

ISBN : 978-602-17178-2-0



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL GEOGRAFI 2016

Padang, 19 November 2016

**“Kecerdasan Spasial dalam Pembelajaran
dan Perencanaan Pembangunan”**



**Jurusan Geografi
Fakultas Ilmu Sosial
Universitas Negeri Padang**

JILID 1

Prosiding Seminar Nasional Geografi 2016

Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial

Universitas Negeri Padang

Padang, 19 November 2016

*Kecerdasan Spasial dalam Pembelajaran
dan Perencanaan Pembangunan*

**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL GEOGRAFI 2016
JILID 1. GEOGRAFI**

Padang, 19 November 2016

**Jurusan Geografi
Fakultas Ilmu Sosial
Universitas Negeri Padang**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, Prosiding Seminar Nasional Geografi 2016, dengan Tema “*Kecerdasan Spasial dalam Pembelajaran dan Perencanaan Pembangunan*”, dapat diterbitkan.

Tema tersebut dipilih, karena saat ini telah semakin intensif dan meluas penggunaan informasi geospasial berupa Teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG), baik dalam pembelajaran maupun perencanaan pembangunan yang pada intinya membutuhkan kecerdasan spasial. Oleh karena itu, perlu dibangun kecerdasan spasial, salah satunya melalui kegiatan seminar. Seminar Nasional Geografi 2016 dilaksanakan agar berbagai kalangan baik peneliti, praktisi, dosen, guru, dan mahasiswa dapat bertukar pengalaman dan wawasan dalam membangun kecerdasan spasial.

Kumpulan makalah dalam bentuk prosiding ini merupakan wujud ketertarikan dari akademisi, praktisi dan mahasiswa untuk berkomunikasi dan bertukar gagasan. Mudah-mudahan prosiding ini dapat disebarluaskan dan dimanfaatkan, demi tercapainya peningkatan kecerdasan spasial di berbagai kalangan. Terimakasih disampaikan kepada Prof. Dr. Hartono, DEA, DESS sebagai pemakalah kunci, Dr.rer.nat. Nandi, S.Pd, MT, M.Sc dan Prof. Dr. Syafri Anwar, M.Pd sebagai pemakalah utama, selanjutnya para tamu undangan, dan para peserta Seminar Nasional Geografi 2016. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Rektor Universitas Negeri Padang, Dekan Fakultas Ilmu Sosial dan seluruh panitia yang terdiri dari Dosen, Staf Administrasi dan Mahasiswa Jurusan Geografi, serta pihak lain yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu, yang telah membantu terselenggaranya seminar dan terwujudnya prosiding ini.

Semoga Allah SWT meridhai semua langkah dan perjuangan kita, serta berkenan mencatatnya sebagai amal ibadah. Aamiin.

Padang, 19 November 2016

Ketua Pelaksana

Prosiding Seminar Nasional Geografi 2016

Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial
Universitas Negeri Padang
Padang, 19 November 2016

*Kecerdasan Spasial dalam Pembelajaran
dan Perencanaan Pembangunan*

**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL GEOGRAFI 2016
JILID 1. GEOGRAFI**

Padang, 19 November 2016

**Jurusan Geografi
Fakultas Ilmu Sosial
Universitas Negeri Padang**

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL GEOGRAFI 2016

**KECERDASAN SPASIAL DALAM PEMBELAJARAN DAN PERENCANAAN
PEMBANGUNAN**

JURUSAN GEOGRAFI FAKULTAS ILMU SOSIAL

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

Editor:

Dra. Yurni Suasti, M.Si

Ahyuni, ST, M.Si

Penerbit:

Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang

Jl. Prof. Dr. Hamka, Kampus UNP Air Tawar, Padang 25171

Telp./ Fax. (0751) 7055671

Email: info@fis.unp.ac.id Web: <http://fis.unp.ac.id>

Buku ini diterbitkan sebagai Prosiding Seminar Nasional Geografi 2016 yang diselenggarakan di Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, pada tanggal 19 November 2016

ISBN : 978-602-17178-2-0

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, Prosiding Seminar Nasional Geografi 2016, dengan Tema “*Kecerdasan Spasial dalam Pembelajaran dan Perencanaan Pembangunan*”, dapat diterbitkan.

Tema tersebut dipilih, karena saat ini telah semakin intensif dan meluas penggunaan informasi geospasial berupa Teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG), baik dalam pembelajaran maupun perencanaan pembangunan yang pada intinya membutuhkan kecerdasan spasial. Oleh karena itu, perlu dibangun kecerdasan spasial, salah satunya melalui kegiatan seminar. Seminar Nasional Geografi 2016 dilaksanakan agar berbagai kalangan baik peneliti, praktisi, dosen, guru, dan mahasiswa dapat bertukar pengalaman dan wawasan dalam membangun kecerdasan spasial.

Kumpulan makalah dalam bentuk prosiding ini merupakan wujud ketertarikan dari akademisi, praktisi dan mahasiswa untuk berkomunikasi dan bertukar gagasan. Mudah-mudahan prosiding ini dapat disebarluaskan dan dimanfaatkan, demi tercapainya peningkatan kecerdasan spasial di berbagai kalangan. Terimakasih disampaikan kepada Prof. Dr. Hartono, DEA, DESS sebagai pemakalah kunci, Dr.rer.nat. Nandi, S.Pd, MT, M.Sc dan Prof. Dr. Syafri Anwar, M.Pd sebagai pemakalah utama, selanjutnya para tamu undangan, dan para peserta Seminar Nasional Geografi 2016. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Rektor Universitas Negeri Padang, Dekan Fakultas Ilmu Sosial dan seluruh panitia yang terdiri dari Dosen, Staf Administrasi dan Mahasiswa Jurusan Geografi, serta pihak lain yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu, yang telah membantu terselenggaranya seminar dan terwujudnya prosiding ini.

Semoga Allah SWT meridhai semua langkah dan perjuangan kita, serta berkenan mencatatnya sebagai amal ibadah. Aamiin.

Padang, 19 November 2016

Ketua Pelaksana

Prosiding Seminar Nasional Geografi 2016

Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial
Universitas Negeri Padang
Padang, 19 November 2016

DAFTAR ISI

JILID 1. GEOGRAFI		
Penulis	Judul	Hal
Hartono	Pemanfaatan Kartografi Penginderaan Jauh dan SIG dalam Peningkatan Kecerdasan Spasial untuk Pembangunan	1
Nandi	Kecerdasan Spasial dan Pembelajaran Geografi: Pemanfaatan Media Peta, Penginderaan Jauh dan SIG dalam Pembelajaran Geografi dan IPS	23
Syafri Anwar	Pengembangan Instrumen Kecerdasan Spasial sebagai Alat Ukur Kemampuan Awal Siswa: Aplikasi Instrumen Penilaian dalam Pembelajaran Geografi	38
Iswandi Umar	Kebijakan Pengembangan Kawasan Permukiman Pada Wilayah Rawan Banjir di Kota Padang Provinsi Sumatera Barat	44
M. Aliman	Model Pembelajaran <i>Group Investigation</i> Berbasis <i>Spatial Thinking</i>	58
Hendry Frananda	Pemanfaatan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografi di Bidang Kelautan	69
Ahmad Nubli Gadeng, Epon Ningrum, Mirza Desfandi	Mengembangkan Kecerdasan Spasial Melalui Model Pembelajaran <i>Games Memorization Tournament</i>	84
Ernawati	Penginderaan Jauh dan Kecerdasan Spasial	97
Nofrion, Ikhwanul Furqon, Jeli Herianto	Penggunaan Media Prezi Sebagai Media Pembelajaran Geografi Pada Materi Penginderaan Jauh	105
Dukut Wido Utomo, Fani Rizkian Julianti	Sistem Informasi Geografis untuk Memetakan Kerentanan Pencemaran DAS Cikapundung	112
Rahmanelli	Wujud Kecerdasan Spasial (<i>Spatial Intelligence</i>) dalam Kajian Geografi Regional Dunia	128
Zeffitni	Model Agihan Spasial Sistem Akuifer Cekungan Air Tanah Palu Berdasarkan Pendekatan Geomorfologi dan Geologi	143
Pitri Wulandari	Meningkatkan Kecerdasan Spasial Melalui Model <i>Discovery Learning</i> pada Materi Mitigasi Bencana Sosial	154
Ahyuni	Pengembangan Bahan Ajar Berfikir Spasial Bagi Calon Guru Geografi	163
Supriyono	Sistem Informasi Geografi untuk Pengendalian	176

Prosiding Seminar Nasional Geografi 2016

Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial
Universitas Negeri Padang
Padang, 19 November 2016

	Bencana Tanah Longsor di DAS Sungai Bengkulu	
Febriandi	Pemanfaatan Informasi Geospasial untuk Mendukung Pariwisata Berkelanjutan	188
Yuli Astuti	Upaya Peningkatan Kecerdasan Spasial Peserta Didik di sekolah Menengah Atas Melalui Teknologi Sistem Informasi Geografi	198
Fevi Wira Citra	Pembelajaran Geografi dalam Konsep Geo-Spasial	218
Azhari Syarif	Pemanfaatan Teknologi Informasi Geospasial untuk Pemetaan Potensi Nagari dalam Perencanaan Pembangunan Wilayah Pedesaan (Studi Kasus Nagari Simarasok Kecamatan Baso Kabupaten Agam)	223
Gracya Niken Nindya Sylvia	Peran Kecerdasan Spasial Terhadap Hasil Belajar Geografi Melalui <i>Problem Based Learning</i> Kelas XII SMA Negeri 1 Belitung Kabupaten Oku Timur	231
Debi Prahara, Yurni Suasti, Ahyuni	Pengembangan Potensi Objek dan Rute Perjalanan Ekowisata di Nagari Koto Alam Kecamatan Pangkatan Koto Baru	242
T.Putri Tiara, Revi Mainaki	Tingkat Kerentanan Penyakit Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) di Kecamatan Cimahi Utara, Kota Cimahi, Jawa Barat Indonesia	253
Helfia Edial	Analisis Spasial Daerah Rawan Longsor di Sepanjang Jalur Transportasi Darat Padang Aro Kabupaten Solok Selatan	269
Khoirul Mustofa	Meningkatkan Kecerdasan Spasial Melalui Model Pembelajaran <i>Examples Non Examples</i> dan Media Peta	277
Muhammad Hanif, Tommy Adam	Prediksi Dinamika <i>Total Suspended Sediment</i> dengan Algoritma Transformasi Citra untuk Pengelolaan Perairan Kawasan Teluk Bayur dan Bungus Teluk Kabung	288
Yudi Antomi	Analisis Ketimpangan Regional di Provinsi Riau Tahun 2007-2011	298
Widya Prarikeslan	Variasi Musim dan Kondisi Hidrolik	309
Surtani	Peran Serta Masyarakat dalam Pemanfaatan Sumber Daya Alam Secara Efektif dan Efisien	320
Ratna Wilis	Pola Sebaran Tanaman Pangan di Kabupaten Tanah Datar	326
David Oksa Putra, Rery Novio	Dampak Kerusakan Lingkungan Penambangan Bijih Besi PT. Royalty Mineral Bumi di Kenagarian Pulakek, Kecamatan Pauh Duo, Kabupaten Solok Selatan	340
Sri Mariya	Fenomena Mobilitas Sirkuler Penduduk (Ulak Alik) ke Wilayah Bagian Utara Kota Padang	348

Prosiding Seminar Nasional Geografi 2016

Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial
Universitas Negeri Padang
Padang, 19 November 2016

	Provinsi Sumatera Barat	
Affandi Jasrio	Arahan Pemanfaatan Lahan di Kota Pariaman Berbasis Sistem Informasi Spasial Geografi	356
Deded Chandra	Penggunaan Radio Isotop dalam Bidang Hidrologi	366
JILID 2. PENELITIAN TINDAKAN KELAS		
Asli	Penerapan Model Pembelajaran Kuis Kartu Bervariasi Pada Mata Pelajaran PKn untuk Meningkatkan Aktivitas Belajar Siswa di Kelas V SDN 02 Koto Nopan Saiyo	371
Ali Udin	Upaya Meningkatkan Aktifitas Belajar Siswa Melalui Metode CIRC Pada Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam di Kelas IX.5 SMPN 1 Panti	379
Bahrul	Upaya Meningkatkan Aktivitas Belajar Siswa Pada Pembelajaran IPA Melalui Penggunaan Model <i>Cooperative Learning Tipe Time Token</i> di Kelas IX.2 SMPN 1 Panti	385
Dermirawati	Upaya Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Melalui Penerapan Media Gambar Berseri Pada Pembelajaran Tematik di Kelas I Semester Januari-Juni 2016 SDN 03 Koto Nopan Saiyo Kecamatan Rao Utara	393
Ennida	Upaya Meningkatkan Minat Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Pendidikan Agama Islam Menggunakan Model Pembelajaran <i>Contextual Teaching And Learning (CTL)</i> di Kelas I.A SDN 03 Beringin Kecamatan Rao Selatan	401
Ety Herawati	Peningkatan Partisipasi Belajar Siswa Melalui Metode <i>Example Non Example</i> Dalam Pembelajaran Tematik Di Kelas II SDN 10 Koto Nopan Saiyo Kecamatan Rao Utara	408
Gusmiati	Penerapan Model Pembelajaran <i>Reciprocal Teaching</i> untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Bahasa Indonesia di Kelas V SDN 08 Lubuk Layang Kecamatan Rao Selatan	416
Hodijah	Penerapan Model Pembelajaran <i>Picture And Picture</i> untuk Meningkatkan Partisipasi Belajar Siswa Pada Pembelajaran Tematik di Kelas I.A SDN 03 Beringin Kecamatan Rao Selatan	424
Nurmaini	Upaya Meningkatkan Partisipasi Siswa Dalam Pembelajaran Tematik Pada Tema Selalu Berhemat Energi Melalui Metode <i>Example Non Example</i> Di Kelas IV.B SDN 01 Pauh Kurai Taji	431

Prosiding Seminar Nasional Geografi 2016

Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial
Universitas Negeri Padang
Padang, 19 November 2016

	Kecamatan Pariaman Selatan	
Raisen Marjon	Upaya Meningkatkan Aktivitas Belajar Siswa Melalui Model Pembelajaran <i>Talking Stick</i> Pada Mata Pelajaran PJOK di Kelas Vi.A SDN 03 Beringin Kecamatan Rao Selatan	438
Masniari	Meningkatkan Aktifitas Belajar Siswa Melalui Metode <i>Cooperative Integrated Reading And Comprehension (CIRC)</i> Pada Pembelajaran IPS di Kelas VII.5 SMPN 1 Padang Gelugur Kabupaten Pasaman	445
Saruddin	Meningkatkan Minat Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Pkn Melalui Penerapan Model Pembelajaran <i>Cooperative Integrated Reading And Comprehension (CIRC)</i> di Kelas IV Semester Juli-Desember 2016 SDN 08 Lubuk Layang	455
Syafiar	Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Melalui Penerapan Model <i>Cooperative Learning Tipe Co-Op Co-Op</i> Pada Mata Pelajaran Pkn Di Kelas IV.B Semester Juli-Desember 2016 SDN 03 Beringin Kecamatan Rao Selatan	463
Syukrina Hidayati	Penerapan Model Pembelajaran <i>Group Investigation</i> untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran IPA di Kelas V.A Semester Juli-Desember 2016 SDN 03 Beringin Kecamatan Rao Selatan	470
Yani Wati Ningsih	Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Menggunakan Model Pembelajaran <i>Example Non Example</i> Pada Pembelajaran IPA di Kelas VI.A Semester Juli-Desember 2016 SDN 03 Beringin Kecamatan Rao Selatan	478

**PEMANFAATAN PENGINDERAAN JAUH
DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI BIDANG KELAUTAN**

Hendry Frananda

Staf Pengajar Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial
Universitas Negeri Padang, Padang- Sumatera Barat
e-mail: hendryken@gmail.com

Abstrak: Dua pertiga bagian dunia adalah lautan, begitu pula dengan wilayah Indonesia terdiri dari 62% ($\pm 3,1$ juta km²) berupa laut dan daerah pesisir. Luasnya wilayah laut dan panjangnya garis pantai yang dimiliki serta metode pemetaan yang selama ini masih menggunakan survei lapangan langsung (terrestrial) akan sulit untuk memetakan seluruh wilayah Indonesia, sehingga dirasa perlu untuk melakukan terobosan-terobosan terkait dengan pemetaan dibidang laut salah satunya dengan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG). Pemetaan Bio-Fisik Laut yang dapat dilakukan dengan memanfaatkan data Penginderaan Jauh antara lain: (1) Pemetaan Perubahan Garis Pantai, (2) Pemetaan Kedalaman Perairan (*bathymetri*), (3) Pemetaan Suhu Permukaan Laut (SPL), (4) Pemetaan Klorofil-a, (5) Pemetaan Kesesuaian Lahan, (6) Pemetaan Ekosistem Pesisir (Mangrove, Lamun dan Terumbu Karang). Pemanfaatan teknologi Penginderaan Jauh dan integrasinya dengan SIG merupakan solusi yang tepat dalam melakukan pemetaan dalam bidang kelautan. Luasnya wilayah laut Indonesia dan panjangnya garis pantai yang dimiliki menjadikannya pemetaan secara terrestrial tidak efektif baik dari segi tenaga, waktu, dan biaya. Pemetaan wilayah laut secara terrestrial memiliki kelebihan tingkat akurasi yang lebih tinggi, tetapi memerlukan tenaga (SDA) yang lebih banyak, waktu yang lebih lama dan biaya yang lebih besar bila dibandingkan dengan pemetaan wilayah laut dengan memanfaatkan data penginderaan jauh.

Kata Kunci: Penginderaan Jauh, Sistem Informasi Geografis, Laut

PENDAHULUAN

Dua pertiga bagian dunia adalah lautan, begitu pula dengan wilayah Indonesia terdiri dari 62% ($\pm 3,1$ juta km²) berupa laut dan daerah pesisir. Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan terbesar di dunia, dimana wilayahnya terdiri dari 13.466 pulau terdaftar dan memiliki koordinat dengan garis pantai sepanjang 99.093 km (www.bakosurtanal.go.id). Dengan alasan tersebut, sudah sepatutnya Pemerintah Indonesia mengambil kebijakan yang strategis terhadap pemanfaatan dan pengelolaan wilayah pesisir tersebut. Dahuri

et.al., (2000) menyatakan 4 alasan pokok Pemerintah Indonesia menjadikan pembangunan sumber daya laut sebagai kebijakan strategis, yaitu :

1. Fakta fisik bahwa Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia yang terdiri dari 13.466 pulau dengan garis pantai sepanjang 99.093 km dan luas laut sekitar 6,3 juta km² atau 62% dari luas teritorialnya (www.bakosurtanal.go.id).
2. Semakin meningkatnya kegiatan pembangunan dan jumlah penduduk serta semakin menipisnya sumberdaya alam di daratan.
3. Pergeseran konsentrasi kegiatan ekonomi global dari poros Eropa-Atlantik menjadi poros Asia Pasifik yang diikuti perdagangan bebas dunia pada tahun 2020 menjadikan kekayaan laut Indonesia menjadi aset nasional.
4. Dalam menuju era industrialisasi, wilayah pesisir dan lautan termasuk prioritas utama untuk pusat pengembangan kegiatan industri, pariwisata, agrobisnis, agroindustri, permukiman, transportasi dan pelabuhan.

Luasnya wilayah laut dan panjangnya garis pantai yang dimiliki serta metode survei pemetaan kelautan yang selama ini masih menggunakan survei lapangan langsung (terrestrial) akan sulit untuk memetakan seluruh wilayah Indonesia, sehingga dirasa perlu untuk melakukan terobosan-terobosan terkait dengan pemetaan dibidang laut salah satunya dengan penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG). Penginderaan jauh merupakan ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu obyek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah, atau fenomena yang dikaji (Lillesand dan Kiefer, 2008).

Perkembangan teknologi penginderaan jauh telah memungkinkan ilmuwan untuk dapat mendeteksi daerah-daerah potensial untuk berbagai kebutuhan. Teknologi penginderaan didukung dengan metode pengolahan serta analisis yang teruji akurasinya, merupakan salah satu alternatif yang sangat tepat dalam mempercepat penyediaan informasi seluruh permukaan bumi tidak terkecuali laut dan dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan. Sistem informasi terpadu yang dapat menyimpan dan mengolah serta menyampaikan secara cepat dan mudah dari berbagai sektor adalah Sistem Informasi Geografis (SIG). SIG dapat diintegrasikan dengan Teknologi Penginderaan Jauh (Inderaja) yang memiliki kelebihan dalam memberikan data spasial *multi resolusi*, *multi temporal*, *multi spektral*. Cakupan yang luas dan mampu menjangkau daerah yang terpencil sehingga integrasi keduanya merupakan solusi yang ampuh dalam melakukan pemetaan dalam bidang kelautan. Teknologi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) belum banyak dimanfaatkan terutama untuk bidang kelautan, kecenderungan pemanfaatan data penginderaan jauh dan SIG masih dalam ruang lingkup daratan. Dalam pemanfaatan dan pengelolaan wilayah laut dan pesisir sangat dibutuhkan kualitas data spasial yang baik, luasnya wilayah laut dan panjangnya garis pantai yang dimiliki menimbulkan beberapa masalah yang sering ditemukan, seperti :

1. Sumberdaya manusia yang dimiliki baik lembaga dan instansi yang belum memadai, praktis hanya Dinas Hidro-Oceanografi (DISHIDROS) TNI Angkatan Laut yang memiliki tanggung jawab penuh terhadap pemetaan dibidang kelautan.
2. Luasnya wilayah akan mempengaruhi besarnya biaya yang dibutuhkan untuk pemetaan, hal ini dikarenakan metode yang digunakan selama ini masih dengan cara terestrial atau dengan survei langsung.
3. Luasnya wilayah dan metode survei langsung (terrestrial) yang selama ini digunakan berdampak pada dibutuhkannya waktu yang lebih lama dalam melakukan proses pemetaan dan biaya yang cukup besar.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan ini antara lain: (1) Memberikan solusi yang efektif dalam melakukan pemetaan khususnya dalam bidang kelautan; (2) Survei pemetaan secara terestrial yang selama ini dilakukan dirasa tidak efektif mengingat luasnya wilayah laut dan panjangnya garis pantai; dan (3) Melihat kelebihan dan kekurangan antara pemetaan laut secara terestrial dengan pemetaan laut dengan memanfaatkan data penginderaan jauh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

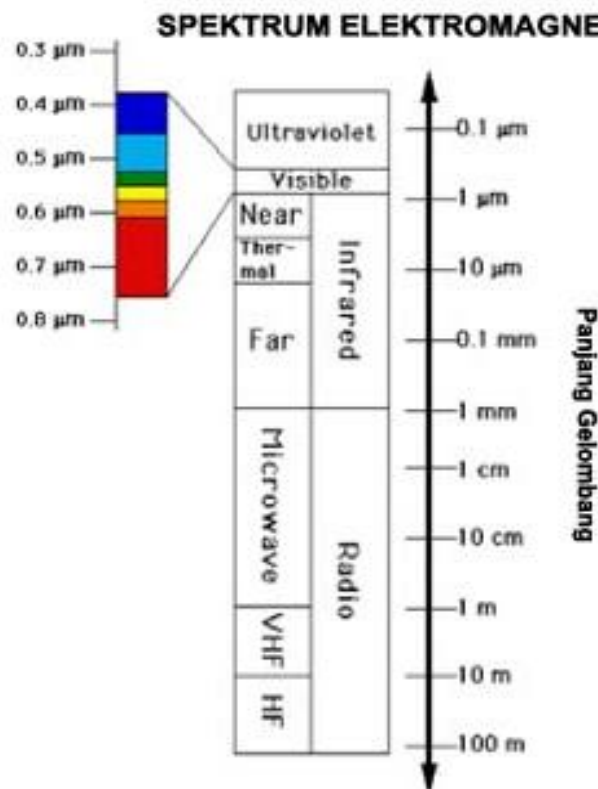
Penginderaan Jauh

Teknologi penginderaan jauh memperoleh data menggunakan fenomena perjalanan energi matahari menuju ke bumi melalui atmosfer dan reaksi interaksi energi tersebut pada obyek-obyek di permukaan bumi. Reaksi interaksi energi tersebut dapat berupa pantulan (*reflected*), pancaran (*emitted*), aliran (*transmitted*), dan serapan (*absorbed*). Reaksi obyek di permukaan bumi tersebut terhadap energi matahari kemudian dimanfaatkan sebagai informasi dengan bantuan wahana dan sensor penginderaan jauh (Aini, 2007). Energi matahari sendiri sendiri tersusun oleh berbagai spektrum gelombang elektromagnetik. Di dalam penginderaan jauh, penggolongan gelombang elektromagnetik paling sering dilakukan menurut letak panjang gelombangnya di dalam spektrum elektromagnetik (Lillesand dan Kiefer, 2008).

Hanya sebagian kecil dari spektrum gelombang elektromagnetik yang dapat direspon oleh mata manusia, dikenal dengan gelombang tampak (*visible spectrum*). Gelombang tersebut dan gelombang lainnya digunakan dalam penginderaan jauh dan direkam dalam bentuk citra. Menurut Sutanto (1987) sekurang-kurangnya ada enam alasan yang melandasi penggunaan penginderaan jauh, yaitu

1. Citra menggambarkan objek, daerah dan gejala di permukaan bumi dengan:
 - a. Ujud dan letak objek yang mirip ujud dan letaknya di permukaan bumi
 - b. Relatif lengkap
 - c. Mencakup daerah yang luas
2. Dari jenis citra tertentu dapat ditimbulkan gambaran tiga dimensi apabila pengamatannya dilakukan dengan alat yang disebut stereoskop

3. Karakteristik objek yang tak tampak dapat diwujudkan dalam bentuk citra sehingga dimungkinkan pengenalan objeknya
4. Citra dapat dibuat secara cepat meskipun untuk daerah yang sulit dijelajahi secara terestrial
5. Merupakan satu – satunya cara untuk pemetaan daerah bencana
6. Citra sering dibuat dengan periode ulang yang pendek. Maka dari itu citra merupakan alat yang baik sebagai sumber data maupun sebagai kerangka letak



Sumber: Lillesand dan Kiefer (2008)

Gambar 1. Spektrum Gelombang Elektromagnetik

Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sistem informasi berbasis komputer yang digunakan untuk mengolah dan menyimpan data atau informasi spasial serta menyajikan kembali dalam bentuk yang lebih baik dan menarik. Secara umum pengertian SIG adalah suatu komponen yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data geografis dan sumberdaya manusia yang bekerja bersama secara efektif untuk memasukan, menyimpan, memperbaiki, memperbaharui, mengelola, memanipulasi, mengintegrasikan, menganalisa dan menampilkan data dalam suatu informasi berbasis geografis (Aronoff S, 1989).

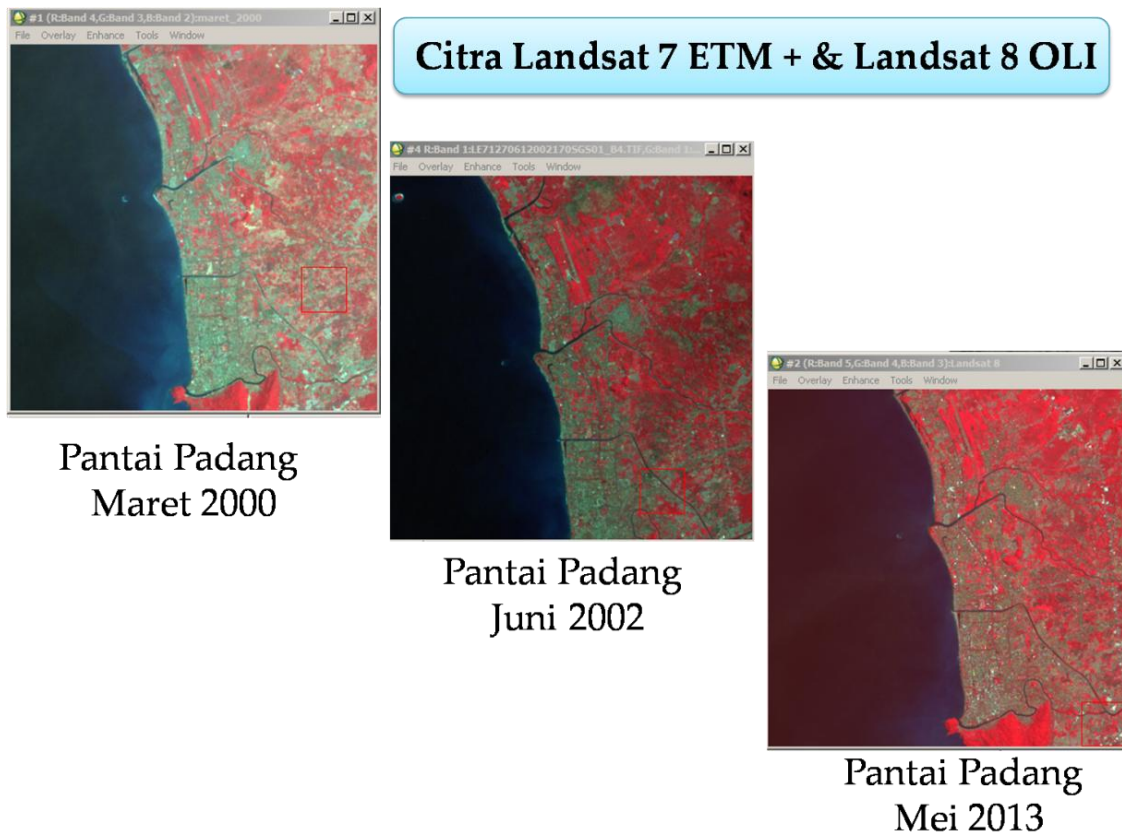
Pemetaan Bio-Fisik Laut dengan Data Penginderaan Jauh

Data penginderaan jauh khususnya data citra satelit memiliki beberapa keunggulan terutama dalam hal cakupan spasial dan kontinuitas data rekaman yang lebih baik. Data penginderaan jauh ini dibutuhkan perlakuan khusus untuk mengekstraksi informasi yang diinginkan. Perlakuan khusus ini lebih sering disebut dengan teknik pengolahan citra (Danoedoro, 1996). Pemanfaatan data penginderaan jauh dan SIG terutama dibidang kelautan telah banyak dikembangkan di negara-negara berkembang, seiring dengan perkembangan tersebut menjadikan tingkat akurasi pemetaan semakin tinggi dan objek-objek kajian semakin bertambah sehingga dimungkinkan untuk memperoleh data dengan cepat dan dengan biaya relatif lebih murah agar dapat digunakan untuk pengelolaan dan pemanfaatan khususnya dibidang kelautan. Berikut beberapa kajian pemanfaatan data penginderaan jauh dan SIG dalam bidang kelautan terutama pada faktor biofisik kelautan :

1. Perubahan Garis Pantai

Batas air dan daratan dikenal sebagai garis pantai (*shore lines*), garis pantai selalu berubah baik perubahan sementara akibat pasang surut maupun yang permanen akibat pengikisan daratan (*abrasi*) dan penambahan daratan (*akresi*). Secara umum tiga hal yang mempengaruhi perubahan garis pantai yaitu gelombang (arus, pasang surut dan angin. Identifikasi perubahan fisik lahan terutama diwilayah pesisir dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh dengan memanfaatkan data citra satelit dengan berbagai macam pilihan resolusi spasial.

Perubahan garis pantai merupakan penelitian yang bersifat monitoring fisik lahan di wilayah pesisir dengan membangun citra komposit semu (*False Color Composite*) sesuai dengan penonjolan kenampakan yang akan diinterpretasi. Interpretasi perubahan garis pantai biasanya dilakukan secara visual dengan melakukan digitasi. Hasil analisis pendigitasian garis pantai pada citra tahun pertama (T1) dengan tahun kedua (T2) dan tahun berikutnya (Tn) akan dapat menggambarkan dengan jelas perubahan garis pantai yang terjadi dan dapat diketahui berapa besar perubahan terjadi dalam periode waktu tersebut, dan jenis perubahan yang terjadi dapat berupa akresi dan abrasi. Monitoring perubahan garis pantai yang dilakukan selama ini umumnya dengan tracking GPS, sehingga dibutuhkan waktu yang lebih lama dalam proses pemetaan dan biaya yang lebih besar bila dibandingkan dengan pemanfaatan data penginderaan jauh. Pemanfaatan data penginderaan jauh untuk monitoring perubahan garis pantai dapat dijadikan solusi yang sangat tepat, mengingat panjangnya garis pantai Indonesia.



Gambar 2. Hasil Perubahan Garis Pantai Padang

2. Kedalaman Perairan (*Bathymetri*)

Data penginderaan jauh juga dapat dimanfaatkan untuk memetakan kedalaman laut (*bathymetri*), tetapi kemampuan pemetaan hanya terbatas sampai pada kemampuan penetrasi dari cahaya matahari untuk menembus perairan (± 25 meter) dan pada perairan yang jernih. Ketika memasuki tubuh air energi matahari berkurang intensitasnya (melemah) secara eksponensial dengan semakin bertambahnya kedalaman, tingkat pelemahan energi tersebut dikontrol oleh koefisien pelemahan kolom air yang nilainya bervariasi untuk tiap panjang gelombang.

Ada hubungan antara pantulan spektral objek dengan kedalaman perairan, hal ini dikarenakan terjadi serapan pada tubuh air. Misalnya pada objek yang sama tetapi pada kedalaman yang berbeda maka pantulan spektralnya akan berbeda pula. Jika substrat konstan maka perbedaan pantulan menunjukkan efek kedalaman. Kedalaman maksimum yang dapat diindera adalah tergantung DOP (*Depth of Penetration*) dari tiap band, dalam hal ini dari beberapa bahan rujukan band biru merupakan saluran yang penetrasinya paling baik terhadap tubuh air. Tiap band punya kedalaman efektif masing-masing, yang nilainya bervariasi tergantung kondisi perairan. Perbedaan DOP (*Depth of Penetration*) ini dipengaruhi oleh koefisien pelemahan kolom air (k).

Dalam pemetaan kedalaman laut (*bathymetri*) ada banyak citra yang dapat digunakan dengan ketentuan citra tersebut memiliki panjang gelombang tampak dan inframerah dekat (VNIR) yaitu masih dalam rentang panjang gelombang 0,4 μm – 0,8 μm . Ada banyak citra yang dapat digunakan untuk pemetaan ini misalnya LANDSAT ETM+, ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*), Quickbird, Rapid Eye, dll

3. Suhu Permukaan Laut (SPL)

Panjang gelombang inframerah termal pada data penginderaan jauh memungkinkan dilakukannya estimasi suhu permukaan laut. Secara khusus dapat dijelaskan bahwa suhu permukaan laut yang diukur adalah suhu permukaan pada beberapa millimeter di permukaan laut dan bukan suhu kolom air yang berada beberapa centimeter di bawah permukaan laut (Miller, R, L *et al.*, 2005 *dalam* Perdana, 2006). Penetrasi ke dalam air yang dapat dijangkau oleh panjang gelombang inframerah termal hanya sekitar 10^{-3} m, sedangkan suhu termometrik berhubungan dengan suhu pencampuran air (Gastellu dan Pramono, 1983 *dalam* Perdana, 2006).

Saat ini banyak citra penginderaan jauh yang dapat dimanfaatkan untuk aplikasi kelautan terutama lapisan permukaan laut, diantaranya ialah NOAA-AVHRR (*National Oceanic and Atmospheric Administration-Advanced Very High Resolution Radiometer*) dan Aqua MODIS (*Aqua - Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*). Data MODIS memiliki resolusi temporal 1-2 hari dan data dapat diperoleh melalui download dalam format data HDF (*Hierarchical Data Format*). Resolusi spasial dari 250 m (band 1-2), 500 m (band 3-7), dan 1 km (band 8-36) dengan cakupan citra mencapai 2330 km. Saluran-saluran radiasi inframerah termal dari NOAA-AVHRR dan Aqua MODIS, berfungsi untuk mendeteksi radiasi termal yang dipancarkan oleh permukaan bumi. Berdasarkan hubungan antara suhu dengan intensitas emisi maka data AVHRR dan MODIS dapat dimanfaatkan untuk mengukur suhu permukaan laut. Suhu permukaan laut merupakan parameter yang berkaitan dengan berbagai fenomena laut, sehingga dapat digunakan untuk mengidentifikasi daerah *upwelling*, *front*, arus laut, arus eddie, daerah konsentrasi ikan dan kemungkinan kandungan mineral. Selain itu, data suhu permukaan laut amat penting untuk mengetahui keseimbangan laut dan atmosfer dari waktu ke waktu. Langkah awal dilakukan proses konversi data dari nilai DN atau SI (*Scale Integer*) menjadi nilai suhu kecerahan air ($T_b = \text{Temperature Brightness}$) dan/ atau reflektansi. Proses konversi data DN atau SI menjadi radiansi dan reflektansi melalui cara sebagai berikut :

$$R = R_Scale_b (SI_b - R_offset_b)$$

R adalah nilai Radiansi atau Reflektansi, R_Scale_b merupakan nilai skala pada kanal ke b , dan R_offset_b merupakan nilai R_offset pada kanal ke b . Selanjutnya untuk mendapatkan suhu kecerahan air (T_b) digunakan persamaan Invers Fungsi Planck (*Black Body Radiation*) dengan anggapan suhu kamar bumi berkisar 300 °K, yakni sebagai berikut :

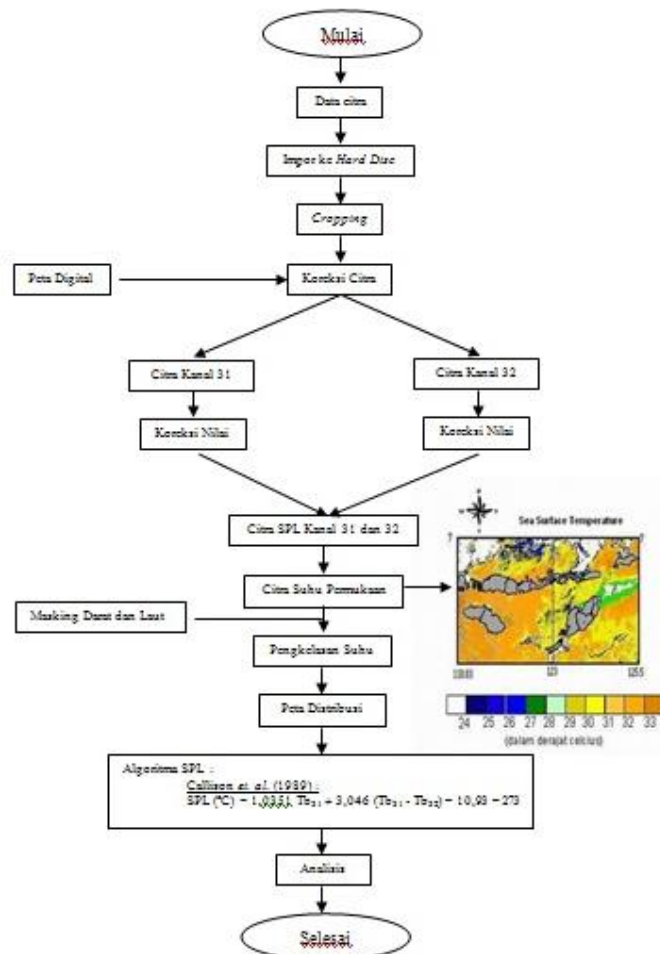
$$TB = \frac{C_2 V_i}{\ln(1 + (C_2 V_i^3/R))}$$

Dengan Tb adalah suhu kecerahan air (°K), C1 dan C2 adalah konstanta yang masing-masing nilainya adalah $C_1 = 1,1910659 \times 10^{-5} m^{-1} Wsr^{-1} cm^{-4}$ dan $C_2 = 1,438833 cmK$, dan V_i adalah bilangan gelombang pusat (*central wave number*) untuk kanal 31 sebesar $876,302 cm^{-1}$ dan kanal 32 sebesar $831,95 cm^{-1}$, dan R adalah nilai radiansi. Pengolahan data suhu permukaan laut (SPL) Ekstraksi data SPL dilakukan dengan menggunakan kanal 31 dan 32 MODIS dan dengan menerapkan beberapa algoritma.

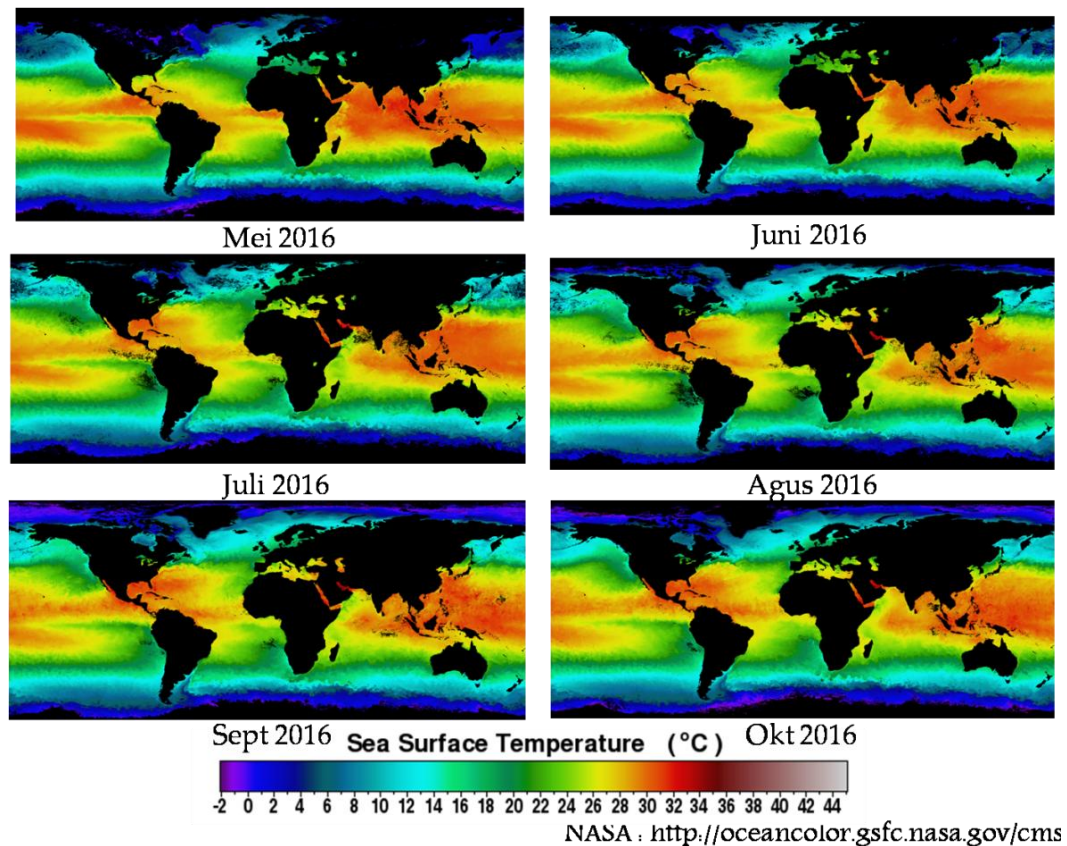
$$SPL (°C) = 1,0351 Tb_{31} + 3,046 (Tb_{31} - Tb_{32}) - 10,93 - 273$$

(Callison *et. al.*, 1989 dalam Perdana, 2006)

Dengan SPL (°C) adalah suhu permukaan laut (°C), Tb31 dan Tb32 masing-masing adalah suhu kecerahan dari kanal 31 dan 32 MODIS. Proses pengolahan data SPL ini dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak pengolahan citra digital seperti ENVI, ER Mapper, ILWIS, dll.



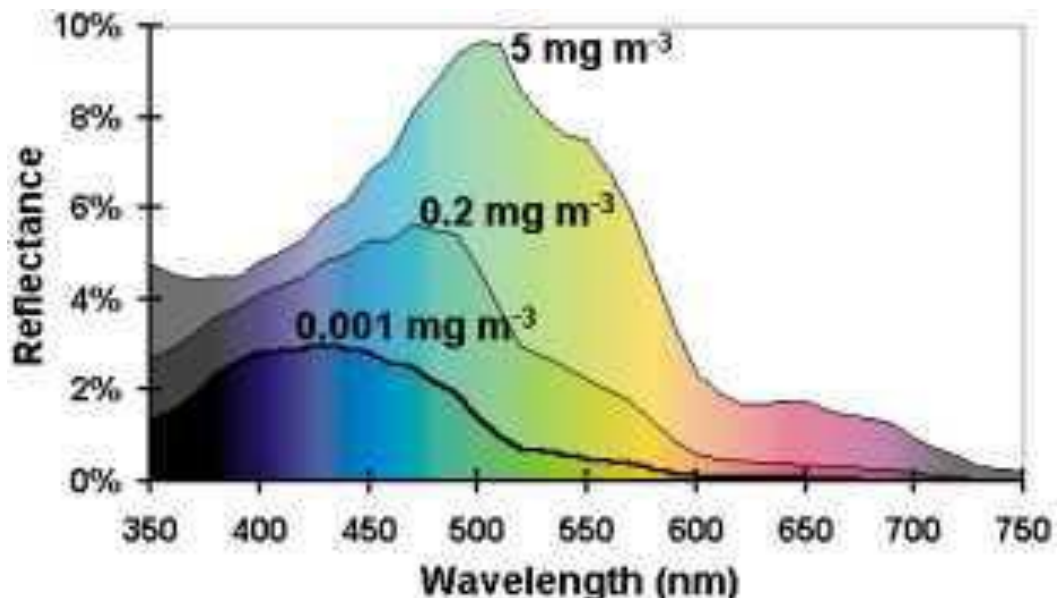
Gambar 3. Bagan Alir Prosedur Pengolahan Citra SPL



Gambar 4. Suhu Permukaan Laut Dunia

4. Klorofil-a

Pada prinsipnya pangkal dari semua bentuk kehidupan dalam laut, yaitu aktivitas fotosintesis tumbuhan air. Dimana dengan menggunakan bantuan energi cahaya matahari, dapat mengubah senyawa-senyawa anorganik menjadi senyawa organik yang kaya energi dan dapat menjadi sumber makanan bagi semua organisme laut. Diantara semua tumbuhan air, fitoplankton yang mengikat sebagian besar energi matahari, dan menjadi dasar (level pertama) terbentuknya rantai makanan dalam ekosistem bahari, dan sangat penting keberadaannya bagi semua penghuni habitat bahari (Nybakken, 1992). Sifat serapan energi oleh air jernih dan air keruh berbeda disebabkan kandungan material baik organik maupun nonorganik pada air. Pada panjang gelombang kurang dari $0,6 \mu\text{m}$, air jernih lebih banyak memantulkan energi dan mencapai puncaknya pada saluran biru ($0,4\text{-}0,5 \mu\text{m}$) hingga hijau ($0,5\text{-}0,6 \mu\text{m}$). Sedangkan pada air keruh oleh adanya peningkatan konsentrasi klorofil, terjadi perubahan transmisi tenaga yang drastis, dimana terjadi penurunan pantulan energi pada saluran biru secara signifikan dan peningkatan pantulan energi pada saluran hijau oleh adanya konsentrasi klorofil yang memiliki sifat memantulkan gelombang hijau



Sumber: Sunarto (2002)

Gambar 4. Karakteristik Pantulan Spektral Air Laut dengan Konsentrasi Klorofil Berbeda

Potensi sumberdaya perikanan/kelautan sangat erat kaitannya dengan produktivitas primer dari suatu perairan yang dihasilkan oleh fitoplankton. Pigmen fotosintesis yang umum terdapat pada fitoplankton adalah klorofil-a, sehingga hasil pengukuran klorofil-a digunakan untuk menduga biomassa fitoplankton suatu perairan. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa terdapat hubungan linier antara produktivitas primer dengan kelimpahan plankton. Melalui teknologi penginderaan jauh kelautan, pendugaan diatas dapat dilakukan berdasarkan sifat optik atau bioptik air laut yang dilihat dari keberadaan pigmen-pigmen fitoplankton (klorofil-a) dan suhu permukaan laut.

Klorofil yang berwarna hijau yang pada dasarnya menjadi sumber informasi perikanan laut karena keterkaitannya yang erat dengan produktivitas primer perikanan, sehingga dapat disimpulkan dimana terdapat konsentrasi klorofil yang tinggi disitu terdapat juga konsentrasi biota atau ikan laut yang tinggi. Dalam kaitannya dengan inderaja, klorofil merupakan obyek yang mudah dianalisa untuk memprediksi potensi perikanan laut. Karena unsur ini akan menyerap gelombang tampak mata biru dan memantulkan gelombang tampak mata hijau secara kuat, sehingga ketika terjadi peningkatan kandungan klorofil, dapat dilihat adanya peningkatan energi yang dipantulkan oleh gelombang tampak mata hijau, dan penurunan pantulan gelombang tampak mata biru yang signifikan (Swain and Davis, 1978).

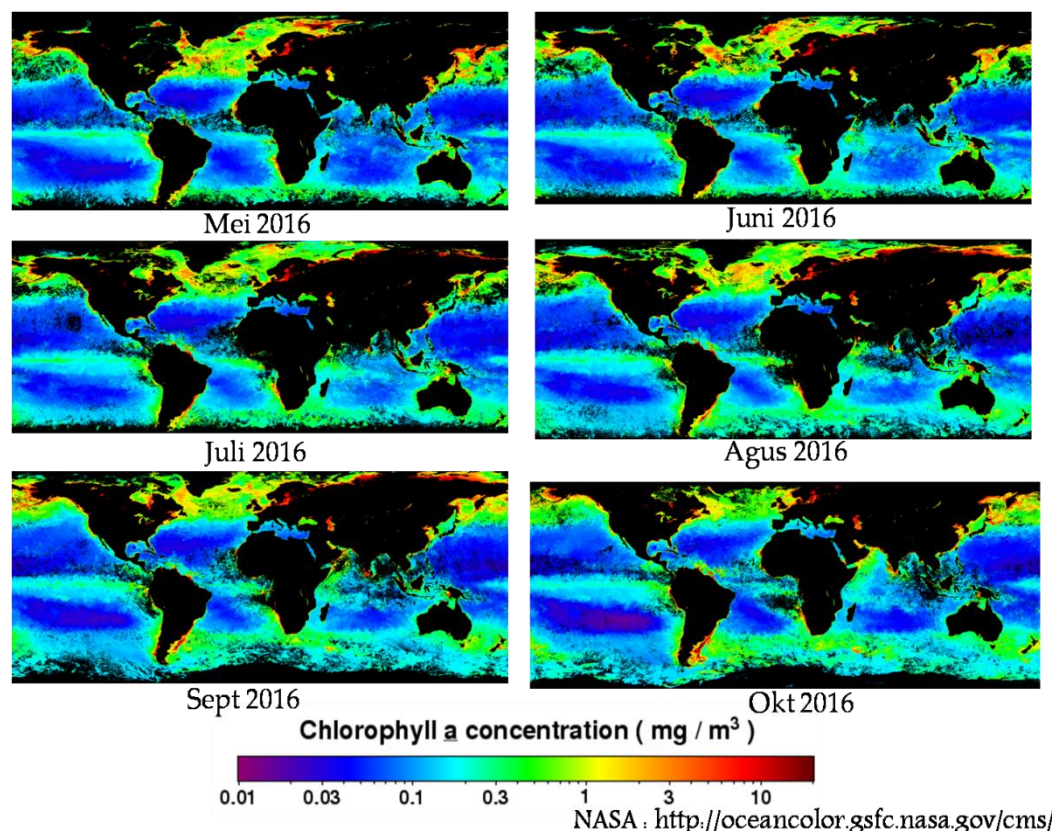
Penentuan distribusi klorofil dapat dilakukan dengan menggunakan sensor MODIS yang memiliki karakteristik dan dapat diaplikasikan untuk mendeteksi *Ocean Color* yaitu, kanal visibel sinar biru (kanal 9) dan sinar

hijau (kanal 12). Sinar hijau yang dipantulkan oleh permukaan laut (membawa informasi mengenai konsentrasi klorofil) dapat dideteksi oleh sensor kanal 12. Semakin banyak sinar hijau yang diterima sensor, maka semakin tinggi pula kandungan klorofil suatu permukaan laut. Penentuan nilai sebaran konsentrasi klorofil dilakukan melalui rasio kanal 9 dan 12, yakni :

$$R = \text{Log} \frac{\text{Kanal 9 (Sinar Biru)}}{\text{Kanal 12 (Sinar Hijau)}}$$

Jika $R < 1$, maka kandungan klorofil rendah $R = 1$, maka kandungan klorofil sedang $R > 1$, maka kandungan klorofil tinggi.

Model algoritma yang digunakan dua panjang gelombang, yakni $443\mu\text{m}$ dan $551\mu\text{m}$. Alasan digunakannya kedua panjang gelombang ini adalah bahwa tingkat penyerapan klorofil tinggi pada kanal 9 sehingga mengakibatkan tingkat reflektansinya pada kanal tersebut rendah. Oleh karena itu, jika rasio antara reflektansi panjang gelombang $443\mu\text{m}$ dengan reflektansi panjang gelombang $551\mu\text{m}$ adalah rendah, maka konsentrasi klorofilnya adalah tinggi. Demikian pula sebaliknya, rasio akan mencapai nilai maksimum apalagi konsentrasi klorofilnya rendah.



Gambar 5. Distribusi Klorofil

Umumnya sebaran konsentrasi klorofil-a tinggi di perairan pantai sebagai akibat dari tingginya suplai nutrien yang berasal dari daratan melalui limpasan air sungai, dan sebaliknya cenderung rendah di daerah lepas pantai. Meskipun demikian pada beberapa tempat masih ditemukan konsentrasi klorofil-a yang cukup tinggi, meskipun jauh dari daratan. Keadaan tersebut disebabkan oleh adanya proses sirkulasi massa air yang memungkinkan terangkutnya sejumlah nutrien dari tempat lain, seperti yang terjadi pada daerah upwelling. Sedangkan eddie merupakan gerakan air berpusar searah arus yang disebabkan adanya pertemuan massa air panas dan dingin sehingga dapat tercipta *cold ring (cold eddie)* dan *warm ring (warm eddie)*. *Upwelling, front* dan *eddie* merupakan perangkap zat hara dari kedua massa air yang berbeda suhu tersebut sehingga dapat merupakan *feeding ground* bagi jenis-jenis ikan pelagis dan juga dapat menjadi penghalang bagi pergerakan migrasi ikan karena pergerakan airnya yang sangat cepat dan bergelombang besar (Hasyim dan Salma, 1998). Hal ini menyebabkan terjadinya peningkatan stok ikan di ketiga tempat tersebut dan menjadi tempat yang ideal untuk penangkapan ikan jenis pelagis.

5. Kesesuaian Lahan

Pemilihan lokasi yang tepat merupakan faktor yang penting dalam menentukan kelayakan pemanfaatan, kesesuaian lahan merupakan penggambaran tingkat kecocokan sebidang lahan untuk suatu penggunaan tertentu, terkait dengan lingkungan laut pemanfaatan yang sering digunakan adalah untuk budidaya seperti keramba jaring apung, budidaya rumput laut, budidaya mutiara, dll. Beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam penentuan lokasi budidaya adalah parameter fisik, kimia dan biologi. Jenis variabel kesesuaian lahan yang dapat digunakan dan informasinya dapat diekstraksi dari data penginderaan jauh antara lain :

a. Kedalaman dan kecerahan perairan

Informasi kedalaman maupun kecerahan perairan selalu digunakan dalam menentukan pemilihan lokasi pemanfaatan pada wilayah laut, baik untuk keramba maupun untuk budidaya. Informasi kedalaman dan kecerahan bisa di dapatkan dengan memanfaatkan data penginderaan jauh, seperti yang telah dipaparkan sebelumnya

b. Keterlindungan lokasi

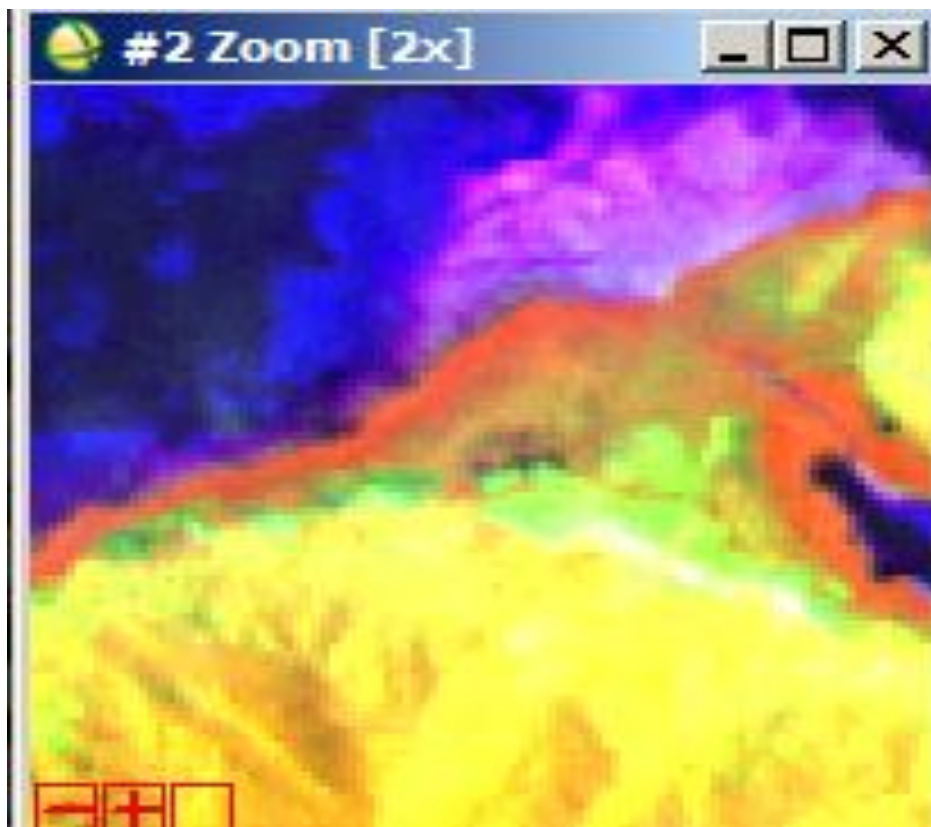
Keterlindungan lokasi baik dari arus, ombak maupun sedimentasi dari daratan dapat didapat dengan melakukan interpretasi visual data penginderaan jauh. Dalam pemanfaatan wilayah laut untuk keramba maupun budidaya lain, informasi keterlindungan lokasi sangat penting, lokasi keramba dan budidaya yang baik biasanya merupakan lokasi yang memiliki arus yang relatif tenang dan terlindung dari ombak dan sedimentasi. Dalam penentuan kesesuaian lahan akan sangat baik bila data penginderaan jauh yang terbatas hanya dapat memberikan informasi-informasi yang bersifat fisik dipadukan dengan data lapangan yang dapat

memberikan informasi yang bersifat kimia seperti salinitas, suhu dan pH. Integrasi data fisik dan kimia akan dapat memberikan informasi mengenai tingkat-tingkatan kesesuaian lahan untuk berbagai peruntukan dalam pemanfaatannya.

6. Ekosistem Pesisir

a. Ekosistem Mangrove

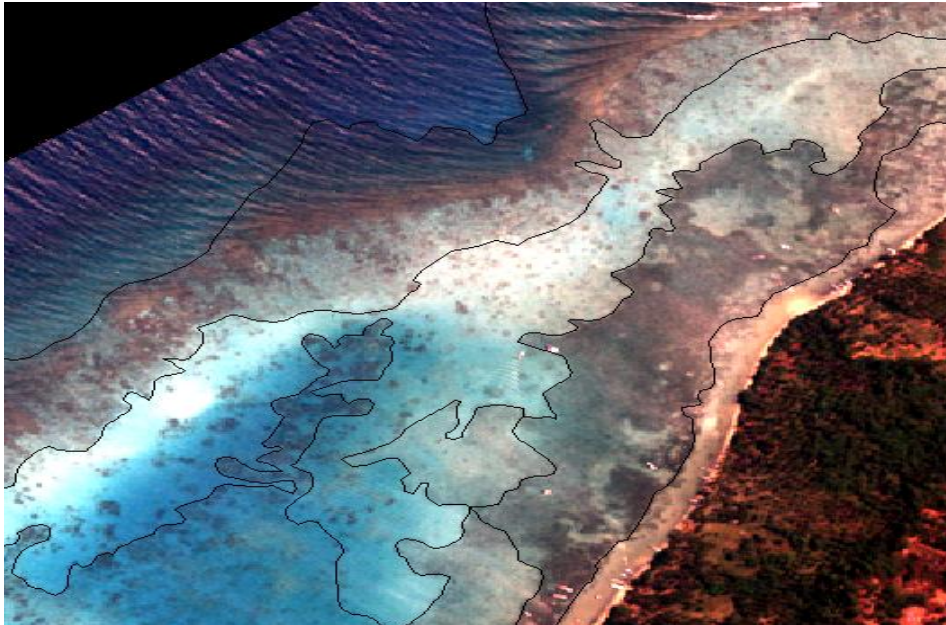
Ekosistem mangrove adalah salah satu obyek yang bisa di indentifikasi dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh. Letak Geografi ekosistem mangrove yang berada pada daerah peralihan darat dan laut memberikan efek perekaman yang khas jika dibandingkan obyek vegetasi darat lainnya. Efek perekaman tersebut sangat erat kaitannya dengan karakteritik spektral ekosistem mangrove, hingga dalam identifikasi memerlukan suatu transformasi tersendiri.



Gambar 6. Citra Landsat 7 ETM + Komposit 452, dimana Mangrove Berwarna Jingga sementara Vegetasi Daratan Berwarna Kuning.

b. Ekosistem Lamun dan Terumbu Karang

Ekosistem Lamun dan Terumbu Karang dapat diinterpretasi secara visual dan digital dengan menggunakan citra resolusi tinggi sampai citra resolusi menengah.



Gambar 7. Interpretasi Visual Lamun dan Terumbu Karang dari Citra QuickBird

KESIMPULAN

Dari pemaparan pemanfaatan penginderaan jauh yang diintegrasikan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam pemetaan dibidang kelautan, dapat ditarik beberapa kesimpulan :

1. Pemanfaatan teknologi Penginderaan Jauh dan integrasinya dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan solusi yang tepat dalam melakukan pemetaan dalam bidang kelautan
2. Luasnya wilayah laut Indonesia dan panjangnya garis pantai yang dimiliki menjadinya pemetaan secara terestrial tidak efektif baik dari segi tenaga, waktu, dan biaya
3. Pemetaan wilayah laut secara terestrial memiliki kelebihan tingkat akurasi yang lebih tinggi, tetapi memerlukan tenaga (SDA) yang lebih banyak, waktu yang lebih lama dan biaya yang lebih besar bila dibandingkan dengan pemetaan wilayah laut dengan memanfaatkan data penginderaan jauh.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, Miftahurairah Quratun. 2007. Kajian Distribusi Potensi Fitoplankton di Sebagian Laut Utara Jawa Menggunakan Citra MODIS. *Skripsi*. Fakultas Geografi UGM: Yogyakarta
- Aronoff S, 1989. *Geographic Information Systems: A Management Perspective*. WDL Publication. Ottawa: Canada.
- Dahuri, R. 2000. *Pendayagunaan Sumber Daya Kelautan Untuk Kesejahteraan Rakyat*. Kumpulan pemikiran DR. Ir. Rokhmin Dahuri MS. LISPI: Jakarta.
- Danoedoro, Projo. 1996. *Pengolahan Citra Digital*. Fakultas Geografi UGM: Yogyakarta
- Hasyim, B. dan Nia Salma. 1998. Analisis Distribusi Suhu Permukaan Laut dan Kaitannya Dengan Lokasi Penangkapan Ikan dan Laju Pancing Ikan Tuna di Perairan Selatan Bali – Jawa Timur. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan Ke-8 MAPIN*. Masyarakat Penginderaan Jauh Indonesia. Jakarta, Indonesia. pp 249-256
- Lilliesand T. M., R. W. Kiefer and J. W. Chipman. 2008. *Remote Sensing and Image Interpretation*. Sixth Edition. Jhon Wiley and Sons: New York.
- Longhurst, A.R. 1988. *Analysis Of Marine Ecosystems*. Academic Press Limited: London. UK
- Nybakken, dan James W. 1992. *Biologi, Suatu Pendekatan Ekologi* (Terjemahan: Moh. Eidman dan Kuesoebiono). PT. Gramedia: Jakarta.
- Perdana, Aji Putra. 2006. Kajian Suhu Permukaan Laut Berdasarkan Analisis Data Penginderaan Jauh dan Data Argo Float di Selatan Pulau Jawa, Pulau Bali, dan Kepulauan Nusa Tenggara. *Skripsi*. Fakultas Geografi UGM: Yogyakarta
- Sunarto. 2002. Hubungan Intensitas Cahaya dan Nutrien dengan Produktivitas Primer Fitoplankton. *Jurnal Akuatika*. Vol. 2. No.1. Hal 24-48.
- Sutanto. 1987. *Penginderaan Jauh*. Jilid 2. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta
- Swain, P.H. and Shirley M. Davis. 1978. *Remote Sensing: The Quantitative Approach*. McGraw –Hills: New York. USA