi spasial, 13, 33, 38, 39, 43, 45,
 47, 48, 58, 61, 61, 62, 65, 66, 67, 73,
 74, 75, 77, 79, 106, 112,
 Resolusi spektral, 48, 58, 71, 72, 77,
 78, 79
 Resolusi temporal, 39
 Sedimentasi, 16
 Sensor, 1, 2, 3, 9, 10, 11, 13, 21,
 28, 30, 39, 40, 42, 43, 45, 46,
 48, 53, 54, 55, 58, 59, 61, 62,
 73, 74, 95
 Sistem Informasi, Geografis,
 82, 103, 107
 Spektrofotometer, 109
 Spektrum, 3, 10, 11, 24,
 40, 41, 46
 Stereoskop, 15, 19, 29
 SWIR, 55, 57, 58
 Terrestrial, 20
 Topografi, 100
 Transmission, 12
 Visible, 45, 56, 61, 71
 Wahana, 1, 3, 9, 13, 14, 44



BUKU AJAR PENGINDRAAN JAUH UNTUK PERTANIAN



EL-MARKAZI



081-222-545-512



www.elmarkazi.com

www.elmarkazistore.com



@penerbitelmarkazi

