

INVENTARISASI SUMBER DAYA ALAM PESISIR DAN LAUT DENGAN MENGGUNAKAN DATA SATELIT LANDSAT STUDI KASUS : KABUPATEN MALUKU TENGGARA

Muchlisin Arief
Peneliti Bidang Aplikasi Penginderaan Jauh, LAPAN

ABSTRACT

The Inventarisation of natural resources using the Remote sensing data is an activities to identifying an object on surface of the earth. The stressing of this research is to analyze the natural resources at coastal region and sea in Maluku Tenggara district. The coastal region is the interface area between land and sea, limited to the Land up to the area when marine activities reached and to the sea when land activities influenced. Satellite data using is Landsat -7 ETM (Enhancement Thematic Mapper) in 2002. parth/raw 105/064, 106/63, dan 106/064. Inventarisation of object on the surface can be conducted by using classification methode manually on the RGB image of Landsat satellite data and to identifying a sea grass and coral reef using Lyzengga algorithm. Based on the Inventarisation and the processing data, obtained that: the area of Maluku Tenggara district is 1257,49 Km², the distribution of the natural resources for coral reef region and sea grass located at Tayando Tarn, Dullah Utara Island, Kei Kecil Barat Subdistrict. The whole area of the coral reef and sea grass are 144,13 Km² and 140,43 Km² respectively, the area of sand (243,18 Km²), and the mangrove is 17,785 Km². Beside, the length of coastal region line is 3978,20 Km.

ABSTRAK

Inventarisasi sumber daya alam menggunakan data penginderaan satelit merupakan kegiatan penentuan jenis obyek sumber daya alam di permukaan Bumi. Obyek yang diinventarisasi adalah sumber daya alam pada wilayah pesisir dan laut di Kabupaten Maluku Tenggara. Wilayah Pesisir adalah daerah/zona pertemuan antara darat dan laut, dengan batas ke arah darat sejauh daerah yang masih dipengaruhi oleh sifat-sifat laut dan ke arah laut sebatas daerah yang masih dipengaruhi oleh proses-proses alami yang terjadi di darat. Sedangkan data satelit yang digunakan adalah data satelit Landsat-7 ETM (*Enhancement Thematic Mapper*) tahun 2002, parth/raw 105/064, 106/63, dan 106/064. Inventarisasi obyek permukaan dilakukan dengan metode klasifikasi baik yang dilakukan dengan mendeliniasi obyek secara manual dari citra Landsat RGB, sedangkan untuk menginventarisasi lamun dan terumbu karang menggunakan algoritma Lyzengga. Berdasarkan hasil inventarisasi dan pemrosesan data, luas daratan Kabupaten Maluku Tenggara adalah 1257,49 Km², distribusi spatial sumber daya alam untuk Terumbu karang dan lamun paling banyak terdapat di Kecamatan Tayando Tarn, Pulau Dullah Utara, Kei Kecil Barat. Luas keseluruhan terumbu karang dan lamun adalah 144,13 Km², 140,43 Km² serta sumber daya alam pasir seluas 243,18 Km², luas hutan mangrove 17,785 Km². Sedangkan panjang garis pantai Kabupaten Maluku Tenggara adalah 982,46 Km.

1 PENDAHULUAN

Kabupaten kepulauan Maluku Tenggara adalah kabupaten yang dibentuk berdasarkan Undang-Undang No. 40 Tahun 2003 terdiri dari 10 Kecamatan, 112 desa dan 4 kelurahan. Dengan batas-batas wilayah : sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Seram Timur; sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Aru; sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Maluku Tenggara Barat; dan sebelah Barat berbatasan dengan Laut Banda.

Sebagaimana yang diamanatkan pemerintah bahwa percepatan pembangunan diarahkan pada wilayah Indonesia Timur, maka tak ketinggalan pula Kabupaten Maluku Tenggara saat ini giat-giatnya melaksanakan pembangunan di segala sektor pembangunan. Pembangunan yang dapat dipetik manfaatnya dalam waktu relatif singkat adalah pembangunan dengan memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia di Kabupaten Maluku Tenggara. Sesuai dengan fakta fisik Kabupaten Maluku Tenggara, di mana wilayah laut lebih luas dari pada daratan, maka pembangunannya diarahkan pada pembangunan pada sektor pesisir dan laut.

Sumber daya alam pesisir dan laut yang dimiliki wilayah tersebut terdiri dari sumber daya yang tidak dapat pulih (*non renewable resources*) antara lain berupa minyak, mineral, energi laut non konvensional/OTEC, dan sumber daya yang dapat pulih (*renewable resources*) antara lain berupa berbagai jenis ikan (*fishes*) dan bukan ikan (*non fishes*) yang potensinya cukup besar. Dengan kondisi pesisir yang garis pantai relatif panjang, tentunya memiliki potensi budidaya air laut dan air payau yang cukup besar, yang sampai saat ini pemanfaatan lahan dan sumber daya untuk kebutuhan kegiatan budidaya masih sangat terbatas.

Keberadaan sumber daya alam pesisir dan laut yang demikian besar tersebut merupakan peluang bagi sumber pertumbuhan ekonomi daerah dan

nasional sekaligus sebagai wahana untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Oleh karena itu sangatlah tepat apabila saat ini Pemerintah Kabupaten Maluku Tenggara dan Pemerintah Pusat memberikan perhatian yang cukup besar terhadap sektor pesisir dan kelautan melalui konsep pengembangan kawasan kepulauan dengan mengedepankan prinsip-prinsip pembangunan yang berkelanjutan (*sustainable development*). Dalam pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya tersebut dibutuhkan berbagai upaya yang maksimal dari Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Maluku Tenggara beserta semua *stakeholder* yang terlibat di dalamnya terutama menyangkut penyiapan data potensi melalui kegiatan analisa sumber daya alam pesisir dan laut. Hal ini merupakan langkah awal menuju pengelolaan dan pemanfaatan potensi sumber daya alam secara lestari dan berkelanjutan serta berwawasan lingkungan.

Maksud dari pelaksanaan kegiatan penelitian ini adalah menginventarisasi SDA serta penyediaan data dan informasi sehingga dapat digunakan sebagai bagian dari dasar perencanaan pembangunan pesisir dan kelautan di Kabupaten Maluku Tenggara, yaitu dengan menganalisis dan menginventarisasi jenis dan sebaran dari berbagai sumber daya alam pesisir dan laut yang terdapat di Kabupaten Maluku Tenggara.

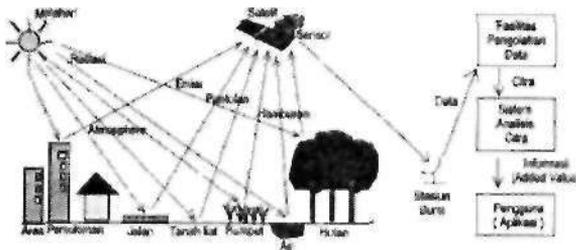
Sedangkan sasaran dari pelaksanaan kegiatan ini, adalah tersedianya informasi potensi berbagai sumber daya alam pesisir dan laut seperti mangrove, terumbu karang, padang lamun, dan lain-lain yang ada di Kabupaten Maluku Tenggara.

2 DATA DAN METODE

2.1 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah teknik untuk memperoleh informasi tentang obyek, daerah atau fenomena alam lainnya melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah atau fenomena yang dikaji

(Lillesand dan Kiefer, 1990). Teknik tersebut dilakukan dengan cara mendeteksi gelombang elektromagnetik yang datang dari obyek tersebut, baik yang dipantulkan, diemisikan maupun dihamburkan balik. Menurut Sutanto (1994), ada empat komponen penting dalam sistem penginderaan jauh, adalah (1) sumber tenaga elektromagnetik, (2) atmosfer, (3) interaksi antara tenaga dan obyek, (4) sensor. Secara skematik dapat dilihat pada Gambar 2-1.



Gambar 2-1: Sistem penginderaan jauh (Sutanto, 1994)

Gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh sinar matahari merupakan sumber tenaga yang diterima oleh sensor, energi gelombang elektromagnetik dari matahari tersebut mengenai obyek di permukaan Bumi, kemudian oleh obyek energi tersebut akan diserap, diteruskan, atau dipantulkan kembali dan energi hasil pantulan ini akan diterima oleh sensor.

Sumber gelombang elektromagnetik lainnya adalah dari obyek/benda itu sendiri, di mana setiap benda akan mengemisikan gelombang elektromagnetik sesuai dengan temperatur benda tersebut. Gelombang elektromagnetik radar juga bisa digunakan dalam penginderaan jauh, di mana sistem radar ini merupakan sistem aktif karena gelombang radar harus dipancarkan oleh suatu media secara aktif. Tenaga panas yang dipancarkan dari obyek dapat direkam dengan sensor yang dipasang jauh dari obyeknya. Penginderaan obyek tersebut menggunakan spektrum inframerah thermal (Paine, 1981 dalam Sutanto, 1994). Dengan menggunakan satelit maka akan memungkinkan untuk memonitor daerah yang sulit dijangkau dengan metode dan wahana yang lain. Satelit dengan orbit tertentu

dapat memonitor seluruh permukaan Bumi. Satelit-satelit yang digunakan dalam penginderaan jauh terdiri dari satelit lingkungan, cuaca dan sumber daya alam.

Resolusi spectral dari suatu sensor, adalah banyaknya saluran yang dapat dimiliki oleh sensor. Semakin banyak saluran yang dimiliki maka resolusi spektralnya semakin tinggi. Resolusi spektral ini berkaitan langsung dengan kemampuan sensor untuk dapat mengidentifikasi obyek. *Resolusi spasial* suatu sensor indera adalah ukuran kemampuan sensor tersebut untuk dapat membedakan dua obyek yang berdekatan atau jarak minimum antar dua obyek yang masih dapat dibedakan. *Resolusi temporal* suatu sensor, adalah kemampuan sensor untuk mendeteksi daerah yang sama pada perolehan data berikutnya. Resolusi temporal berkaitan langsung dengan waktu pengulangan satelit melewati daerah yang sama.

Landsat 7 merupakan program lanjutan dari seri Landsat sebelumnya, yang diluncurkan ke orbit pada tanggal 15 April 1999. Landsat 7 mengelilingi Bumi pada ketinggian sekitar 705 km dengan sudut inklinasi 98 derajat dan waktu lintas khatulistiwa jam 10 pagi. Orbit satelit diprogram dengan siklus 16 hari sesuai *Landsat Worldwide Reference System*. Landsat 7 mempunyai 9 saluran terdiri dari 6 saluran dengan resolusi 30x30 meter, satu saluran pankromatik dengan resolusi spasial 15x15 meter dan dua saluran thermal dengan resolusi spasial 60 x 60 meter.

2.2 Wilayah Pesisir dan Potensinya

Wilayah pesisir merupakan daerah pertemuan antara darat dan laut, dengan batas ke arah darat meliputi bagian daratan, baik kering maupun terendam air yang masih mendapat pengaruh sifat-sifat laut, seperti angin laut, pasang surut yang dicirikan oleh vegetasinya yang khas. Wilayah pesisir didefinisikan sebagai wilayah peralihan antara laut dan daratan, ke arah darat mencakup daerah yang masih terkena pengaruh percikan air

laut atau pasang surut, dan ke arah laut meliputi daerah paparan benua (Beatly *et.al.*, 1994 dalam Dahuri *et. al.*, 1996). Sedangkan batas wilayah pesisir ke arah laut mencakup bagian atau batas terluar dari pada daerah paparan benua (*continental shelj*), di mana ciri-ciri perairan ini masih dipengaruhi oleh proses alami yang terjadi di darat seperti sedimentasi dan aliran air tawar, maupun proses yang disebabkan oleh kegiatan manusia di darat seperti penggundulan hutan dan pencemaran (Bengen, 2002).

Beberapa ekosistem wilayah pesisir yang khas seperti estuaria muara sungai, delta, laguna, terumbu karang (*coral reef*), padang lamun (*seagrass*), hutan mangrove, hutan rawa, dan bukit pasir (*sand dune*) tercakup dalam wilayah ini. Luas suatu wilayah pesisir sangat tergantung pada struktur geologi yang dicirikan oleh topografi dari wilayah yang membentuk tipe-tipe wilayah pesisir tersebut. Wilayah pesisir yang berhubungan dengan tepi benua yang meluas (*trailing edge*) mempunyai konfigurasi yang landai dan luas. Ke arah darat dari garis pantai terbentang ekosistem payau yang landai dan ke arah laut terdapat paparan benua yang luas. Bagi wilayah pesisir yang berhubungan dengan tepi benua patahan atau tubrukan (*collision edge*), dataran pesisirnya sempit, curam dan berbukit-bukit, sementara jangkauan paparan benuanya ke arah laut juga sempit.

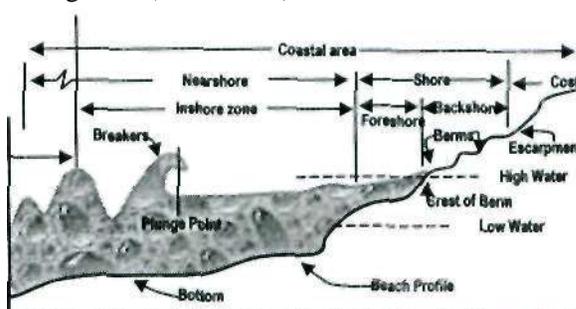
Berdasarkan pada batasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa wilayah pesisir merupakan wilayah peralihan (*interface*) antara daratan dan laut. Oleh karena itu, wilayah pesisir merupakan ekosistem khas yang kaya akan sumber daya alam, baik sumber daya alam dapat pulih (*renewable resources*) seperti ikan, terumbu karang, hutan mangrove, dan sumber daya tak dapat pulih (*non-renewable resources*) seperti minyak dan gas Bumi, bahan tambang dan mineral lainnya. Selain itu, wilayah pesisir juga memiliki potensi energi kelautan yang cukup potensial seperti gelombang, pasang surut, angin, dan OTEC (*Ocean Thermal*

Energy Conversion), serta memiliki potensi jasa-jasa lingkungan (*environmental services*) seperti media transportasi, keindahan alam untuk kegiatan pariwisata, dan lain-lain.

Menurut Dirjen Pesisir dan Pulau-pulau Kecil (2001), ada 3 batasan pendekatan untuk mendefinisikan wilayah pesisir, yaitu

- Pendekatan ekologis: wilayah pesisir merupakan kawasan daratan yang masih dipengaruhi oleh proses-proses kelautan, seperti pasang surut dan intrusi air laut; dan kawasan laut yang masih dipengaruhi oleh proses-proses daratan seperti sedimentasi dan pencemaran.
- Pendekatan administrasi: wilayah pesisir adalah wilayah yang secara administrasi pemerintahan mempunyai batas terluar sebelah hulu dari kecamatan atau kabupaten atau kota yang mempunyai laut dan ke arah laut sejauh 12 mil dari garis pantai untuk propinsi atau sepertiganya untuk kabupaten atau kota.
- Pendekatan perencanaan: wilayah pesisir merupakan wilayah perencanaan pengelolaan sumber daya yang difokuskan pada penanganan issue yang akan dikelola secara bertanggung jawab.

Pada Gambar 2-2 memperlihatkan batas-batas fisik wilayah pesisir (Brahtz, 1972; dalam Supriharyono, 2000) yang terdiri dari wilayah yang meliputi lahan pesisir (*Coast*), pantai (*Shore*) dan perairan dangkal (*Nearshore*).



Gambar 2-2: Batas-batas fisik wilayah pesisir

Keunikan wilayah pesisir serta beragamnya sumber daya yang ada,

mengisyaratkan pentingnya pengelolaan wilayah tersebut secara terpadu bukan secara sektoral. Menurut Dahuri (2000) ada lima alasan mengapa wilayah pesisir perlu dikelola secara terpadu:

- Secara empiris, terdapat keterkaitan ekologis (hubungan fungsional) baik antar ekosistem di dalam kawasan pesisir maupun antara kawasan pesisir dengan lahan atas dan laut lepas. Dengan demikian perubahan yang terjadi pada suatu ekosistem, cepat atau lambat akan mempengaruhi ekosistem yang lainnya,
- Dalam suatu kawasan pesisir biasanya terdapat lebih dari dua macam sumber daya alam dan jasa-jasa lingkungan yang dapat dikembangkan,
- Dalam suatu kawasan pesisir, pada umumnya terdapat lebih dari satu kelompok masyarakat (orang) yang memiliki ketrampilan/keahlian dan kesenangan [*preference*] bekerja yang berbeda. Padahal sangat sukar untuk mengubah profesi seseorang yang sudah mentradisi menekuni suatu bidang pekerjaan,
- Baik secara ekologis maupun ekonomis, pemanfaatan suatu kawasan pesisir secara monokultur (*single use*) adalah sangat rentan terhadap perubahan internal maupun eksternal yang menjurus kepada kegagalan usaha,
- Kawasan pesisir pada umumnya adalah merupakan sumber daya milik bersama (*common property resources*) yang dapat dimanfaatkan oleh semua orang (*open acces*). Pada hal setiap pengguna sumber daya pesisir biasanya berprinsip memaksimalkan keuntungan.

Sumber daya alam secara garis besarnya dapat dikelompokkan ke dalam 2 bagian, yaitu sumber daya alam hayati dan sumber daya alam non hayati. Sumber daya alam hayati merupakan sumber daya alam yang berhubungan dengan tumbuh-tumbuhan yang menutupi permukaan Bumi, sedangkan yang non hayati berhubungan dengan obyek mineral, air dan obyek hasil buatan manusia.

Potensi sumber daya wilayah pesisir sangat beragam, Dahuri (2001) membagi potensi tersebut menjadi 2 bagian, yaitu

- Sumber daya alam yang dapat diperbaharui, seperti bermacam jenis ikan, udang, rumput laut, mangrove, terumbu karang.
- Sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui, seperti bermacam jenis mineral, pertambangan dan energi (gas dan minyak).

Selain itu bentuk kekayaan alam yang indah, kondisi perairan dan keanekaragaman flora-fauna di wilayah pesisir dapat dimanfaatkan untuk tujuan pariwisata. Misalnya memanfaatkan kawasan terumbu karang yang mempunyai berbagai macam jenis ikan karang dan ikan hias, memanfaatkan kawasan mangrove Indonesia yang merupakan tempat komunitas mangrove terluas di dunia. Sampai akhir tahun 2000, terdapat 241 daerah kabupaten atau kota yang memiliki wilayah pesisir (Sapta Putra, Pers.comm 2000). Dengan demikian Indonesia memiliki lokasi obyek wisata bahari yang cukup besar dibandingkan negara manapun.

2.3 Mangrove

Hutan mangrove sering juga disebut sebagai hutan pantai, hutan bakau, hutan payau atau hutan pasang surut yang merupakan suatu ekosistem peralihan antara darat dan laut. Terdapat di daerah tropik atau sub tropik di sepanjang pantai yang terlindung dan di muara sungai. Hutan mangrove merupakan ciri khas ekosistem daerah tropis dan sub tropis. Hutan mangrove merupakan komunitas tumbuhan pantai yang didominasi oleh beberapajenis pohon mangrove yang mampu tumbuh dan berkembang pada daerah pasang surut sesuai dengan toleransinya terhadap salinitas, lama penggenangan, substrat dan morfologi pantainya. Sebagai daerah peralihan antara darat dan laut, ekosistem mangrove mempunyai gradien sifat lingkungan

yang berat, sehingga hanya jenis tertentu yang memiliki toleransi terhadap kondisi lingkungan seperti itulah yang dapat bertahan dan berkembang (Departemen Kehutanan, 1997).

Ekosistem mangrove adalah suatu sistem yang terdiri atas lingkungan biotik dan abiotik yang saling berinteraksi di dalam suatu habitat mangrove. Hutan mangrove merupakan komunitas vegetasi pantai tropis, yang didominasi oleh beberapa jenis pohon mangrove yang mampu tumbuh dan berkembang pada daerah pasang surut pantai berlumpur. Hutan mangrove banyak ditemui di pantai, teluk yang dangkal, estuaria, delta dan daerah pantai yang terlindung. Keberadaan hutan mangrove dapat terjadi pada lingkungan di sepanjang muara sungai atau lebih banyak dipengaruhi oleh faktor aliran sungai (*fluvio-marine*) dan lingkungan yang lebih didominasi faktor laut (*marino-fluvial*). Untuk kondisi hutan mangrove yang lebih banyak dipengaruhi faktor laut, biasanya suplai air tawar berasal dari curah hujan atau mata air (*spring*) dan struktur hutannya lebih didominasi oleh tanaman mangrove.

Secara ekologis hutan mangrove telah dikenal mempunyai banyak fungsi dalam kehidupan manusia baik secara langsung maupun tidak langsung. Ekosistem mangrove bagi sumber daya ikan dan udang berfungsi sebagai tempat mencari makan, memijah, memelihara juvenil dan berkembang biak. Bagi fungsi ekologi sebagai penghasil sejumlah detritus dan perangkap sedimen. Hutan mangrove merupakan habitat berbagai jenis satwa baik sebagai habitat pokok maupun sebagai habitat sementara. Bagi fungsi ekonomis dapat bermanfaat sebagai sumber penghasil kayu bangunan, bahan baku pulp dan kertas, kayu bakar, bahan arang, alat tangkap ikan dan sumber bahan lain seperti tannin dan pewarna. Arang dari jenis *Rhizophora* spp mempunyai nilai panas yang tinggi dan asapnya sedikit. Mangrove juga mempunyai peran penting sebagai pelindung pantai dari hempasan gelombang air laut.

Ekosistem hutan mangrove di Indonesia memiliki keaneka-ragaman jenis yang tertinggi di dunia, seluruhnya tercatat 89 spesies, yang terdiri dari 35 spesies tanaman, 9 spesies perdu, 9 spesies liana, 29 spesies epifit dan 2 spesies parasitik (Nontji, 1987). Beberapa jenis pohon yang banyak dijumpai di wilayah pesisir Indonesia adalah Bakau (*Rhizophora* spp.), Api-api (*Auicennia* spp.), Pedada (*Sonneratia* spp.), Tanjung (*Bruguiera* spp.), Nyirih (*Xylocarpus* spp.), Tenger (*Ceriops* spp.) dan Buta-buta (*Exoecaria* spp.).

Hutan mangrove merupakan sumber daya alam wilayah tropis yang memiliki manfaat ganda dengan pengaruh yang sangat luas terhadap aspek sosial, ekonomi, dan ekologi. Hutan mangrove merupakan ekosistem yang unik dengan berbagai macam fungsi, yaitu fungsi fisik, fungsi biologi, fungsi ekonomi atau fungsi produksi.

Fungsi fisik dari ekosistem mangrove, yaitu menjaga garis pantai tetap stabil, melindungi pantai dan tebing sungai, mencegah terjadinya erosi pantai, serta sebagai zat perangkap, zat pencemar dan limbah. Selain itu hutan mangrove juga berfungsi sebagai pelindung daerah pesisir dari gempuran ombak (abrasi), gelombang tsunami, dan angin tofan. Ekosistem mangrove juga berperan besar dalam pemeliharaan kualitas perairan pesisir melalui adanya jebakan sedimen yang terdapat di kolom air dan pengeluaran nutrisi dalam keadaan seimbang (*steady-state equilibrium*).

Fungsi biologi ekosistem mangrove adalah sebagai daerah pasca larva dan juwana jenis-jenis ikan tertentu dan menjadi habitat alami berbagai jenis biota. Hutan mangrove merupakan tempat pemijahan dan asuhan (*nursery ground*) berbagai macam biota, termasuk ikan dan udang yang hidup secara alami. Di sisi lain ada peluang upaya peningkatan produksi melalui budidaya tambak udang, yang secara sesaat akan lebih cepat mendatangkan keuntungan. Tak dapat dipungkiri bahwa tuntutan peningkatan

ekonomi melalui usaha produksi budidaya tambak udang yang tidak berwawasan lingkungan, akan membawa konsekuensi mendorong laju penurunan luas hutan mangrove yang berfungsi menjaga kestabilan lingkungan.

Fungsi ekonomi ekosistem mangrove sangat banyak baik jumlah maupun kualitasnya. Menurut Saenger, 1963 dalam Dahuri, 1996, ada 70 macam kegunaan tumbuhan mangrove bagi kepentingan manusia, baik produk langsung, seperti bahan bakar, bahan bangunan, alat perangkap ikan, pupuk pertanian, bahan baku kertas, makanan, obat-obatan, minuman dan tekstil. Disamping itu produk tidak langsung, seperti tempat-tempat rekreasi dan bahan makanan dan produk yang dihasilkan sebagian besar telah dimanfaatkan oleh masyarakat.

Pengamatan penyebaran hutan mangrove pada citra Landsat 7-ETM dengan menggunakan kombinasi kanal komposit menjadi RGB 453, rnaaka hutan mangrove dapat diidentifikasi dengan kenampakan berwarna merah tua.

2.4 Terumbu Karang

Terumbu karang (*coral reefs*) merupakan kumpulan organisme yang hidup di dasar laut daerah tropis dan dibangun oleh biota laut penghasil kapur, khususnya jenis-jenis karang dan alge penghasil kapur (CaCCh). (Saptarini *et. al*, 1995; Dawes 1981 dalam Supriharyono, 2000).

Berdasarkan geomorfologinya, ekosistem terumbu karang dapat dibagi menjadi tiga tipe, yaitu terumbu karang tepi (*fringing reef*), terumbu karang penghalang (*barrier reef*) dan terumbu karang cincin (*atolls*). Ekosistem terumbu karang terdapat di lingkungan perairan yang agak dangkal. Untuk mencapai pertumbuhan maksimumnya, terumbu karang memerlukan perairan yang jernih, dengan suhu yang hangat, gerakan gelombang yang besar, serta sirkulasi yang lancar dan terhindar dari proses sedimentasi.

Kerangka hewan karang berfungsi sebagai tempat berlindung atau tempat

menempelnya biota laut lainnya. Sejumlah ikan pelagis bergantung pada keberadaan terumbu karang pada masa larvanya. Terumbu karang juga merupakan habitat bagi banyak spesies laut. Selain itu, terumbu karang dapat berfungsi sebagai pelindung pantai dari erosi. Dari sisi sosial ekonomi, terumbu karang merupakan sumber perikanan yang produktif, sehingga dapat meningkatkan pendapatan nelayan, penduduk pesisir, dan devisa negara yang berasal dari perikanan dan pariwisata.

Pertumbuhan karang dan penyebaran terumbu karang tergantung pada kondisi lingkungannya. Kondisi ini pada kenyataannya tidak selalu tetap, akan tetapi seringkali berubah karena adanya gangguan baik yang berasal dari alam atau aktivitas manusia. Faktor-faktor kimia dan fisik yang diketahui dapat mempengaruhi kehidupan dan atau laju pertumbuhan karang antara lain cahaya matahari, suhu, salinitas dan sedimen. Sedangkan faktor biologis biasanya berupa predator atau pemangsanya (Supriharyono, 2000).

Pengamatan terumbu karang menggunakan citra Landsat 7-ETM dibatasi pada kemampuan penetrasi data kanal 1 dan kanal 2 terhadap kolom air. Pengamatan terumbu karang menggunakan data inderaja Landsat 7-ETM ini hanya dilakukan sampai batas kedalaman yang dapat dideteksi oleh sensor satelit.

Untuk mendapatkan informasi terumbu karang dari data Landsat 7-ETM. Dilakukan Pengolahan yang dimaksudkan untuk mendapatkan informasi obyek dasar perairan, karena informasi yang didapat dari citra awal masih tercampur dengan informasi lain, seperti kedalaman air, kekeruhan, dan pergerakan permukaan air. Pengolahan ini meliputi penghilangan efek kolom air, ekstraksi informasi obyek dasar laut dengan menggunakan metode yang didasari oleh "Model Pengurangan Eksponensial" (*Exponential Attenuation Model*) oleh Lyzengga (1978).

$$Lyz = Li^0 + (0,54Lib - Li^0) \exp^{-2kz}$$

dengan

L_i adalah radiasi pada panjang gelombang i ,

L_i^0 adalah radiasi yang diukur pada laut dalam,

L_b adalah radiasi dasar perairan (0 m), panjang gelombang i ,

Z adalah kedalaman perairan (m),

K_i adalah koefisien attenuasi dari air pada panjang gelombang i

Persamaan ini telah diturunkan dan diperoleh persamaan sebagai berikut (Lyzengga-1978)

$$Y = \ln(TM1) + k_i/k_j \cdot \ln(TM2) \quad (2-2)$$

Koefisien k_i dan k_j dapat diperoleh dengan cara :

- a) Mengukur secara in-situ dengan mengaplikasikan model pengurangan eksponensial (Siregar, 1992),
- b) Menghitung slope k_i/k_j (Lyzengga, 1981) di mana $k_i/k_j = a + \sqrt{a^2 + 1}$ (Engel, 1988 dan Siregar, 1992, 1995)

dengan

L_i adalah radiasi pada panjang gelombang i ,

L_i^0 adalah radiasi yang diukur pada laut dalam,

L_b adalah radiasi dasar perairan (0 m), panjang gelombang i ,

Z adalah kedalaman perairan (m),

K_i adalah koefisien attenuasi dari air pada panjang gelombang i

Persamaan ini telah diturunkan dan diperoleh persamaan sebagai berikut (Lyzengga-1978)

$$Y = \ln(TM1) + k_i/k_j \cdot \ln(TM2) \quad (2-2)$$

Koefisien k_i dan k_j dapat diperoleh dengan cara :

- a) Mengukur secara in-situ dengan mengaplikasikan model pengurangan eksponensial (Siregar, 1992),
- b) Menghitung slope k_i/k_j (Lyzengga, 1981) di mana $k_i/k_j = a + \sqrt{a^2 + 1}$ (Engel, 1988 dan Siregar, 1992, 1995)

Selanjutnya dilakukan *enhancement* terhadap citra hasil transformasi untuk menonjolkan obyek terumbu karang sehingga lebih memudahkan dalam proses selanjutnya (klasifikasi).

2.3 Lamun

Padang lamun (*seagrass beds*)

organisme yang menempel dan sebagainya (Supriharyono, 2000).

Produktivitas primer komunitas lamun mencapai 1 kg C/m²/th. Namun demikian, dari jumlah tersebut hanya 3 % yang dimanfaatkan oleh herbivora, 37 % tenggelam ke perairan dan dimanfaatkan oleh benthos dan 12 % mengapung di permukaan dan hilang dari ekosistem. Produktivitas tersebut selain dari tumbuhan lamun juga berasal dari algae dan organisme phytoplankton yang menempel di daun lamun dan sejumlah invertebrata lainnya, seperti *Echinodermata* (teripang-*Holoturia*), dan bintang laut (*Archaster*, *Linckia*); serta *Crustacea* (udang dan kepiting) (Kirman dan Reid, 1979, Supriharyono, 2000).

Di Indonesia, padang lamun sering dijumpai berdekatan dengan ekosistem mangrove dan terumbu karang (Tomascik *et. al.*, 1997, Wibowo *et. al.*, 1996) sehingga interaksi ketiga ekosistem ini sangat erat. Struktur komunitas dan sifat fisik ketiga ekosistem ini saling mendukung, sehingga bila salah satu ekosistem terganggu, ekosistem yang lain akan terpengaruh.

2.6 Jumlah Pulau

Penghitungan jumlah pulau dengan menggunakan satelit, merupakan suatu metode penghitungan dari jarak jauh yang meliputi pengumpulan data dan proses analisis data. Sumber energi, perjalanan energi melalui atmosfer, interaksi antara energi dengan kenampakan muka Bumi, sensor pada wahana pesawat atau satelit dan proses pembentukan data merupakan bagian dari proses pengumpulan data. Sedangkan proses analisis data meliputi pengujian data dengan menggunakan alat interpretasi, menganalisis data digital mengumpulkan data rujukan sebagai pembantu dalam penganalisisannya (Retraubun, A. S. W., 2002).

Radiasi elektromagnetik merupakan suatu bentuk perjalanan dalam ruang hampa, yang menunjukkan sifat-sifat partikel dan gelombang. Sumber energi yang dipakai dalam sistem penginderaan

jauh adalah matahari dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Dalam Penginderaan Jauh, gelombang yang sering digunakan berada dalam beberapa spektrum elektromagnetik, yaitu spektrum tampak (0,4-0,7 (am), infra merah pantulan, infra merah thermal dan gelombang mikro (Lillesand dan Kiefer, 1993). Spektrum yang digunakan merupakan spektrum elektromagnetik yang dapat melalui atmosfer dan mencapai permukaan Bumi. Suatu obyek dapat memantulkan cahaya matahari atau memancarkan energinya sendiri sesuai dengan atom dan molekulnya. Energi radian yang dipancarkan suatu benda mengikuti kaidah Hukum Plank. Dengan demikian radiasi dari suatu benda dapat dijadikan ciri untuk identifikasi obyek tersebut. Demikian pula dengan pengidentifikasian suatu pulau dapat dilihat dari radiasi yang dipancarkan oleh pulau itu sendiri.

Penggunaan metode ini dapat dengan cepat diperoleh informasi mengenai jumlah pulau di seluruh Kabupaten Maluku Tenggara. Penggunaan hasil liputan citra satelit yang memiliki resolusi tinggi dengan ukuran pixel dapat mencapai 5 m x 5 m dengan mudah ditentukan dengan cepat informasi mengenai ukuran pulau dan sekaligus dengan total jumlah pulau. Dengan mengkombinasikan antara berbagai macam tipe liputan citra satelit, dapat diperoleh sangat beragam informasi, baik informasi fisik, sosial maupun ekosistem pesisir dalam waktu yang sangat cepat.

2.7 Garis Pantai

Garis pantai merupakan salah satu batas yang menggambarkan bentuk geometris dari pulau, dapat berupa garis-garis yang tidak beraturan yang memisahkan antara daratan dan lautan (Rais, Y., 2002). Sedangkan menurut Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 10 tahun 2002 tentang Pedoman Umum Perencanaan Pengelolaan Pesisir Terpadu, menyebutkan bahwa garis pantai adalah garis yang dibentuk oleh perpotongan garis air rendah dengan

daratan pantai yang dipakai untuk menetapkan titik terluar di pantai wilayah laut.

Terdapat beberapa definisi tentang garis pantai, diantaranya adalah

- menurut IHO, *coastline is the line reached by mean high water springs or mean higher high water tide, and care is necessary in order to locate it accurately in places where the tidal range is great.*
- menurut peta, garis pantai didefinisikan sebagai garis batas antara air tinggi rata-rata dan daratan, kecuali untuk daerah rawa rawa dan bakau, di mana dipakai garis pantai yang nyata yaitu tepi luar dari tetumbuhan.

Garis pantai tersebut selalu berubah-ubah baik bentuk maupun panjangnya. Perubahan garis pantai dapat diakibatkan oleh kekuatan alam maupun buatan manusia. Kekuatan tersebut dapat berupa pelapukan, pengikisan dan pengendapan (kekuatan luar), serta kekuatan dari dalam yang berupa kekuatan tektonik dan vulkanik.

Proses pengikisan dan pengendapan di laut menyebabkan endapan material, lama kelamaan membentuk gundukan-gundukan tanah yang dinamakan tanggul pantai. Tanggul mempunyai permukaan cembung dan mengandung air tawar, sehingga merupakan tempat pemukiman dan konsentrasi penduduk. Sebelum terbentuk tanggul di pantai, pada awalnya terjadi akresi, yaitu peristiwa tanah timbul di wilayah pantai yang berupa gosong atau delta. Dari hasil pengendapan tersebut, semakin lama semakin besar menyambung ke darat dan membentuk tanggul pantai. Demikian pula berlaku pada sungai yang membentuk tanggul sungai.

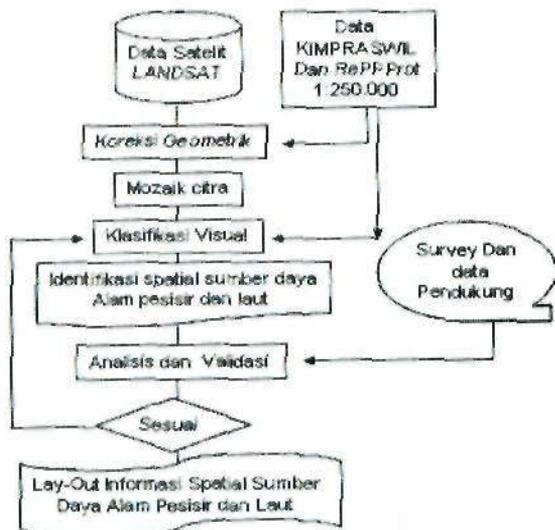
Di samping pengendapan, erosi dan pengikisan pantai atau lebih dikenal dengan istilah abrasi pantai, banyak berperan dalam merubah bentuk garis pantai. Faktor utama yang menentukan abrasi ini terutama disebabkan oleh arah gelombang yang dominan serta arah

arus pasang surut. Pada tempat-tempat tertentu bila tidak ada upaya pencegahan, abrasi pantai ini dapat mengikis bentuk pantai mencapai puluhan meter per tahun. Berdasarkan contoh-contoh di atas dapatlah diprediksi kemungkinan-kemungkinan perubahan garis pantai yang akan terjadi dengan memperhatikan besarnya sedimentasi, arah arus, pasut dan arah gelombang pada suatu wilayah pantai.

2.8 Metode

Algoritma umum dari serangkaian pelaksanaan kegiatan yang dilakukan dalam identifikasi spasial potensi sumber daya alam (dari pengumpulan data sampai dengan hasil akhir) untuk Kabupaten Maluku Tenggara dapat diuraikan seperti pada Gambar 2-3,

Pada Gambar 2-3 dapat dilihat bahwa proses pembuatan sumber daya alam spasial dapat dibagi dalam beberapa bagian, yaitu



proses tersebut menggunakan channel 5, 4 dan 2 dapat dilihat pada Gambar 3-1 (Lampiran 1).

Proses Klasifikasi, yang diikuti dengan proses analisis, identifikasi (identifikasi mangrove dan terumbu karang) dan validasi serta mencocokkan hasilnya dengan data survey, sehingga proses dilakukan berulang-ulang. Bila tidak sesuai maka proses klasifikasi diulang kembali atau dikoreksi dan bila sesuai maka proses dilanjutkan ke perhitungan luas dan pencetakan.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Kabupaten Maluku Tenggara merupakan salah satu kabupaten dari Provinsi Maluku terdiri dari 117 pulau yang terbagi dalam 10 Kecamatan (kecamatan Kei Kecil, Tayando Tarn, P. Kur, Pulau Dullah Utara, Pulau Dullah Selatan, Kei Kecil Timur, Kei Kecil Barat, Kei Besar, Kei besar Utara Timur, Kei Besar Selatan), 112 desa dan 4 kelurahan. Peta dasar Kabupaten Maluku Tenggara dapat dilihat pada Gambar 3-1 (Lampiran 1).

Untuk mengetahui sumber daya alam hutan dari masing-masing kecamatan, dilakukan dengan cara mengoverlay batas administrasi dengan citra RGB 542 Landsat-7 seperti pada Gambar 3-2 (Lampiran 2) Hasil overlay menunjukkan bahwa hutan di Kabupaten Maluku Tenggara terdapat di tujuh (7) Kecamatan, yaitu Kecamatan P. Kur, Pulau Dullah Utara, Pulau Dullah Selatan, Kei Kecil Timur, Kei Kecil Barat, Kei Besar, Kei besar Utara Timur. Sedangkan luas Kabupaten Maluku Tenggara adalah 1257,49 Km².

Berdasarkan hasil pengolahan citra dengan menggunakan Metode Lyzengga dan hasil survey di daerah tertentu, maka diperoleh informasi bahwa terumbu karang dan Lamun paling banyak terdapat di kecamatan Tayando Tarn, Pulau Dullah Utara, Kei Kecil Barat. Sedangkan Luas terumbu karang, lamun dan pasir di kecamatan Maluku Tenggara berturut-turut adalah 144,13 Km², 140,43 Km², 243,18 Km² seperti pada Gambar 3-3 (Lampiran 2).

Hasil pengamatan gray level hutan mangrove di tiga daerah Teluk Un, Desa Evu, Desa Raat dapat dilihat pada Tabel 3-1 (Lampiran 1). Tabel 3-1 menunjukkan bahwa nilai gray level hutan mangrove sangat bervariasi, sehingga identifikasi hutan mangrove berdasarkan gray level dari tiap-tiap nilai band sangat tidak memungkinkan dilakukan. Untuk itu, identifikasi penyebaran hutan mangrove di lokasi tertentu dapat diperoleh dengan cara mensuperposisikan pada citra Landsat 7-ETM dari kanal 4, 5 dan 3. Sehingga diperoleh citra komposit RGB 453. Pada

243,18 Km² seperti pada Gambar 3-3 (Lampiran 2).

Hasil pengamatan gray level hutan mangrove di tiga daerah Teluk Un, Desa Evu, Desa Raat dapat dilihat pada Tabel 3-1 (Lampiran 1). Tabel 3-1 menunjukkan bahwa nilai gray level hutan mangrove sangat bervariasi, sehingga identifikasi hutan mangrove berdasarkan gray level dari tiap-tiap nilai *band* sangat tidak memungkinkan dilakukan. Untuk itu, identifikasi penyebaran hutan mangrove di lokasi tertentu dapat diperoleh dengan cara mensuperposisikan pada citra Landsat 7-ETM dari kanal 4, 5 dan 3. Sehingga diperoleh citra komposit RGB 453. Pada citra komposit tersebut hutan mangrove dapat diidentifikasi dengan kenampakan berwarna merah tua. Hasil identifikasi hutan mangrove yang diturunkan dari citra Landsat-7 dapat dilihat pada Gambar 3-4 (Lampiran 3).

Berdasarkan Gambar 3-4 ditunjukkan bahwa hutan mangrove di kabupaten Maluku Tenggara hanya terdapat di Pulau Nuhumora dan sedikit di Pulau Kaidulah dengan Luas keseluruhan hutan mangrove adalah 17,785 Km².

Informasi penutup lahan sumber daya alam pesisir Kabupaten Maluku Tenggara, diturunkan dari citra RGB satelit Landsat dengan menggunakan kanal 5, 4, 2 dengan proses klasifikasi. Hasil proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 3-5 (Lampiran 3).

Gambar 3-5 menunjukkan bahwa sumber daya alam pesisir Kabupaten Maluku Tenggara, terdiri dari hutan darat (paling banyak terdapat hampir di pesisir Pulau Nuhuyut), semak belukar (paling banyak terdapat di pesisir Nuhuroa), pemukiman, perkebunan dengan luas berturut-turut 361, 568 Km², 199,62 Km², 27,90 Km², 21,84 Km², sedangkan panjang garis pantai Kabupaten Maluku Tenggara, adalah 982,46 Km.

4 KESIMPULAN

Inventarisasi sumber daya alam pesisir dan laut di Maluku Tenggara

menggunakan teknologi penginderaan jauh satelit Landsat mempunyai akurasi yang cukup memadai dalam mengidentifikasi sumber daya alam pesisir dan laut. Karena teknologi tersebut mempunyai cakupan yang cukup luas dan mempunyai periode tertentu, sehingga data dapat diperbaharui.

Hasil yang diturunkan dari data Landsat-ETM tahun 2002 parth/raw 105/064, 106/63, dan 106/064 dan beberapa informasi/data seperti hasil survey, peta tematik lainnya, diperoleh informasi spasial sumber daya alam wilayah pesisir, antara lain Informasi spasial ekosistem Mangrove, Terumbu Karang, Padang Lamun. Jumlah pulau, luas obyek, panjang garis pantai yang cukup akurat. Informasi tersebut dapat digunakan oleh para pengambil keputusan dalam memperkuat perencanaan pembangunan wilayah pesisir guna menentukan arah pembangunan di masa yang akan datang.

Berdasarkan analisis dan pemrosesan citra, maka luas Kabupaten Maluku Tenggara adalah 1257,49 Km², dengan sumber daya alam laut untuk terumbu karang dan Lamun paling banyak terdapat di kecamatan Tayando Tarn, Pulau Dullah Utara, Kei Kecil Barat. Sedangkan Luas keseluruhan terumbu karang, lamun dan pasir di Kabupaten Maluku Tenggara berturut-turut adalah 144,13 Km², 140,43 Km², 243,18 Km², dan hutan mangrove paling banyak terdapat di Kecamatan Kei Kecil, dengan luas keseluruhan 17,785 Km².

Sumber daya alam pesisir di Kabupaten Maluku Tenggara masih didominasi dengan hutan darat, semak belukar, pemukiman, perkebunan serta lainnya dengan luas masing-masing 361,568 Km², 199,62 Km², 27, 90 Km², 21,84 Km², dan panjang garis pantai Kabupaten Aru adalah 982,46 Km.

DAFTAR RUJUKAN

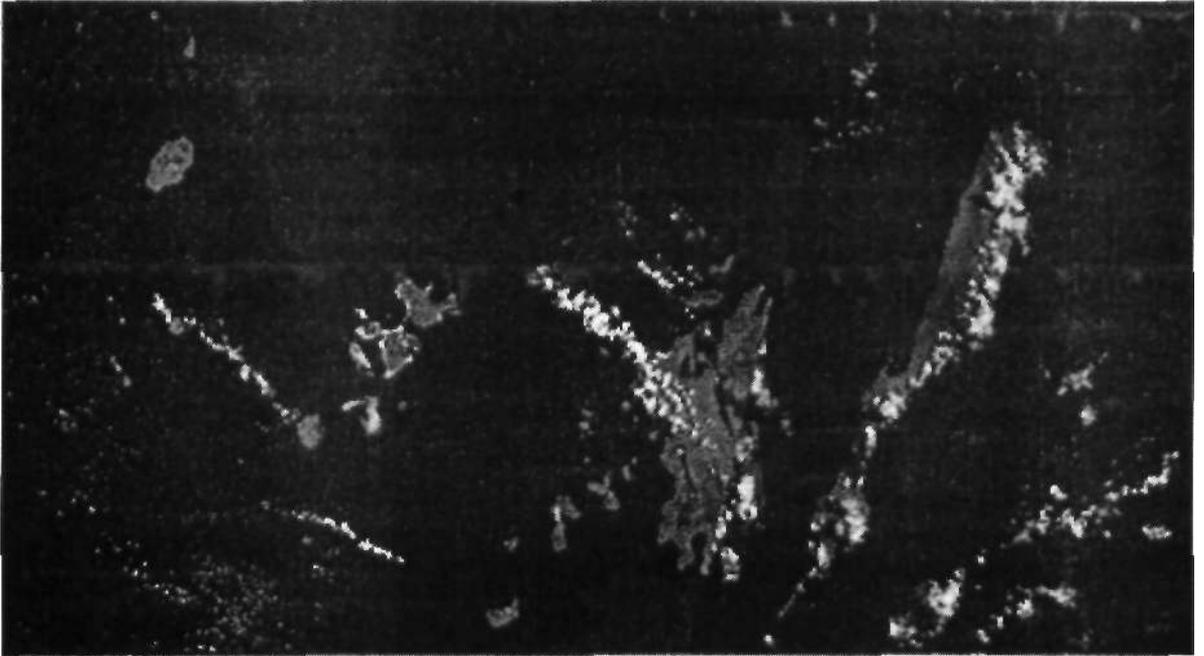
Arinu, I. N. A., 2002. *Penentuan dan Penghitungan Garis Pantai. Lokakarya Penetapan Luas Terumbu Karang, Panjang Garis Pantai dan Jumlah*

- Pulau di Indonesia Berdasarkan Data Penginderaan Jauh*. Coremap-LIPI dan LAPAN.
- Asbar, 2002. *Konsep BioRegion dalam Pengelolaan Wilayah Pesisir (suatu tinjauan filosofy)*. IPB. Bogor. (makalah thesis).
- Bengen, D.G., 2002. *Sinopsis Ekosistem dan Sumber day a Alam Pesisir dan Lout serta Prinsip Pengelolaannya*. Pusat Kajian Sumber daya Pesisir dan Lautan IPB 2002.
- Clark, R. J., 1996. *Coastal Zone Management Hand Book*. CRC Lewis Publishers. Boca Raton, Florida.694 p.
- Dahuri, R., Rais, J., Ginting, S. P., dan Sitepu, M.J. 2001. *Pengelolaan Sumber daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. FT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Dephut, 1997. *Ensiklopedi Kehutanan Indonesia*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan RI. Jakarta
- Diposaptono, S., 2002. *Garis Pantai. Lokakarya Penetapan Luas Terumbu Karang, Panjang Garis Pantai dan Jumlah Pulau di Indonesia Berdasarkan Data Penginderaan Jauh*. Coremap-LIPI dan LAPAN.
- Direktorat Jenderal Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. 2001. *Naskah Akademik Pengelolaan Wilayah Pesisir*. Jakarta.
- Hasyim, B., Winarso, G., Sulma, S., 2003. *Pendataan Pulau dan garis Pantai Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh*. Semiloka Penentuan Definisi dan Pendataan Pulau di Indonesia. Departemen Kelautan dan Perikanan.
- <http://www.malukuprov.go.id>, Pemprov.
- <http://www.oseanologi-lipi.go.id>, LI PI.
- LAPAN, 2002. *Pemetaan Terumbu Karang Menggunakan Data Inderaja dan SIG untuk Mendukung COREMAP*. Lokakarya Penetapan Luas Terumbu Karang, Panjang Garis Pantai dan Jumlah Pulau di Indonesia Berdasarkan Data Penginderaan Jauh. Coremap-LIPI dan LAPAN.
- Lawrence, D., 1998. *Pengelolaan Wilayah Pesisir Secara Terpadu: Buku Pedoman Teori dan Praktek Untuk Peserta Pelatihan*. Great Barrier Reef Marine Park Authority. Australia. Diterjemahkan oleh Mac T. dan M. S. Anggraeni.
- Lillesand, Thomas M. dan Ralp W. Kiefer., 1990. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citmt* Gajah Mada University press. Yogyakarta.
- Lyzengga R.D, 1978. *Shallow Water Bathymetry Using Combined Lidar and Passive Multispectral Scanner Data*, Int. Journal Remote Sens. Vol. 6 No. 1.
- Lyzengga R.D., *Shallow Water Bathymetry Using Combined Lidar and Passive Multispectral Scanner Data*, Int. Journal Remote Sens. Vol. 6 No. 1, **1978**.
- Nontji, A., 1987. *Lout Nusantara*. Penerbit Djambatan, Jakarta.
- Rais, Y., 2002. *Jumlah Pulau-pulau di Indonesia*. Lokakarya Penetapan Luas Terumbu Karang, Panjang Garis Pantai dan Jumlah Pulau di Indonesia Berdasarkan Data Penginderaan Jauh. Coremap-LIPI dan LAPAN.
- Sutanto, 1994. *Penginderaan Jauh Terapan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

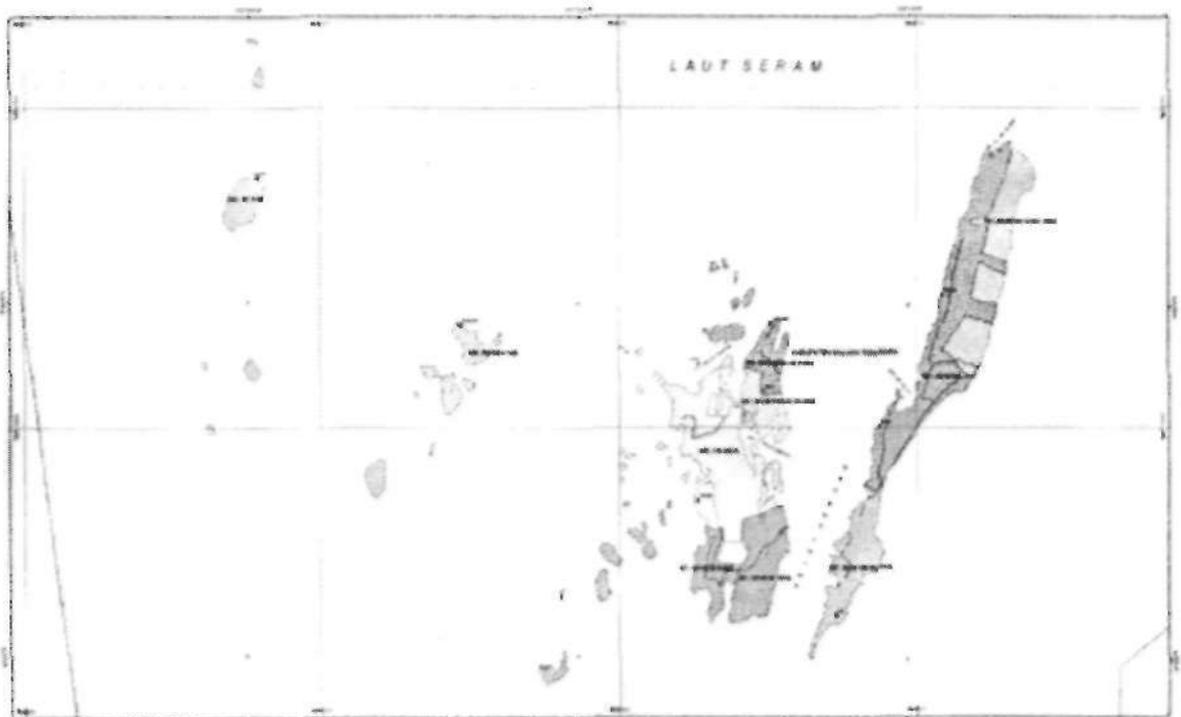
Lampiran 1

Tabel 3-1: PENGAMATAN NILAI GRAY LEVEL UNTUK MASING-MASING MANGROVE DI KABUPATEN MALUKU TENGGARA

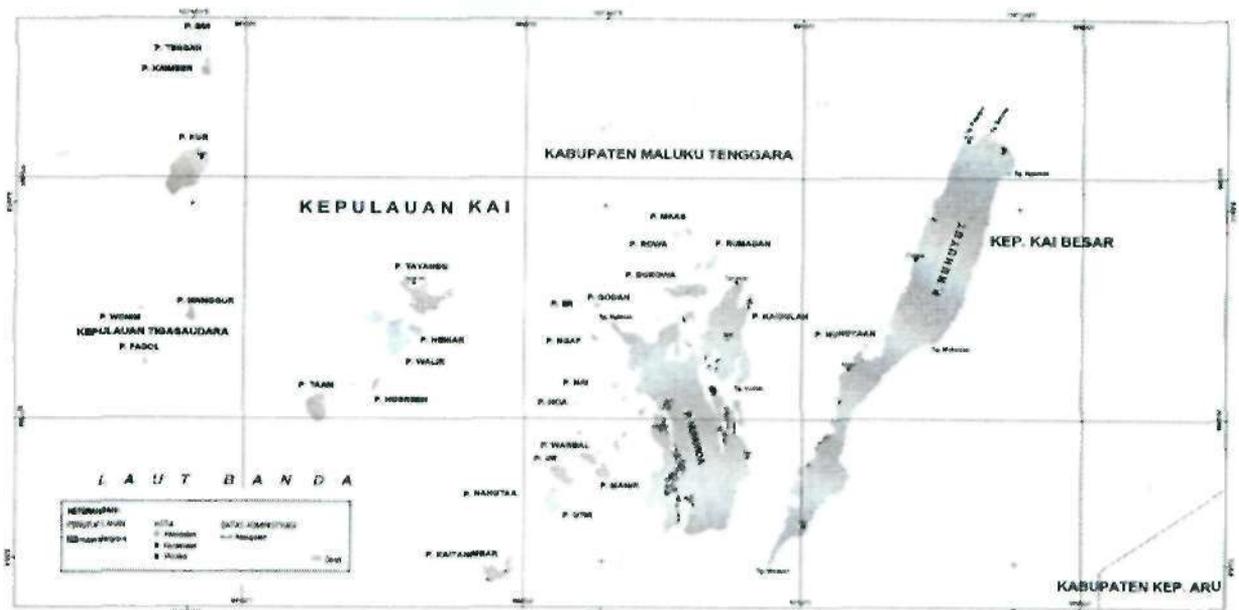
	Lokasi	POSISI		JENIS	Digital Number					
		Bujur	Lintang		B1	B2	B3	B4	B5?	B7
1.	Teluk Un	132.7984	-5.5775	Rhizophora mucro	150	147	158	140	28	20
2.	Desa Evu	132.7050	-5.803	Rhizophora stylo	80	56	48	88	39	22
3.	Desa Raat	132.5600	-5.7307	Rhizophora mucro	83	64	46	155	70	31



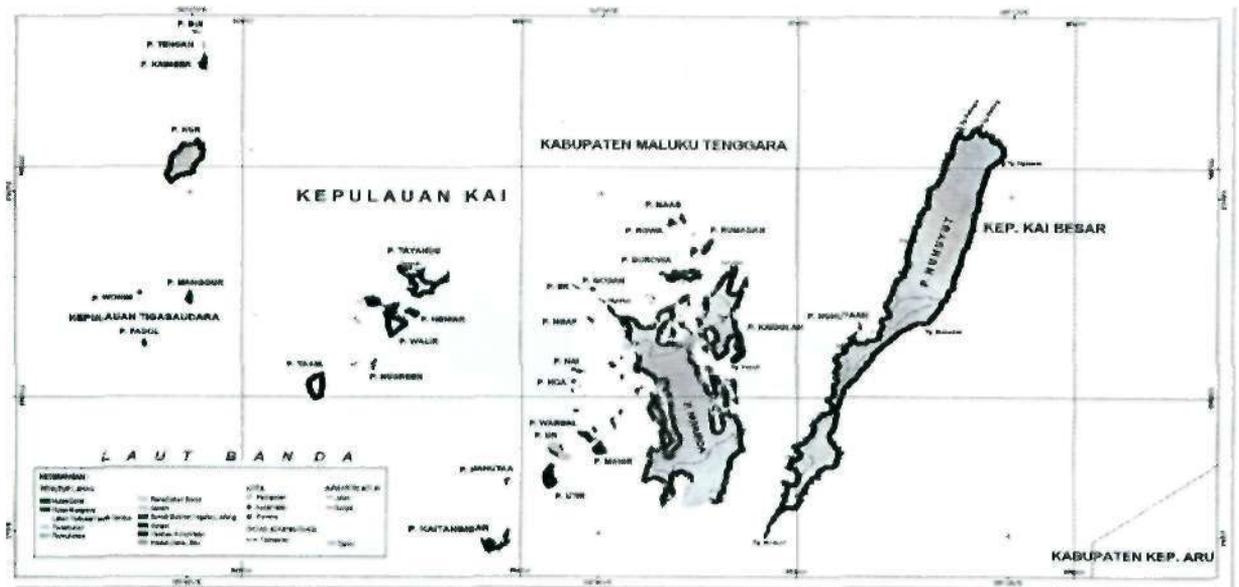
Gambar 3-1: Overlay citra landsat-7 band 5,4,2 ETM tahun 2002 parth/raw 105/064, 106/63,dan 106/064 untuk wilayah Kabupaten Maluku Tenggara



Gambar 3-1: Batas administrasi Kabupaten Maluku Tenggara



Gambar 3-4: Distribusi spasial hutan mangrove kabupaten Maluku Tenggara



Gambar 3-5: Informasi spasial sumber daya alam pesisir kabupaten Maluku Tenggara