

SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK APLIKASI MANAJEMEN TERPADU WILAYAH PESISIR DAN LAUT

Adang Saputra, I Nyoman Radiarta, dan Tri Heru Prihadi

Pusat Riset Perikanan Budidaya, Jakarta

ABSTRAK

Pengelolaan wilayah pesisir dan lautan secara terpadu adalah suatu pendekatan pengelolaan sumber daya wilayah pesisir yang melibatkan banyak ekosistem berikut sumber dayanya. Perencanaan pengelolaan pesisir dan laut dapat dilaksanakan pada tingkat nasional, provinsi, dan kabupaten/kota. Teknologi yang digunakan untuk membantu dalam pengelolaan wilayah pesisir dan lautan adalah Sistem Informasi Geografis (SIG). SIG merupakan pengembangan dari integrasi konsep dan teknik berbagai disiplin ilmu, di antaranya geografi, statistik, kartografi, ilmu komputer, biologi, matematika, ekonomi, dan ilmu bumi. Komponen utama analisis SIG terdiri atas pelaksana, perangkat keras, perangkat lunak, prosedur, dan data. Untuk keluaran dari analisis SIG dapat berupa peta, tabel, grafik, ringkasan data statistik, dan laporan.

KATA KUNCI: SIG, ekosistem, pesisir, laut

PENDAHULUAN

Wilayah pesisir dan lautan Indonesia yang kaya dan beragam sumber daya alamnya telah dimanfaatkan oleh bangsa Indonesia sebagai satu sumber bahan makanan utama, khususnya protein hewani. Sementara itu, kekayaan hidrokarbon dan mineral lainnya yang terdapat di wilayah ini juga telah dimanfaatkan untuk menunjang pembangunan ekonomi nasional. Sehingga sumber daya pesisir dan lautan merupakan tumpuan dan sumber pertumbuhan baru bagi pembangunan ekonomi Indonesia secara berkelanjutan guna mewujudkan masyarakat yang maju dan mandiri serta adil dan makmur.

Pengelolaan wilayah pesisir dan lautan secara terpadu adalah suatu pendekatan pengelolaan sumber daya wilayah pesisir yang melibatkan banyak ekosistem berikut sumber dayanya dan kegiatan pemanfaatannya (pembangunan) secara terpadu dan pada saat yang sama, meminimalkan dampak negatif dari segenap kegiatan pembangunan dan bencana alam sesuai daya dukung lingkungan pesisir dan lautan guna mencapai pembangunan wilayah pesisir dan lautan secara berkelanjutan (Dahuri *et al.*, 1996).

Salah satu teknologi untuk membantu dalam pengelolaan wilayah pesisir dan lautan adalah dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). SIG dapat memberikan sarana yang berharga bagi para perencana wilayah laut dan pesisir.

Pertama data yang terpisah-pisah dapat disimpan dan dikeluarkan kembali menurut lokasi. Data titik dapat disimpan apa adanya, jadi tidak hilang karena dimasukkan dalam unit pemetaan. Melalui teknologi ini pihak terkait (baik itu sektoral, Pemda, dan swasta) yang merencanakan sesuatu, dapat dipetakan dan diintegrasikan untuk mengetahui pilihan-pilihan manajemen dan alternatif perencanaan yang paling optimal. Dengan teknologi ini pihak perencana dapat menganalisis dan menyeleksi sektor mana kegiatan yang layak dan tidak layak dilakukan.

Tulisan ini bertujuan untuk memberikan gambaran umum tentang bagaimana peranan SIG dalam perencanaan manajemen wilayah pesisir dan lautan. Pada tahap awal akan dipaparkan mengenai perencanaan manajemen wilayah pesisir dan lautan kemudian pemaparan tentang SIG beserta contoh aplikasinya dan diakhiri dengan kriteria evaluasi SIG untuk perencanaan dan manajemen wilayah pesisir dan laut.

TINJAUAN MANAJEMEN TERPADU WILAYAH PESISIR DAN LAUT

Dalam suatu wilayah pesisir terdapat satu atau lebih sistem lingkungan (ekosistem) dan sumber daya pesisir. Ekosistem pesisir dapat bersifat alami atau buatan (*man-made*). Ekosistem alami yang terdapat di wilayah pesisir antara lain: terumbu karang, mangrove, padang lamun, pantai berpasir, estuaria, laguna,

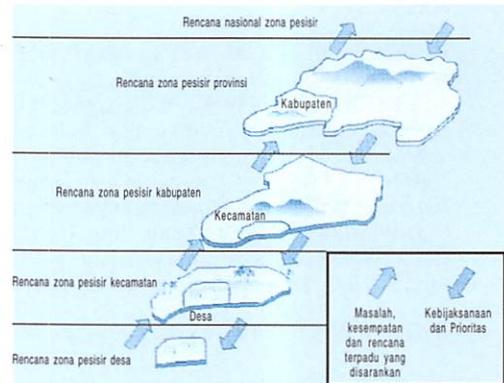
dan delta. Sedangkan ekosistem buatan di antaranya berupa tambak, sawah pasang surut, kawasan pariwisata, kawasan industri, dan kawasan pemukiman.

Potensi pembangunan yang terdapat di wilayah pesisir dan lautan secara garis besar terbagi atas tiga kelompok (Dahuri *et al.*, 1996) yaitu (1) sumber daya dapat pulih (*renewable resources*), seperti perikanan tangkap, perikanan budi daya pantai (tambak) dan *marine culture*, mangrove, terumbu karang, padang lamun, dan rumput laut pada umumnya belum dimanfaatkan secara optimal, (2) sumber daya tidak dapat pulih (*non-renewable resources*), seperti minyak dan gas bumi, dan mineral lainnya, serta (3) jasa-jasa lingkungan (*environmental services*), yang meliputi: energi, kawasan rekreasi, dan pariwisata yang banyak masih belum dikelola dengan baik oleh kegiatan pembangunan.

Pengelolaan pesisir terpadu dimaksudkan untuk mengkoordinasikan dan mengarahkan berbagai aktivitas dari dua atau lebih sektor dalam perencanaan pembangunan dalam kaitannya dengan pengelolaan wilayah pesisir dan lautan. Pengelolaan terpadu biasanya dimaksudkan sebagai upaya secara terprogram untuk mencapai tujuan yang dapat diharmoniskan dan mengoptimalkan antara kepentingan berbagai perencanaan sektoral, berbagai tingkat pemerintahan, ekosistem darat dan laut, serta garis pantai dan manajemen. Pendekatan tersebut ditempuh dimulai dengan keterpaduan perencanaan yang menyeimbangkan antara kepentingan ekonomi, sosial budaya, dan konservasi sumber daya pesisir. Karakteristik utama pengelolaan pesisir terpadu adalah mengintegrasikan elemen-elemen pengelolaan yang terpisah (perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian) menjadi suatu sistem yang terpadu dan serasi (Departemen Kelautan dan Perikanan, 2002).

Perencanaan pesisir dapat dilakukan pada tiga tingkat (nasional, provinsi, dan kabupaten/kota) yang luas dengan metode perencanaan dan jenis rencana yang juga berbeda. Pada tingkat nasional, perencanaan berkaitan dengan sasaran nasional dan alokasi sumber daya yang lebih berorientasi pada penentuan proyek-proyek tingkat provinsi dan kabupaten. Tingkat provinsi merupakan implementasi pengembangan kebijakan tingkat nasional, di mana prioritas nasional harus diterjemahkan dalam rencana tingkat provinsi. Tingkat kabupaten akan lebih bersifat teknis yaitu

melakukan perubahan dalam pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya pesisir. Unit perencanaan tingkat kabupaten meliputi kecamatan dan desa. Makin besar interaksi antara tiga tingkat perencanaan akan lebih baik. Penyaluran informasi harus berlangsung dua arah seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan dua arah antara perencanaan di berbagai tingkat (Anonymus, 1998; Scialabba, 1998)

Tingkat perencanaan di daerah (provinsi dan kabupaten/kota) semakin berperan aktif dengan lahirnya otonomi daerah di wilayah pesisir melalui Undang-Undang No. 22 tahun 1999 tentang Pemerintahan Daerah (UUPD). UUPD tersebut telah memberi kewenangan bagi pemerintah provinsi untuk mengelola dan mengkoordinasikan pemanfaatan sumber daya pesisir sejauh 12 mil laut yang diukur dari garis pantai ke arah laut. Pasal 10 UU No. 22/1999 memberikan kewenangan kepada daerah kabupaten/kota untuk mengelola sumber daya pesisir sepertiga dari wilayah laut daerah provinsi. Kewenangan ini meliputi kewenangan eksplorasi, eksploitasi, konservasi dan pengelolaan sumber daya alam, tata ruang, administrasi dan bantuan penegakan hukum, serta bantuan penegakan kedaulatan negara (Departemen Kelautan dan Perikanan, 2002).

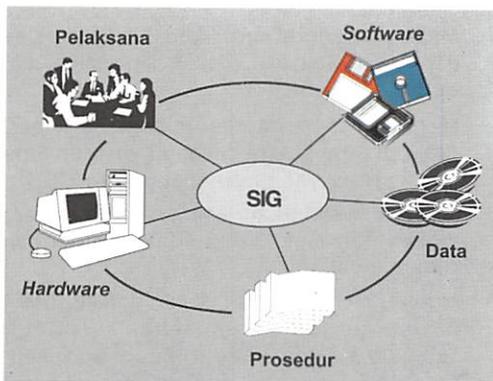
Mengingat bahwa suatu pengelolaan (manajemen) terdiri atas tiga tahapan utama perencanaan, implementasi, monitoring, dan evaluasi, maka nuansa keterpaduan baik itu sektoral maupun di tingkat perencanaan (nasional, provinsi, dan kabupaten/kota) perlu diterapkan dari tahap perencanaan sampai evaluasi. Dengan dilaluinya tahapan tersebut, maka pengelolaan pesisir terpadu dapat dilakukan secara terencana, dan terakomo-

dasikannya berbagai kepentingan-kepentingan sehingga secara keseluruhan akan memberikan manfaat bagi berbagai pihak yang berperan tanpa mengorbankan keberlanjutan sumber daya pesisir.

SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Sistem Informasi Geografis merupakan pengembangan dari integrasi konsep dan teknik berbagai disiplin ilmu di antaranya geografi, statistik, kartografi, ilmu komputer, biologi, matematika, ekonomi, dan ilmu bumi. Dalam makalah ini, definisi SIG diartikan dari pendekatan sistem (Burrough & McDonnell, 1998) adalah seperangkat sistem yang berfungsi untuk mengumpulkan, menyimpan, memanggil, menganalisis/manipulasi, dan menyajikan data spasial yang berasal dari bumi (georeferensi) untuk tujuan tertentu.

Dari definisi di atas dapat dilihat bahwa terdapat komponen-komponen penting dalam SIG. Komponen penting tersebut terbagi atas 5 komponen yaitu (Gambar 2): pelaksana, perangkat keras, perangkat lunak, prosedur, dan data. Secara global kelima komponen tersebut dapat disederhanakan menjadi tiga komponen yaitu: komputer sistem (perangkat keras, perangkat lunak, dan prosedur), basis data, dan organisasi/pelaksana (Burrough & McDonnell, 1998). Ketiga komponen ini harus berjalan secara seimbang agar SIG dapat diaplikasikan dengan baik.



Gambar 2. Komponen Sistem Informasi Geografis

Komputer sistem untuk SIG paling tidak didukung oleh 3 sistem perangkat keras yaitu *mainframe*, komputer pribadi (PC), dan *workstation*. Penggunaan PC yang telah tersebar di berbagai lembaga/organisasi kecil memung-

kinkan menggunakan SIG. Banyak perangkat lunak SIG di pasaran saat ini dibuat untuk berbagai macam tipe perangkat keras dengan format yang berbeda. Harga perangkat lunak SIG bervariasi. Umumnya harga perangkat lunak SIG yang paling murah dapat dijalankan pada *personal computer* (PC). Pemeliharaan perangkat lunak SIG tergantung pada kebutuhan pengguna atau disesuaikan dengan aplikasi yang akan dipakai.

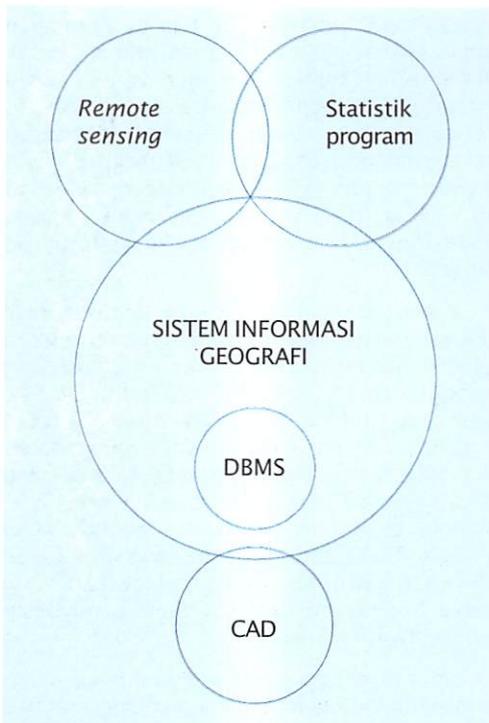
Pembangunan basis data sumber daya wilayah pesisir merupakan bagian terpenting yang harus dirancang sebelum memutuskan penggunaan SIG. Diperkirakan lebih dari 80% upaya dibutuhkan untuk membangun basis data sebelum digunakan. Pembangunan basis data SIG seperti yang dimaksud perlu ditunjang data geografi baik fisik maupun non fisik. Mengingat wilayah pesisir pada umumnya relatif sempit, maka data geografi yang diperlukan akan berdaya guna untuk pengambilan keputusan apabila mempunyai skala yang besar (contohnya: 1:25.000).

Komponen penting lainnya adalah pengguna. Pengguna ini perlu melakukan pelatihan atau memiliki pengetahuan SIG, analisis spasial, dan pengetahuan lainnya yang berhubungan dengan SIG. Meskipun program pelatihan telah dilakukan (baik inisiatif dari penjual, maupun pelatihan singkat dan pendidikan program diploma), masih tetap dirasakan belum cukup, terutama di negara-negara berkembang. Dengan adanya peningkatan minat, diharapkan pemanfaatan SIG untuk negara berkembang makin meningkat.

FUNGSI DASAR DARI SIG

Dalam aplikasinya, SIG mempunyai keterkaitan dengan perangkat lunak/sistem informasi lainnya, perbedaannya terletak pada data yang digunakan dan bagaimana menganalisis data yang ada. Meskipun sistem tersebut didisain untuk tujuan yang lain, namun sistem tersebut dapat dikaitkan dengan SIG dalam beberapa fungsi sehingga perbedaan antara sistem kadang-kadang menjadi kabur. Kemampuan untuk menampilkan beberapa fungsi dasar dari SIG ini yang membedakannya dengan sistem informasi lainnya (Gambar 3). Berdasarkan komponen tersebut di atas, maka SIG pada penerapan minimum harus mempunyai kapasitas berfungsi untuk (Star & Estes, 1990; DeMers, 1999; Johnston, 2001):

1. Pengumpulan data
2. Pengolahan data meliputi: penyimpanan,



Keterangan: DBMS : *Database Management System*;
CAD : *Computer Assisted Drafting*

Gambar 3. Hubungan antara Sistem Informasi Geografis dengan sistem komputer lainnya (Johnston, 2001)

pemanggilan kembali, editing, dan manajemen

3. Analisis dan manipulasi: penggabungan data (*query*) untuk menghasilkan *database* yang baru
4. Produk keluaran: berupa tabel, grafik, peta digital, dan *hard copy*

Model dari analisis sumber daya pesisir dan lautan yang mengacu pada *geographic* model, biasanya ditampilkan berdasarkan dua tipe data, yaitu data spasial dan data atribut. Data spasial, yaitu data yang mengacu pada posisi di permukaan bumi (posisi: lintang dan bujur), sedangkan data atribut merupakan data deskriptif baik itu numerik, tabel, dan deskripsi yang mempunyai hubungan dengan data spasialnya.

Data spasial dikelompokkan atas dua tipe struktur data, yaitu vector dan raster. Secara umum, ada tiga bentuk data vector yang digunakan dalam SIG yaitu:

1. Titik, spasial objek dengan sepasang koordinat (X, Y) yang tidak mempunyai dimensi panjang dan luas (area)
2. Garis, spasial objek yang merupakan kumpulan dari titik yang mempunyai titik awal dan akhir (dimensi panjang) namun tidak mempunyai dimensi luas
3. Area (poligon), spasial objek yang mempunyai titik awal dan akhir yang sama serta mempunyai dimensi panjang dan luas

Dengan perkembangan teknologi dewasa ini, terdapat satu tambahan data spasial yang telah banyak digunakan dalam SIG yaitu permukaan (*surface*) merupakan spasial objek yang mempunyai dimensi panjang, luas, dan tinggi (X, Y, Z).

Sedangkan untuk bentuk data raster (*grid*) dapat berbentuk segiempat (seperti *pixels* pada gambar atau monitor komputer), segitiga atau segienam yang tidak beraturan. Data-data ini umumnya berorientasi pada luasan area. Data citra satelit (Landsat, SPOT) merupakan satu contoh data raster yang dapat digunakan dalam analisis SIG. *Overlay* berbagai jenis *map* umumnya lebih efisien jika dilakukan dengan raster format, seperti yang dilakukan untuk analisis kelayakan lahan budi daya laut (Radiarta *et al.*, 2002).

Keluaran dari analisis SIG dapat berupa peta (berwarna atau hitam putih), tabel, grafik, ringkasan data statistik, dan laporan. Beberapa keuntungan analisis dengan menggunakan *tool* SIG di antaranya:

1. Mampu mengintegrasikan berbagai tipe data (grafik, tekstual, digital, dan analog) dari berbagai sumber
2. Memiliki kapasitas yang baik bagi pertukaran data antara berbagai disiplin ilmu dan institusi yang berkepentingan
3. Mampu melakukan analisis data secara efisien dan efektif dibandingkan dengan cara manual
4. Mampu membuat model, tes, dan alternatif perbandingan perencanaan (strategi) sebelum strategi yang diharapkan diaplikasikan di lapangan (dunia nyata)
5. Memiliki fasilitas untuk perbaharuan data yang lebih efisien, terutama dalam bentuk grafik
6. Mampu menyimpan volume data yang besar

Dengan sistem yang terintegrasi, SIG dapat melakukan berbagai jenis modeling yang

sangat bermanfaat bagi perencanaan dan manajemen wilayah pesisir dan lautan di mana pendekatan secara holistik dan terintegrasi sangat dibutuhkan.

APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Di Indonesia, teknologi SIG sekarang telah banyak digunakan baik oleh instansi pemerintah maupun swasta untuk berbagai macam penggunaan di antaranya untuk pengelolaan penggunaan lahan di bidang pertanian, kehutanan, pembangunan perumahan penduduk, dan fasilitasnya (transportasi), serta pengelolaan sumber daya alam. Dewasa ini, penggunaan SIG telah tersebar luas pada bidang ilmu lingkungan, perairan, dan sosial ekonomi. SIG juga telah digunakan di bidang militer, pemodelan perubahan iklim global dan geologi, terutama dengan menggunakan SIG tiga dimensi.

Pada evaluasi kesesuaian SIG untuk tujuan perencanaan dan pengelolaan wilayah pesisir, terlebih dahulu harus diketahui kondisi spesifik dari wilayah pesisir yang mungkin diperlukan untuk studi SIG, seperti model data, struktur, algoritma, dan teknik pengelolaan basis data. Sebagai objek dengan sifat yang kompleks dan dinamis, wilayah pesisir dapat dikategorikan memiliki karakteristik: (1) luasan: merujuk pada

luasan lautan yang masih terpengaruh oleh kegiatan di daratan dan wilayah *terrestrial*, (2) kedalaman: berhubungan dengan volume air, (3) luasan wilayah pesisir memiliki batas yang semu (*fuzzy boundaries*), dan (4) kisaran yang besar untuk skala dan resolusi data spasial (seperti: daerah penangkapan ikan, perubahan garis pantai, dan area pengoperasian alat tangkap ikan).

Contoh bidang aplikasi SIG di wilayah pesisir dapat dilihat pada Tabel 1. Gambar 4 menunjukkan contoh pemetaan kelayakan lahan budi daya ikan dalam keramba jaring apung (KJA) di Provinsi Gorontalo. Analisis kelayakan lahan budi daya laut dengan aplikasi SIG adalah dengan memadukan layer dasar dan layer tematik. Layer dasar di antaranya berupa sebaran penduduk, jalur transportasi, garis pantai yang informasinya diperoleh dari citra satelit dan peta rupabumi. Layer tematik berupa data parameter kualitas lingkungan yang merupakan data lapangan. Tahap *scoring* bagi *layer* tematik merupakan tahapan yang penting dalam analisis ini.

Dengan perkembangan teknologi dewasa ini, SIG tidak saja dapat menampilkan data dalam format dua dimensi namun format tiga dimensi telah dapat ditampilkan yaitu dengan menampilkan data kedalaman dan ketinggian. Tambahan

Tabel 1. Beberapa aplikasi SIG di wilayah pesisir

Bidang Aplikasi	Keterangan
Pengelolaan lahan	Pembuatan beberapa profil DAS di areal kehutanan, lahan budi daya, daerah pemukiman, perubahan garis pantai, tanah payau, tanah pasir dengan kemiringan 3%-6%, dan parameter lain untuk memperkirakan sumber air
Pengelolaan habitat air tawar	<ul style="list-style-type: none"> - Studi kasus dalam analisis dampak pencemaran. Membangun basis data untuk habitat yang potensial, data atribut dari kondisi habitat dan aliran arus, DAS, lokasi pembuangan bahan pencemaran - Membangun sistem basis data, bagi pengelolaan dan pemanfaatan yang ramah lingkungan untuk perairan waduk, baik pemanfaatan untuk kegiatan budi daya maupun penangkapan
Pengelolaan terumbu karang	Membangun basis data sebagai data atribut di antaranya kondisi tutupan karang dan kegiatan yang merusak ekosistem terumbu karang. Data ini merupakan <i>layer-layer</i> dalam analisis spasial
Potensi pengembangan budi daya laut (<i>mariculture</i>)	Kegiatan <i>mariculture</i> dapat meliputi budi daya ikan dalam KJA, budi daya rumput laut, dan budi daya mutiara. Dalam penentuan lokasinya diperlukan beberapa data, antara lain: parameter teknis (kualitas perairan: fisik, kimia, dan biologi) dan parameter non teknis (jalan, keamanan, pemasaran, perlindungan hukum, dll.) salinitas, jenis tanah, pola curah hujan, penggunaan lahan (<i>mangrove</i> dan <i>non mangrove</i>)
Studi sumber daya wilayah pesisir	Identifikasi variabel sosial ekonomi yang terpengaruh akibat pembangunan di wilayah pesisir. Data yang digunakan adalah populasi, ketenagakerjaan, tingkat pendapatan, tingkat pendidikan, infrastruktur, dan fasilitas umum

Penentuan SIG untuk perencanaan dan pengelolaan (manajemen) pesisir dan lautan harus sangat baik.

menghasilkan peta kondisi lingkungan dengan tampilan grafik yang cukup bagus dari data dan sekarang memungkinkan untuk mendapatkan perkembangan teknologi tersebut, saat ini. Dengan mengambil keuntungan dari waktu dan biaya dalam perkembangan pemetaan SIG tersebut sehingga dapat mengurangi biaya telah meningkatkan potensial akses pada perkembangan kemampuan *hardware* dan *software* yang spesifik. Dalam kaitannya dengan perkembangan untuk menjalankan fungsi kelengkapan *tool kits* (ekstension) yang pada beberapa tahun terakhir ini dengan *software* SIG telah berkembang cukup cepat

dengan satu peta. beda skala, khususnya jika bekerja hanya yang berhubungan dengan berbagai per- wilayah pesisir, SIG dapat melukiskan batas Untuk aplikasi pemecahan dan pengelolaan

**LAUTAN
MANAJEMEN WILAYAH PESISIR DAN
KRITERIA EVALUASI SIG UNTUK**

aplikasi SIG. proses dinamik seperti proses-proses di wilayah pesisir telah pula dapat diterapkan dengan dimensi lain yaitu waktu untuk memformulasikan

- a. Mengenal SIG, jika ada yang belum menge- tahinya
- b. Mengadakan pelatihan

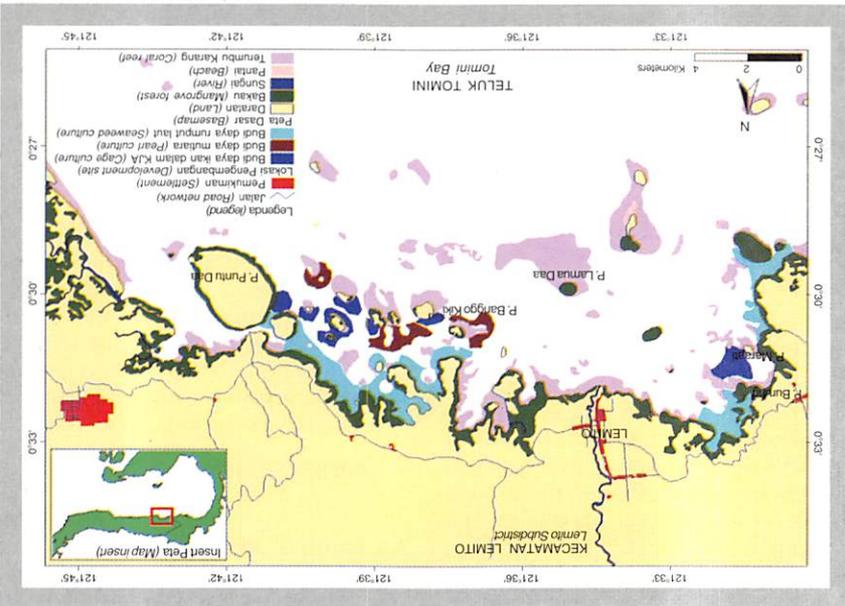
Pada banyak situasi, kurangnya pem- faatan SIG tidak disebabkan oleh ketersediaan sistem ini, namun disebabkan oleh ketersediaan data yang sesuai dan tingkat pengetahuan dalam menggunakan sistem ini. Jika SIG ingin digunakan untuk perencanaan dan penge- loaan pesisir dan lautan, instansi perencanaan harus mempunyai kapasitas untuk:

- 3. Tersedianya peralatan dengan kemampuan spasial maupun non spasial. gilan kembali, dan penyajian dari data, data, perbaikan, penyimpanan, pemang- 2. Efisiensi dan efektivitas bagi pemasukan tinggi bagi studi di wilayah pesisir.

1. Cakupan dari model dan struktur data yang digunakan dapat dipertanggung-jawaban untuk wilayah yang luas dan resolusi yang tinggi bagi studi di wilayah pesisir.

Untuk aplikasi pemecahan dan pengelolaan wilayah pesisir, SIG dapat melukiskan batas yang berhubungan dengan berbagai per- beda skala, khususnya jika bekerja hanya dengan satu peta.

Gambar 4. Aplikasi SIG untuk pengembangan budi daya laut (*mariculture*) di Kecamatan Lemito, Gorontalo



- c. Memelihara sistem dan memperbaharainya (*update*)
- d. Membiasakan organisasi tingkat atas dengan tipe informasi yang dibutuhkan dan format yang sesuai dengan SIG

PENUTUP

1. Perencanaan dan pengelolaan wilayah pesisir dan lautan merupakan pendekatan yang holistik dan terintegrasi antara seluruh tingkatan perencanaan baik itu tingkat nasional, provinsi maupun tingkat kabupaten/kota. Dengan perencanaan yang terintegrasi tersebut diharapkan pengelolaan wilayah pesisir dan lautan secara berkelanjutan demi kesejahteraan bangsa Indonesia dapat tercapai.
2. Pengelolaan sumber daya wilayah pesisir dan lautan secara terpadu memerlukan informasi tentang potensi pembangunan yang dapat dikembangkan di suatu wilayah pesisir dan lautan serta permasalahan yang ada baik aktual maupun potensial. Sehubungan dengan hal tersebut, pemanfaatan teknologi SIG dirasakan cukup besar peranannya dalam perencanaan pengelolaan (manajemen) wilayah pesisir dan lautan.
3. SIG merupakan alat (*tool*) yang dapat digunakan untuk menunjang perencanaan pengelolaan (manajemen) sumber daya wilayah pesisir dan lautan yang berwawasan lingkungan. Dengan menggunakan SIG, dapat dengan mudah dan cepat melakukan analisis keruangan (*spatial analysis*) dan pemantauan dapat digunakan untuk mempercepat dan mempermudah

penataan ruang (pemetaan potensi) sumber daya wilayah pesisir dan lautan sesuai dengan daya dukung lingkungannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1998. *Pedoman Perencanaan dan Pengelolaan Zona Pesisir Terpadu*. Departemen Dalam Negeri, Direktorat Jenderal Pembangunan Daerah, 279 pp.
- Burrough, P.A. and R.A. McDonnell. 1998. *Principle Geographical Information Systems*. Oxford University Press, 333 pp.
- Dahuri, R., J. Rais, S.P. Ginting, dan M.J. Sitepu. 1996. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Pradnya Paramita. Jakarta, Indonesia, 305 pp.
- Departemen Kelautan dan Perikanan. 2002. *Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor: Kep. 10/2002 tentang Pedoman Umum Perencanaan Pengelolaan Pesisir Terpadu*. Jakarta.
- DeMers, M.N. 1999. *Fundamentals of Geographic Information System*. Second Edition. New Mexico State University. John Wiley & Sons, Inc., 498 pp.
- Johnston, C.A. 2001. *Geographic Information Systems in Ecology*. Blackwell Science, 233 pp.
- Sialabba and Nadia (ed.). 1998. *Integrated Coastal Area Management and Agriculture, Forestry and Fisheries*. FAO Guideline. Environment and Natural Resources Service, FAO, Rome, 256 pp.
- Star, J. and J. Estes. 1990. *Geographic Information System. An Introduction*. Prentic Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 297 pp.