

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Sistem Informasi Geografis

II.1.1. Pengertian Sistem Informasi Geografis

Pengertian *Geographic Information System* atau Sistem Informasi Geografis (SIG) sangatlah beragam. Hal ini terlihat dari banyaknya definisi SIG yang beredar di berbagai sumber pustaka. Definisi SIG kemungkinan besar masih berkembang, bertambah, dan sedikit bervariasi, karena SIG merupakan suatu bidang kajian ilmu dan teknologi yang digunakan oleh berbagai bidang atau disiplin ilmu, dan berkembang dengan cepat. Berikut adalah beberapa definisi SIG yang telah beredar di berbagai sumber pustaka (Prahasta, 2009) :

1. SIG adalah sistem yang berbasis komputer (CBIS) yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi-informasi geografis. SIG dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis objek-objek dan fenomena di mana lokasi geografis merupakan karakteristik yang penting atau kritis untuk dianalisis. Dengan demikian, SIG merupakan sistem komputer yang memiliki empat kemampuan berikut dalam menangani data yang bereferensi geografis: (a) masukan, (b) manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan data), (c) analisis dan manipulasi data, dan (d) keluaran [Aronoff, 1989].
2. SIG adalah sistem yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data, manusia (*brainware*), organisasi dan lembaga yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, dan menyebarkan informasi-informasi mengenai daerah-daerah di permukaan bumi [Chrisman, 1997].
3. SIG adalah sistem komputer yang digunakan untuk memanipulasi data geografis. Sistem ini diimplementasikan dengan menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak komputer yang berfungsi untuk: (a) akuisisi dan verifikasi data, (b) kompilasi data, (c) penyimpanan data, (d) perubahan dan atau *updating* data, (e) manajemen dan pertukaran data, (f) manipulasi

data, (g) pemanggilan dan presentasi data, dan (h) analisa data [Bern, 1992].

4. SIG adalah sistem komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, memeriksa, mengintegrasikan, dan menganalisis informasi-informasi yang berhubungan dengan permukaan bumi [Demers, 1997].
5. SIG adalah sistem yang dapat mendukung (proses) pengambilan keputusan (terkait aspek) spasial dan mampu mengintegrasikan deskripsi-deskripsi lokasi dengan karakteristik-karakteristik fenomena yang ditemukan di lokasi tersebut. SIG yang lengkap akan mencakup metodologi dan teknologi yang diperlukan, yaitu data spasial, perangkat keras, perangkat lunak, dan struktur organisasi [Gistut, 1994].

Dari beberapa definisi SIG di atas maka dapat disimpulkan bahwa SIG merupakan sebuah sistem atau teknologi berbasis komputer yang dibangun dengan tujuan untuk mengumpulkan, menyimpan, mengolah dan menganalisa, serta menyajikan data dan informasi dari suatu objek atau fenomena yang berkaitan dengan letak atau keberadaannya di permukaan bumi.

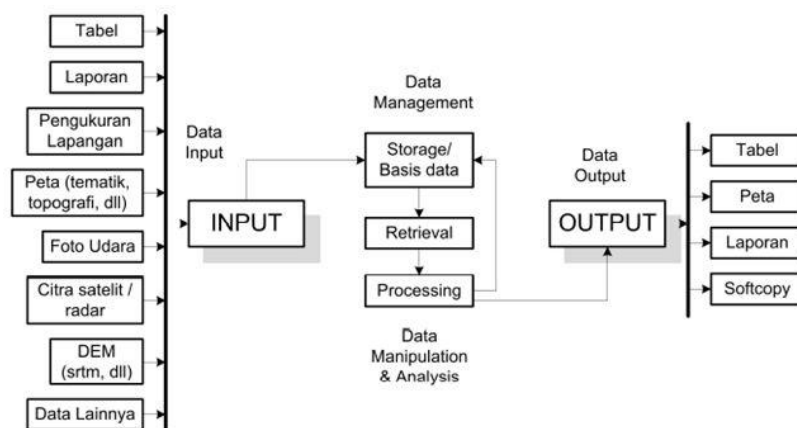
II.1.2. Subsistem SIG

Dari beberapa definisi yang telah disebutkan di atas, maka SIG dapat diuraikan menjadi beberapa sub-sistem sebagai berikut :

1. **Data Input** : sub-sistem ini bertugas untuk mengumpulkan, mempersiapkan, dan menyimpan data spasial dan atributnya dari berbagai sumber. Sub-sistem ini pula yang bertanggungjawab dalam mengkonversikan atau mentransformasikan format-format data aslinya ke dalam format (*native*) yang dapat digunakan oleh perangkat SIG yang bersangkutan.
2. **Data Output** : sub-sistem ini bertugas untuk menampilkan atau menghasilkan keluaran (termasuk mengekspornya ke format yang dikehendaki) seluruh atau sebagian basis data (spasial) baik dalam bentuk

softcopy maupun *hardcopy* seperti halnya tabel, grafik, *report*, peta, dan lain sebagainya.

3. **Data Management** : sub-sistem ini mengorganisasikan baik data spasial maupun tabel-tabel atribut terkait ke dalam sebuah sistem basis data sedemikian rupa hingga mudah dipanggil kembali atau di-*retrieve* (di-*load* ke memori), di-*update*, dan di-*edit*.
4. **Data Manipulation & Analysis** : sub-sistem ini menentukan informasi-informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG. Selain itu, sub-sistem ini juga melakukan manipulasi (evaluasi dan penggunaan fungsi-fungsi dan operator matematis & logika) dan pemodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan.



Gambar 2.1 Sub-sistem SIG (Prahasta, 2009)

II.1.3. Jenis dan Sumber Data SIG

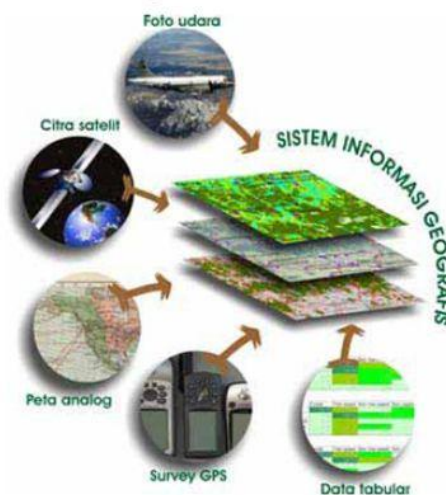
Data geografis pada dasarnya tersusun oleh dua komponen penting yaitu data spasial dan data atribut. Perbedaan antara dua jenis data tersebut adalah sebagai berikut :

1. Data Spasial

Data spasial adalah data yang bereferensi geografis atas representasi objek di bumi. Data spasial pada umumnya berdasarkan peta yang berisikan interpretasi dan proyeksi seluruh fenomena yang berada di bumi. Sesuai dengan perkembangan, peta tidak hanya merepresentasikan objek-objek yang ada di muka

bumi, tetapi berkembang menjadi representasi objek di atas muka bumi (di udara) dan di bawah permukaan bumi.

Data spasial dapat diperoleh dari berbagai sumber dalam berbagai format. Sumber data spasial antara lain mencakup: data grafis peta analog, foto udara, citra satelit, survei lapangan, pengukuran theodolit, pengukuran dengan menggunakan *global positioning systems* (GPS) dan lain-lain.



Gambar 2.2 Sumber Data dalam SIG (Ekadinata, dkk., 2008)

Data spasial memiliki dua macam penyajian, yaitu:

a. Model vektor

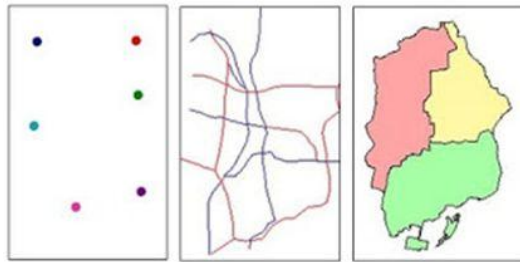
Model vektor menampilkan, menempatkan, dan menyimpan data spasial dengan menggunakan titik-titik, garis-garis, dan kurva atau poligon beserta atribut-atributnya. Bentuk dasar model vektor didefinisikan oleh sistem koordinat Kartesius dua dimensi (x,y).

Dengan menggunakan model vektor, objek-objek dan informasi di permukaan bumi dilambangkan sebagai titik, garis, atau poligon. Masing-masing mewakili tipe objek tertentu sebagaimana dijelaskan sebagai berikut :

Titik (*point*) : merepresentasikan objek spasial yang tidak memiliki dimensi panjang dan/atau luas. Fitur spasial direpresentasikan dalam satu pasangan koordinat x,y. Contohnya stasiun curah hujan, titik ketinggian, observasi lapangan, titik-titik sampel.

Garis (*line/segment*) : merepresentasikan objek yang memiliki dimensi panjang namun tidak mempunyai dimensi area, misalnya jaringan jalan, pola aliran, garis kontur.

Poligon : merepresentasikan fitur spasial yang memiliki area, contohnya adalah unit administrasi, unit tanah, zona penggunaan lahan.

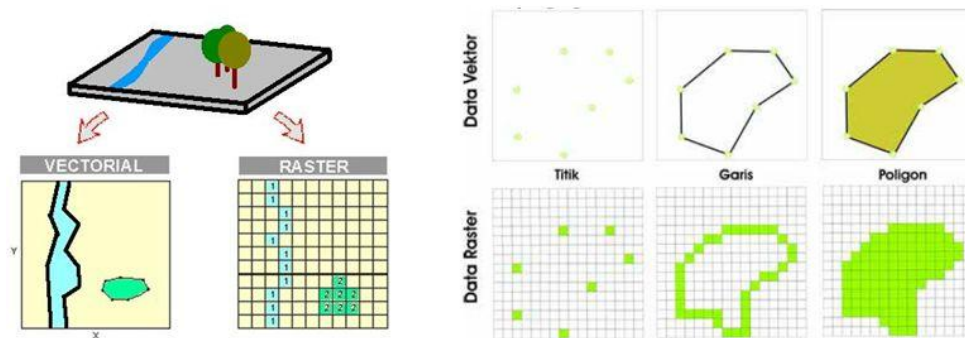


Gambar 2.3 Tampilan Data Titik, Garis, dan Luasan

b. Model data raster

Model data raster menampilkan, menempatkan, dan menyimpan data spasial dengan menggunakan struktur matriks atau piksel-piksel yang membentuk grid (bidang referensi horizontal dan vertikal yang terbagi menjadi kotak-kotak). Piksel adalah unit dasar yang digunakan untuk menyimpan informasi secara eksplisit. Setiap piksel memiliki atribut tersendiri, termasuk koordinatnya yang unik. Akurasi model ini sangat tergantung pada resolusi atau ukuran piksel suatu gambar.

Model raster memberikan informasi spasial apa saja yang terjadi di mana saja dalam bentuk gambaran yang digeneralisasi. Dengan model raster, data geografi ditandai oleh nilai-nilai elemen matriks dari suatu objek yang berbentuk titik, garis, maupun bidang.



Gambar 2.4 Tampilan Model Data Vektor dan Raster (Ekadinata, dkk., 2008)

2. Data Atribut

Data atribut adalah data yang mendeskripsikan karakteristik atau fenomena yang dikandung pada suatu objek data dalam peta dan tidak mempunyai hubungan dengan posisi geografi. Data atribut dapat berupa informasi numerik, foto, narasi, dan lain sebagainya, yang diperoleh dari data statistik, pengukuran lapangan dan sensus, dan lain-lain.

Atribut dapat dideskripsikan secara kualitatif dan kuantitatif. Pada pendeskripsian secara kualitatif, kita mendeskripsikan tipe, klasifikasi, label suatu objek agar dapat dikenal dan dibedakan dengan objek lain, msalnya: sekolah, rumah sakit, hotel, dan sebagainya. Bila dilakukan secara kuantitatif, data objek dapat diukur atau dinilai berdasarkan skala ordinat atau tingkatan, interval atau selang, dan rasio atau perbandingan dari suatu titik tertentu. Contohnya, populasi atau jumlah siswa di suatu sekolah 500-600 siswa, berprestasi, jurusan, dan sebagainya.

FID	Shape *	ID	X	Y	Salinitas
0	Point	1	41602	923811	33
1	Point	2	41566	923773	24
2	Point	3	41584	923761	22
3	Point	4	41626	923770	38
4	Point	5	41625	923740	35
5	Point	6	41587	923709	20
6	Point	7	41651	923668	31
7	Point	8	41673	923686	37
8	Point	9	41696	923636	33
9	Point	10	41679	923604	32
10	Point	11	41697	923570	35
11	Point	12	41700	923591	31

Gambar 2.5 Contoh Data Atribut

II.1.4. Komponen SIG

SIG merupakan suatu sistem yang cukup kompleks dan terdiri dari beberapa komponen. Komponen-komponen yang membangun SIG adalah:

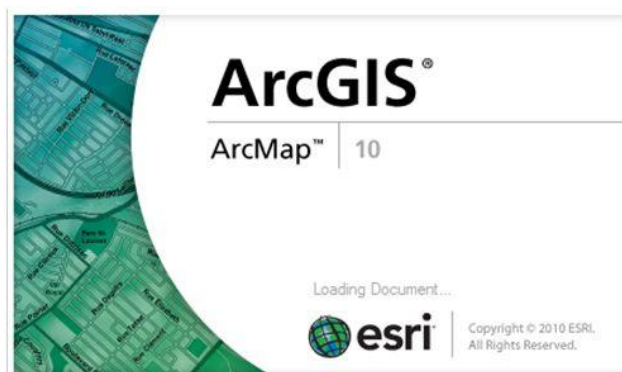
- a. perangkat lunak (*software*)
 - OS : DOS, Windows, Linux
 - *software* SIG : ArcInfo, ArcView, ArcGIS, ENVI, ERDAS, MapInfo, ILWIS, dan sebagainya
- b. perangkat keras (*hardware*)
 - komputer (PC: desktop, notebook, desk note), stand alone/lan (prosesor, memori/ram, video card, harddisk, display)
 - peripheral : digitizer, scanner, printer, plotter, CD writer
- c. data
 - data : satu set informasi (numerik, alphabet, gambar) tentang sesuatu (barang, kejadian, kegiatan)
 - metadata : informasi identitas data
- d. pengguna : operator ataupun pemakai yang sangat berpengaruh pada hasil akhir SIG
- e. aplikasi
beberapa contoh aplikasi SIG :
 - penentuan tata guna lahan
 - mengetahui kawasan yang bernilai konservasi tinggi
 - hidrologi hutan
 - mengetahui tingkat bahaya erosi, dan sebagainya.



Gambar 2.6 Komponen SIG (Ekadinata, dkk., 2008)

II.2. *Software ArcGIS 10*

Perangkat lunak ArcGIS 10 merupakan perangkat lunak SIG yang baru dari ESRI (*Environmental Systems Research Institute*), yang memungkinkan pengguna untuk memanfaatkan data dari berbagai format data. Dengan ArcGIS pengguna dapat memanfaatkan fungsi *desktop* maupun jaringan, selain itu juga pengguna bisa memakai fungsi pada level *ArcView*, *ArcEditor*, *ArcInfo* dengan fasilitas *ArcMap*, *ArcCatalog* dan *Toolbox*. Materi yang disajikan adalah konsep SIG, pengetahuan peta, pengenalan dan pengoperasian ArcGIS, input data dan manajemen data spasial, pengoperasian *ArcCatalog*, komposisi atau tata letak peta dengan *ArcMap*, memanfaatkan perangkat lunak SIG ArcGIS 10 untuk pengelolaan data spasial dan tabular serta untuk penyajian informasi peta.



Gambar 2.7 Tampilan ArcGIS *ArcMap* 10

ArcMap merupakan program aplikasi sentral di dalam *ArcGIS Desktop* untuk menampilkan, manipulasi data geografis, penggambaran peta, *query*, seleksi, dan *editing* peta. *ArcMap* memberikan pengguna sebuah kesempatan untuk membuat dan bekerja dengan dokumen peta. Sebuah dokumen peta terdiri dari *frame data*, *layer*, label, dan objek grafis. *ArcMap* memiliki dua jendela utama yang digunakan untuk bekerja dengan dokumen peta yaitu: jendela daftar isi dan jendela tampilan. Jendela daftar isi berisikan tentang data geografis yang akan digambarkan di dalam jendela tampilan, dan bagaimana data tersebut akan digambarkan. Jendela tampilan akan menampilkan data geografis dan tampilan *layout*.

ArcCatalog merupakan sebuah aplikasi yang membantu anda untuk mengatur dan mengelola informasi SIG yang meliputi data SIG, dokumen peta, *file layer*, dan lainnya. Data SIG terdiri dari berbagai macam format data dan tipe. Di dalam *ArcCatalog* pengguna dapat *men-delete*, memberi nama baru, membuat *file* peta baru, *preview* peta, melihat metadata, membuat *database* dan sebagainya. Pada intinya, *ArcCatalog* adalah program *explorer* peta di *ArcGIS*.

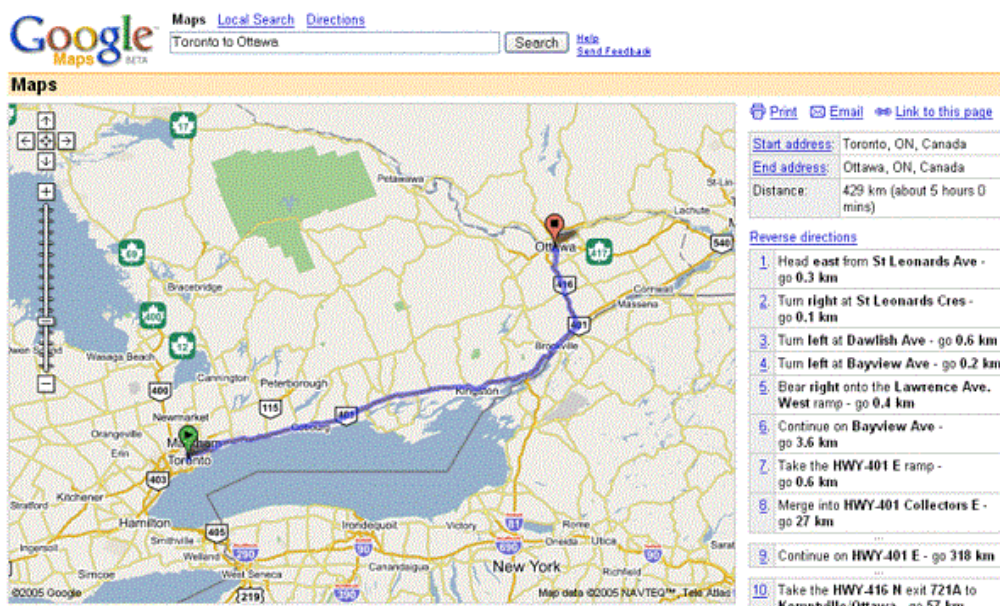
Banyak dari pekerjaan SIG menggunakan *ArcMap* dan *ArcCatalog* untuk mengelola, menampilkan, dan *query* data SIG. Di dalam *ArcToolbox* banyak terdapat alat untuk *geoprocessing*. *Geoprocessing* digunakan untuk otomasi data, kompilasi data, mengelola data, analisis data, modeling data, dan untuk kartografi tingkat lanjut. Berbagai macam *tool* antara lain 3D analisis *tool*, kartografi *tool*, konversi *tool*, data manajemen *tool*, dan lainnya.

ArcScene 10 merupakan salah satu bagian dari *ArcGIS* 10 yaitu sebuah perangkat lunak untuk pembuatan peta kontur dan pemodelan tiga dimensi yang didasarkan atas *grid*. Perangkat lunak ini berperan besar dalam pemetaan kawasan. Meskipun canggih, perangkat ini menuntut banyak untuk sistem operasi maupun perangkat keras (seperti memori dan *hard disk* yang besar).

II.3. Google Maps

Google Maps adalah sebuah jasa peta *globe virtual* gratis dan *online* disediakan oleh Google yang dapat ditemukan di <http://maps.google.com>. Google Maps menawarkan peta yang dapat diseret dan gambar satelit untuk seluruh dunia, dan baru-baru ini Bulan, dan juga menawarkan perencanaan rute dan pencari letak bisnis di US, Kanada, Jepang, Hong Kong, Cina, UK, Irlandia (hanya pusat kota), dan beberapa bagian Eropa. Google Maps masih berada dalam tahap beta.

Baru-baru ini Google telah meluncurkan fitur baru yang dinamakan pada Google Maps, yaitu Maps GL. Menurut Google, mereka telah membuat ulang Google Maps dari awal. *Maps* yang disempurnakan ini memberikan kinerja yang lebih baik, grafis 3D yang lebih kaya, transisi halus antara citra, rotasi tampilan 45°, akses yang lebih mudah ke Street View, dan banyak lagi (Wikipedia, 2013).



Gambar 2.8 Gambar Google Maps menunjukkan rute dari Toronto ke Ottawa (Wikipedia, 2013)

II.4. *Georeferencing*

Georeferencing merupakan proses penempatan objek berupa raster atau *image* yang belum mempunyai acuan sistem koordinat ke dalam suatu sistem koordinat dan proyeksi tertentu (Prasetyo, 2011 : 11).

Pada SIG, ada 2 sistem koordinat, yaitu sistem koordinat geografi (*geographic coordinate system*) dan sistem koordinat proyeksi (*projected coordinate system*). Untuk memudahkan dalam menentukan sistem koordinat yang akan digunakan bisa ditandai dengan penggunaan derajat/*degree* pada sistem koordinat geografi dan meter pada sistem koordinat proyeksi. Ada beberapa kelebihan dan kekurangan pada kedua sistem koordinat tersebut. Kelebihan dari sistem koordinat geografi adalah dapat menganalisis secara mudah, sedangkan kelebihan dari sistem koordinat proyeksi adalah lebih detail karena satuannya meter sehingga luasannya bisa dihitung dengan mudah. Kekurangan dari sistem koordinat geografi adalah tidak dapat menghitung luasan/panjang pada sistem SIG dan jika perhitungan tersebut dilakukan, tingkat *error* yang dihasilkan pun akan tinggi. Sedangkan kekurangan dari sistem koordinat proyeksi adalah karena satuan yang digunakan adalah meter maka hanya bisa menganalisis satu kawasan saja (Aprianto, 2013).

II.5. *Metode Pembobotan / Scoring*

Metode pembobotan / *scoring* merupakan metode yang dimana setiap parameter diperhitungkan dengan pembobotan yang berbeda. Bobot yang digunakan sangat tergantung dari percobaan atau pengalaman empiris yang telah dilakukan. Semakin banyak sudah diuji coba, semakin akuratlah metode *scoring* yang digunakan. Di dalam melakukan metode *scoring*, ada empat tahapan yang perlu dilakukan, yaitu (Bakosurtanal, 2010:27) :

1. Pembobotan kesesuaian (Bob_{kes})

Seperti terlihat pada baris pertama di **Tabel 2.1**, metode *scoring* menggunakan pembobotan untuk setiap kesesuaian suatu parameter. Tujuan dari pembobotan ini adalah untuk membedakan nilai pada tingkat kesesuaian agar bisa

diperhitungkan dalam perhitungan akhir zonasi dengan menggunakan metode *scoring*. Pembobotan kesesuaian didefinisikan sebagai berikut:

- a. S_1 (sangat sesuai): apabila pembobotan *scoring* = 80.
 - b. S_2 (cukup sesuai): apabila pembobotan *scoring* = 60.
 - c. S_3 (sesuai bersyarat): apabila pembobotan *scoring* = 40.
 - d. N (tidak sesuai): apabila pembobotan *scoring* = 1.
2. Pembobotan parameter (Bob_{par})

Seperti terlihat pada kolom pertama di **Tabel 2.1**, metode *scoring* juga menggunakan pembobotan untuk setiap parameter. Hal ini dikarenakan setiap parameter memiliki peran yang berbeda dalam mendukung kehidupan suatu spesies budidaya. Parameter yang paling berpengaruh mempunyai bobot yang lebih besar dibandingkan dengan parameter yang kurang berpengaruh. Jumlah total dari semua bobot parameter adalah 100.

3. Pembobotan *scoring* (Bob_{score})

Pembobotan *scoring* dilakukan untuk menghitung tingkat kesesuaian berdasarkan pembobotan kesesuaian (Bob_{kes}) dan parameter (Bob_{par}). Untuk parameter 1 sampai n , perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$Bob_{score} = \frac{(Bob_{kes-1} * Bob_{par-1}) + \dots + (Bob_{kes-n} * Bob_{par-n})}{Bob_{par-1} + Bob_{par-n}} \dots\dots\dots (2.1)$$

4. Kesesuaian *scoring* (Kes_{score})

Kesesuaian *scoring* ditetapkan berdasarkan nilai dari pembobotan *scoring* (Bob_{score}), dengan perhitungan kriteria sebagai berikut:

- a. S_1 (sangat sesuai): apabila pembobotan *scoring* ≥ 80 .
- b. S_2 (cukup sesuai): apabila pembobotan *scoring* antara 60 - 80.
- c. S_3 (sesuai bersyarat): apabila pembobotan *scoring* antara 40 - 60.
- d. N (tidak sesuai): apabila pembobotan *scoring* ≤ 40 .

II.6. Clipping

Clipping merupakan salah satu bagian dari analisis spasial. Sama seperti *cropping* citra, proses *clip* ini dilakukan untuk memotong suatu *feature* agar sesuai dengan wilayah penelitian. *Clipping* dilakukan untuk mempermudah analisis spasial lebih lanjut.

II.7. Kesesuaian Lahan

Kesesuaian lahan (*land suitability*) merupakan kecocokan (*adaptability*) suatu lahan untuk tujuan penggunaan tertentu, melalui penentuan nilai (kelas) lahan serta pola tata guna tanah yang dihubungkan dengan potensi wilayahnya, sehingga dapat diusahakan penggunaan lahan yang lebih terarah berikut usaha pemeliharaan kelestariannya (Hardjowigeno, 2001 dalam Wisaksanti Rudiastuti, 2011:9). Penilaian kesesuaian lahan merupakan suatu penilaian secara sistematis dari lahan dan menggolongkannya ke dalam kategori berdasarkan persamaan sifat atau kualitas lahan yang mempengaruhi kesesuaian lahan bagi suatu usaha tertentu (Bakosurtanal, 1996 dalam Wisaksanti Rudiastuti, 2011:9).

Menurut Hardjowigeno (2003) dalam Irianti (2004), klasifikasi kesesuaian lahan dapat dipakai untuk klasifikasi kesesuaian lahan kuantitatif maupun kualitatif tergantung dari data yang tersedia. Kesesuaian lahan kuantitatif adalah kesesuaian lahan yang ditentukan berdasarkan atas penilaian karakteristik (kualitas) lahan secara kuantitatif (dengan angka-angka) yang biasanya dilakukan juga perhitungan-perhitungan ekonomi. Kesesuaian lahan kualitatif adalah kesesuaian lahan yang ditentukan berdasarkan atas penilaian karakteristik (kualitas) lahan secara kualitatif (tidak dengan angka) dan tidak ada perhitungan ekonomi. Biasanya dilakukan dengan cara memadankan (membandingkan) kriteria masing-masing kelas kesesuaian lahan ditentukan oleh faktor fisik (karakteristik.kualitas lahan) yang merupakan faktor penghambat terbesar.

Menilai kelas kesesuaian lahan menurut Djoemantoro dan Rachmawati (2002) dan Sitorus (1985) dalam Irianti (2004) diperoleh bahwa kesesuaian lahan dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu order S (sesuai) dan order N (tidak sesuai). Lahan yang tergolong order S adalah lahan yang dapat digunakan untuk suatu

penggunaan tertentu secara lestari, tanpa atau sedikit resiko kerusakan terhadap daya lahannya. Yang termasuk order N adalah lahan yang mempunyai kesulitan sedemikian rupa sehingga mencegah penggunaannya untuk suatu tujuan yang telah dipertimbangkan.

Pembagian kelas dalam tingkatan kesesuaian lahan merupakan pembagian lebih lanjut dari kesesuaian lahan di dalam order. Banyaknya kelas di dalam suatu order tidak terbatas. Di dalam penelitian ini digunakan tiga kelas untuk order S dan satu kelas untuk order N.

- a. Kelas S_1 : sangat sesuai (*highly suitable*), adalah lahan yang tidak memiliki pembatas untuk suatu penggunaan tertentu secara lestari.
- b. Kelas S_2 : cukup sesuai (*moderately suitable*), adalah lahan yang mempunyai sedikit pembatas untuk suatu penggunaan tertentu. Pembatas ini akan mempengaruhi produktivitas dan keuntungan yang diperoleh dalam mengusahakan lahan tersebut.
- c. Kelas S_3 : sesuai bersyarat (*suitable conditional*), adalah lahan yang memiliki pembatas dengan tingkat yang lebih berat, akan tetapi masih bisa diperbaiki dengan menggunakan perlakuan teknologi yang lebih tinggi.
- d. Kelas N: tidak sesuai (*not suitable*), adalah lahan dengan pembatas sangat berat sehingga tidak memungkinkan untuk suatu penggunaan tertentu secara lestari.

II.8. Tambak

Tambak adalah kolam ikan yang dibuat pada lahan pantai laut dan menggunakan air laut (bercampur air sungai) sebagai penggenangnya. Tambak berasal dari kata “nambak” yang berarti membendung air dengan pematang sehingga terkumpul pada suatu tempat. Bentuk tambak pada umumnya persegi panjang dan tiap petakan dapat meliputi areal seluas 0.5 sampai 2 ha. Deretan tambak dapat mulai dari tepi laut terus ke pedalaman sejauh 1-3 km (bahkan ada yang mencapai 20 km) tergantung sejauh mana air pasang laut dapat mencapai daratan (Hardjowigeno, 2001 dalam Wijaya, 2007:26).

Menurut Hardjowigeno dan Widiatmaka (2001) dalam Wijaya (2007:26), berdasarkan letak tambak terhadap laut dan muara sungai yang memberi air tambak, maka dapat dibedakan tiga jenis tambak, yaitu :

- a. Tambak lanyah, adalah tambak yang terletak dekat sekali dengan laut atau lebih jauh, tetapi air laut masih dapat menggenangi tambak tanpa mengurangi salinitas yang menyolok, sehingga tambak tersebut berisi air laut yang berkadar garam 30‰.
- b. Tambak biasa, adalah tambak yang terletak di belakang tambak lanyah dan selalu terisi campuran air asin dari laut dan air tawar dari sungai, setelah kedua macam air tersebut tertahan dalam petakan tambak, maka terciptalah air payau dengan kadar garam 15‰.
- c. Tambak darat, adalah tambak yang terletak jauh dari pantai laut. Tambak ini kurang memenuhi syarat untuk produksi biota air payau karena salinitasnya rendah (5-10‰).

Biota perairan yang umum dibudidayakan di tambak antara lain: udang windu (*Penaeus monodon*), udang putih (*Penaeus merguensis*), bandeng (*Chanos chanos*), kakap (*Lates calcalifer*), nila merah (*Oreochromis niloticus*), dan rumput laut (*Euchema spp*).

II.8.1. Parameter Kualitas Air Tambak

Beberapa parameter kualitas air yang sangat penting untuk diperhatikan agar sesuai dengan kebutuhan optimal biota perairan yang umum dibudidayakan di tambak, sehingga akan tumbuh secara optimal dengan mortalitas yang rendah yaitu keasaman/pH, suhu, salinitas, oksigen terlarut/DO, nitrat, dan fosfat. Faktor-faktor ini merupakan faktor-faktor yang penting bagi pertumbuhan organisme budidaya (Gerking, S.D., 1978 dan Anggoro, 1994 dalam Hartoko dan Lestari, 2007).

1. Keasaman/pH

Keasaman/pH merupakan konsentrasi ion hidrogen di dalam air yang menunjukkan keasaman dan kebasaan air. pH air tambak sangat dipengaruhi tanahnya, sehingga tambak-tambak baru yang tanahnya asam maka pH airnya pun

rendah. Pengukuran keasaman/pH dapat dilakukan dengan menggunakan pH-meter atau bisa juga dengan kertas lakmus/kertas pH.



pH-meter

kertas lakmus

Gambar 2.9 Alat Pengukur Keasaman/pH

Keasaman/pH berkaitan dengan proses fotosintesis dan respirasi organisme. Ikan dan udang cukup sensitif terhadap perubahan pH. Nilai pH air dapat menurun karena proses respirasi dan pembusukan zat-zat organik. Apabila pH rendah (keasaman tinggi) dapat mengakibatkan penurunan oksigen terlarut, konsumsi oksigen menurun, peningkatan aktivitas pernapasan, dan penurunan selera makan. Rentang toleransi pH adalah 5 – 9 dengan pH optimal yaitu 8 – 9.

pH air	Kondisi kultur
< 4.5	Air bersifat toksik
5 – 6.5	Pertumbuhan ikan terhambat; pengaruh pada ketahanan tubuh
6.5 – 9.0	Pertumbuhan optimal
> 9.0	Pertumbuhan ikan terhambat

Gambar 2.10 Hubungan Antara pH Air dan Kehidupan Hewan Budidaya

2. Suhu (°C)

Suhu merupakan suatu besaran yang menyatakan banyaknya panas yang terkandung pada permukaan air. Suhu mempunyai satuan besaran °C yang diukur menggunakan termometer.



Gambar 2.11 Termometer

Menurut Soetomo (1990) dalam Irianti (2004:26), suhu air sangat berpengaruh terhadap sifat fisik, kimia, dan biologi tambak, yang akibatnya mempengaruhi fisiologis kehidupan ikan dan udang di tambak. Suhu juga akan mempengaruhi kadar oksigen yang terlarut dalam air dan daya racun suatu bahan pencemar.

Suhu pada permukaan air tambak mempengaruhi peningkatan selera makan, pertumbuhan ikan dan udang, kekentalan/viskositas air. Suhu berbanding terbalik dengan oksigen terlarut/DO dan berbanding lurus dengan konsumsi O_2 . Peningkatan suhu mengakibatkan peningkatan aktivitas metabolisme ikan dan udang, penurunan gas (oksigen) terlarut, efek pada proses reproduksi ikan dan udang, dan yang lebih parah adalah kematian kultur.

Setiap organisme mempunyai persyaratan suhu maksimum, optimum, dan minimum untuk hidupnya serta mempunyai kemampuan menyesuaikan diri sampai suhu tertentu. Secara umum, kisaran suhu yang baik untuk tambak optimum di kisaran $29-31^{\circ}C$ dengan konsumsi oksigen mencapai 2,2 mg/g berat tubuh/jam.

3. Salinitas (ppt)

Salinitas adalah derajat konsentrasi garam yang terlarut dalam air. Salinitas ditentukan berdasarkan banyaknya garam-garam yang larut dalam air. Salinitas di perairan tambak dipengaruhi oleh curah hujan, penguapan (evaporasi) sebagai akibat suhu tinggi dan kekuatan tiupan angin, rembesan dan bocoran, serta tipe dan lamanya penggantian air. Salinitas dibutuhkan untuk mengatur keseimbangan

cairan tubuh dan air tambak (proses osmoregulasi). Salinitas yang baik untuk tambak secara umum berkisar antara 15-25‰. Pengukuran tingkat salinitas menggunakan refraktometer.



Gambar 2.12 Refraktometer

4. Oksigen terlarut / *Dissolved Oxygen* DO (mg/l)

Oksigen terlarut / *Dissolved Oxygen* (DO) merupakan kuantitas oksigen terlarut dalam satuan volume air. Oksigen terlarut dalam air sangat menentukan kelangsungan hidup biota perairan, bila kadar oksigen rendah dapat berpengaruh terhadap fungsi biologis dan lambatnya pertumbuhan, bahkan dapat mengakibatkan kematian. Oksigen tidak hanya berfungsi untuk pernapasan (respirasi), tetapi juga untuk penguraian atau perombakan bahan organik yang ada di dasar kolam tambak. Konsentrasi oksigen terlarut dalam perairan mengalami fluktuasi selama sehari semalam (24 jam). Konsentrasi terendah terjadi pada waktu subuh (dini hari) kemudian meningkat pada siang hari dan menurun kembali pada malam hari.

Kelarutan oksigen dalam air dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain suhu, kadar garam (salinitas) perairan, pergerakan air di permukaan air, luas daerah permukaan perairan yang terbuka, tekanan atmosfer, dan persentase oksigen sekelilingnya. Oksigen terlarut diukur dengan dua cara yaitu dengan DO meter dan metode modifikasi azida di laboratorium. Kisaran DO yang baik untuk tambak secara umum minimal 3 mg/l dan optimum 6-8 mg/l.

DO-meter manual



DO-meter digital



Gambar 2.13 DO-meter

5. Nitrat (mg/l)

Nitrat (NO_3) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan algae. Nitrat nitrogen sangat mudah terlarut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Nitrifikasi yang merupakan proses oksidasi amonia menjadi nitrat dan nitrit dengan bantuan mikroorganisme adalah proses yang penting dalam siklus nitrogen (Effendi, 2003 dalam Bahri, 2010).

Terdapat beberapa sumber nitrat di perairan. Di antaranya adalah atmosfer sebagai *precursor* nitrogen, oksidasi biologis senyawa nitrogen organik, serta reaksi fotolisis nitrit pada permukaan perairan. Sumber potensial lain yang dapat memperkaya nitrat di perairan adalah hujan dan bahan-bahan buangan dari daratan, termasuk limbah.

Nitrat dapat digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat kesuburan perairan. Nitrat dalam perairan tambak mempengaruhi kecukupan terpenuhinya nutrisi bagi pertumbuhan ikan dan udang. Pengukuran data nitrat dilakukan dengan menggunakan metode *Brucine* yang dilakukan di laboratorium. Kisaran nitrat yang baik yaitu antara 0,9-3,5 mg/l.

6. Fosfat (mg/l)

Fosfat (PO_4) adalah fosfor yang berikatan dengan oksigen yang berupa senyawa anorganik, yang merupakan unsur esensial bagi tumbuhan tingkat tinggi dan algae sehingga dapat menjadi faktor pembatas bagi tumbuhan dan algae akuatik sehingga dapat mempengaruhi tingkat produktivitas perairan. Fosfat

merupakan satu-satunya bahan galian (di luar air) yang mempunyai siklus: unsur fosfor di alam diserap oleh makhluk hidup, senyawa fosfat pada jaringan makhluk hidup yang telah mati terurai kemudian terakumulasi dan terendapkan di lautan. Fosfat merupakan unsur yang penting dalam pembentukan protein dan membantu proses metabolisme sel suatu organisme.

Keberadaan berbagai bentuk fosfat di laut dikendalikan oleh proses biologi dan fisika, diantaranya penyerapan oleh fitoplankton pada proses fotosintesis, penggunaan oleh bakteri, serta adanya absorpsi oleh lumpur dasar akibat kelebihan Ca^{2+} pada pH tinggi. Pengukuran fosfat dilakukan dengan metode asam askorbik, yang diuji di laboratorium. Kandungan fosfat yang baik untuk tambak secara umum yaitu optimum dikisaran $>0,21$ mg/l.

II.8.2. Zonasi Kesesuaian Lahan Tambak

Dari parameter kualitas air tambak di atas, maka dapat ditentukan *rulebase* untuk kesesuaian tambak sebagai berikut :

Tabel 2.1 *Rulebase* Kesesuaian Tambak

Parameter	S1 [80]	S2 [60]	S3 [40]	N [1]
pH [15]	8 – 9	7,5 – 8	5 – 7,5	< 5 > 9
Oksigen terlarut (mg/l) [25]	6 – 8	5 – 6	4 – 5 8 – 10	< 3 > 10
Salinitas (ppt) [20]	15 – 25	10 – 15	25 – 35	< 10 > 35
Suhu (°C) [20]	29 – 31	26 – 29 31 – 33	33 – 34	< 26 > 35
Nitrat (mg/l) [10]	0,9 – 3,5	0,3 – 0,9	0,01 – 0,3	< 0,01 > 3,5
Fosfat (mg/l) [10]	> 0,21	0,1 – 0,21	0,05 – 0,1	< 0,02

Sumber : Bakosurtanal (2010), Hartoko (2007), Zweig (1999)

II.9. Penelitian Terdahulu

Penelitian dengan objek kajian kesesuaian lahan tambak telah dilakukan oleh beberapa peneliti, diantaranya:

1. (Agus Hartoko dan Lestari Lakhsmi Widowati, 2007) **“Aplikasi Teknologi Geomatik Kelautan Untuk Analisa Kesesuaian Lahan Tambak Di Kabupaten Demak”**. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan algoritma perhitungan klorofil-a, suhu permukaan laut, dan muatan padatan tersuspensi serta analisa kesesuaian lahan tambak berdasarkan data Landsat 7 ETM+ dan data lapangan (pH, oksigen terlarut, salinitas, nitrat, dan fosfat). Metode yang digunakan adalah metode survei dan untuk analisa kesesuaian lahan tambak menggunakan model spasial antara hasil algoritma data satelit Landsat 7 ETM+ dan berdasarkan skoring data lapangan. Hasil analisa kesesuaian lahan tambak di Kabupaten Demak didapatkan kategori “Sesuai” di Kecamatan Sayung dan Karang Tengah, dan “Sesuai Bersyarat” di hampir semua Kecamatan Bonang dan Wedung. Hasil ini mengindikasikan bahwa lahan tambak di Kabupaten Demak dapat dikembangkan lebih lanjut dengan berbagai usaha.
2. (Anis Nur Laili, 2004). **“Studi Kesesuaian Lahan Tambak dengan Memanfaatkan Teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis di Kabupaten Lampung Timur”**. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis dan menggambarkan peta kesesuaian lahan budidaya tambak di Kabupaten Lampung Timur, serta mengidentifikasi pemanfaatan dan pengembangan potensi budidaya tambak di Pesisir Kabupaten Lampung Timur. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa daerah penelitian terbagi menjadi 3 kelas yaitu kelas sangat sesuai yang terletak di sepanjang pesisir pantai seluas 73.676,4 ha. Kelas sesuai sebagian besar terletak di daerah pedalaman setelah kelas sangat sesuai dan sebagian kecil terletak di daerah pinggir pantai, seluas 1.024.684,2 ha. Kelas tidak sesuai ditemukan di daerah pedalaman dengan luas 49.868,8 ha. Hasil analisis tersebut dapat berubah jika parameter yang digunakan

untuk analisis bertambah, karena hasil analisis ini belum mempertimbangkan faktor sosial, ekonomi, dan finansial.

3. (Dewi Irianti, 2004) **“Evaluasi Kesesuaian Lahan Pesisir Untuk Pengembangan Budidaya Tambak Di Kabupaten Purworejo”**. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kesesuaian lahan pesisir untuk dapat dikembangkan sebagai lahan tambak, kesesuaian lahan aktual serta mengkaji lahan potensial untuk budidaya tambak sesuai dengan kesesuaian lahannya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi di lapangan, yaitu mencocokkan hasil interpretasi citra Landsat TM dengan data yang ada di lapangan. Sampel air dan tanah yang diambil sebanyak 9 titik, kemudian diujikan di laboratorium. Untuk mengevaluasi kesesuaian lahan pesisir digunakan metode *matching* dari Sitorus dan CSR/FAO. Untuk menentukan jenis biota yang akan dibudidaya menggunakan SAR (*Sodium Absortion Ratio*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelas kesesuaian lahan potensial pesisir untuk tambak di Kabupaten Purworejo seluas 1.352,02 ha, termasuk kelas N1 seluas 1.131,94 ha (faktor pembatas salinitas, COD, dan BOD), S3 seluas 151,28 ha (faktor pembatas porositas tanah), dan S1 seluas 68,8 ha (faktor pembatas kandungan NPK dalam tanah). Lahan aktual di Kabupaten Purworejo seluas 79,07 ha termasuk kelas kesesuaian lahan N1 dengan faktor pembatas salinitas dan COD, BOD. Sedangkan kesesuaian nilai SAR untuk menentukan biota yang cocok dibudidayakan termasuk kategori untuk biota tidak sensitif, kurang sensitif, dan biota sensitif.
4. (Dian Hendriana, 2006) **“Analisis Kesesuaian Lahan Tambak Dengan Sistem Informasi Geografis Di Padang Cermin Lampung Selatan”**. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis lahan yang sesuai untuk tambak dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Padang Cermin, Lampung Selatan. Menggunakan metode skoring dengan parameter yang menjadi dasar penilaian, yaitu parameter penggunaan lahan, jenis tanah, tekstur tanah, jarak dari sungai, jarak dari pantai, dan topografi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa lokasi penelitian

terbagi atas 3 kelas. Kelas S1 paling banyak berada di sekitar Teluk Ratai (wilayah sungai besar Sungai Ratai) dengan luas 4.648 ha, kelas S2 yang berada di hampir seluruh wilayah Padang Cermin dengan luas 39.343 ha, serta kelas N yang terdapat di perbukitan, pemukiman, dan pantai yang tidak dialiri sungai sehingga tekstur tanahnya kasar dan didominasi oleh pasir, dengan luas 19.093 ha.

5. (Aninda W. Rudiastuti, 2011) **“Evaluasi Lahan dan Pengembangan Sistem Informasi Budidaya Tambak Udang PT. Indonusa Yudha Perwita”**. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian lahan tambak PT. IYP, mengembangkan sistem informasi pengelolaan budidaya tambak, dan menganalisis hubungan kesesuaian lokasi usaha dan keberhasilan operasional budidaya tambak. Metode yang digunakan yaitu dengan pembobotan dan pengharkatan pada multikriteria biofisik dan peraturan mengenai kawasan sempadan pantai. Hasil evaluasi kesesuaian lahan menggambarkan bahwa lahan tambak PT. IYP terletak dalam kelas “sangat sesuai” dan “cukup sesuai” dengan luasan pada kelas “sangat sesuai” sebesar 11,71 ha (51,26%) dan luas kelas “cukup sesuai” 11,13 ha (48,74%).