



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Teknik Geomatika

**Pedagogik : Pengembangan Instrumen Penilaian
Profesional : Analisis Data Spasial dan Non Spasial pada
Sistim Informasi Geografis**

KELOMPOK
KOMPETENSI





MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Teknik Geomatika

Penyusun :

**Medis Surbakti, ST., MT
USU Medan
medissurbakti@yahoo.com
081396565879**

Reviewer :

**Zulkarnain A.M., ST., MT
USU Medan
njinrsyamsi@yahoo.com
08126527197**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN
PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
BIDANG BANGUNAN DAN LISTRIK
MEDAN
2016**



KATA PENGANTAR

Salah satu upaya yang dapat langsung dimanfaatkan di Sekolah Menengah Kejuruan adalah adanya bahan pelajaran sebagai pegangan, pembuka pikiran ataupun bekal dalam mempelajari sesuatu yang dapat berguna bila terjun ke dunia industri sesuai dengan keahliannya. Dengan strategi ini diharapkan bertambah minat baca bagi kalangan pelajar sehingga wawasannya menjadi berkembang.

Dengan adanya dorongan dari masyarakat dan pemerintah yang ikut berperan aktif dalam pengembangan pendidikan, diharapkan dapat diwujudkan secara terusmenerus. Buku Geomatica grade 9 ini, merupakan salah satu pengetahuan bagaimana memahami analisis data spatial dan non spatial pada suatu system informasi geografi.

Dalam buku ini dibahas tentang bagaimana cara memilih data spatial dan non spatial, mengumpulkan yang tercetak dan softcopy, menguraikan hardcopy dan softcopy, menampilkan informasi system geografi serta menata hardware dan software dalam SIG. Kiranya apa yang dituangkan dalam buku ini sudah berpedoman pada standar kompetensi dan kompetensi dasar dan apabila ada suatu yang kurang berkenan baik isi maupun kalimat, mohon saran untuk perbaikan berikutnya.

Terima Kasih
Desember 2015
Penyusun,

DAFTAR ISI

Cover	
KATA PENGANTAR	I
DAFTAR ISI	li
DAFTAR GAMBAR	Vi
DAFTAR TABEL	X
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	2
C. Peta Kompetensi	3
D. Ruang Lingkup	3
E. Saran Cara Penggunaan Modul	4
BAB II KOMPETENSI PEDAGOGIK	5
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	
A. Tujuan Pembelajaran	5
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	5
C. Uraian ateri	5
D. Aktivitas Pembelajaran	13
E. Latihan	13
F. Rangkuman	14
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	15
H. Evaluasi	15
I. Kunci Jawaban	17
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	18
A. Tujuan Pembelajaran	18
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	18
C. Uraian ateri	18
D. Aktivitas Pembelajaran	46
E. Latihan	47
F. Rangkuman	48
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	49
H. Evaluasi	49
I. Kunci Jawaban	51
Daftar Pustaka	52

BAB III KOMPETENSI PROFESIONAL

KEGIATAN BELAJAR 1 : Data spasial dan data non spasial pada Sistem Informasi Geografis (SIG)

9.1.	Pengertian Sistem Informasi Geografis	53
9.1.1.	Komponen SIG	55
9.1.2.	Manfaat SIG	56
9.2.	Data Spasial dan Data Non Spasial	59
9.2.1.	Informasi Lokasi	62
9.2.2	Informasi Atribut	65

KEGIATAN BELAJAR 2 : Metode pengumpulan data spasial dan non spasial

9.3.	Pengumpulan Data Spasial dan Non Spasial	66
9.3.1.	Data Vektor	66
9.3.2.	Data Raster	67
9.3.3.	Sumber data Spasial	68
9.4.	Data Spasial pada Peta, Hasil Pengukuran dan GPS	69
9.4.1.	Peta	69
9.4.2.	Pengelompokan Proyeksi Peta	69
9.4.3.	Proyeksi Universal Transverse Mercator (UTM)	72
9.4.4.	Metoda Penentuan Posisi	74
9.4.5.	Sistem Koordinat	74
9.4.6.	Metoda Penentuan Posisi Global (GPS)	76
9.5.	Remote Sensing	81
9.5.1.	Konsep Perekaman data <i>Remote Sensing</i>	81
9.5.2.	Resolusi data <i>Remote Sensing</i>	81
9.5.3.	Contoh data <i>Remote Sensing</i>	82

KEGIATAN BELAJAR 3 : Mengumpulkan yang tercetak (hardcopy) maupun softcopy sesuai Kerangka Acuan Kerja

9.6.	Membuat Kerangka Kerja pada SIG (Format Geodatabase)	87
9.6.1.	Pembuatan file Geodatabase	88
 KEGIATAN BELAJAR 4 : Hardware dan software dalam SIG		
9.7.	Software (Perangkat Lunak) pada SIG	92
9.8.	Hardware (Perangkat Keras) pada SIG	99
9.8.1.	Sistem Input	99
9.8.2.	Platform/Pemroses	100
9.8.3.	Performansi	100
9.8.4.	Mode Pemrosesan	101
9.8.5.	Output	101
 KEGIATAN BELAJAR 5 : Sistem Informasi Geografis dengan Perangkat Lunak		
9.9.	Aplikasi dan Tampilan Sistem Informasi Geografi	102
9.9.1	Perkembangan Pemanfaatan Aplikasi Sistem Informasi Geografis untuk pengelolaan hutan	102
9.9.2..	Sistem Informasi Geografis Untuk pengelolaan sumberdaya alam	111
 KEGIATAN BELAJAR 6 : Menata hardware dan software dalam SIG		
9.10.	Menampilkan atau Mengatur Peta	125
9.11.	Mengatur Proyeksi	129
9.12.	Mengatur Halaman Layout	130
9.13.	Langkah-langkah untuk Menambahkan Koordinat Peta	132
9.14.	Langkah-langkah untuk Menambahkan Skala	135
9.15.	Langkah-langkah untuk Menambahkan Panah Penunjuk	137

Arah

9.16.	Langkah-langkah untuk Menambahkan Judul Peta	138
9.17.	Menambahkan Object pada Layout	139
9.18.	Menambahkan Teks pada Layout	140
9.19.	Membuat Extent Rectangle	141
9.20.	Langkah-langkah untuk Menambahkan Legenda	142
9.21.	Menyimpan Peta	145
9.22.	Mencetak Peta	145
	DAFTAR PUSTAKA	147
	SOAL-SOAL LATIHAN	149
	JAWABAN SOAL-SOAL LATIHAN	150
	Glossarium	153

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Komponen SIG	55
Gambar 2	Contoh data spasial dalam bentuk titik	62
Gambar 3	Contoh data spasial dalam bentuk garis	63
Gambar 4	Contoh data spasial dalam bentuk polygon	64
Gambar 5	Contoh data spasial dalam bentuk 3D	64
Gambar 6	Contoh data Vektor	66
Gambar 7	Contoh data raster	67
Gambar 8	Tipe proyeksi berdasarkan bidang proyeksinya	70
Gambar 9	Contoh proyeksi kerucut	70
Gambar 10	Contoh proyeksi silinder	71
Gambar 11	Contoh proyeksi planar	71
Gambar 12	Proyeksi peta menurut kedudukan bidang proyeksi	72
Gambar 13	Pembagian wilayah bumi berdasarkan koordinat UTM	73
Gambar 14	Orientasi dari Sumbu Koordinat	75
Gambar 15	Ilustrasi Sistem Koordinat Toposentrik	75
Gambar 16	Sistem koordinat pada GPS	76
Gambar 17	Kontrol dan pemantau system GPS	77
Gambar 18	Konstelasi Satelit di Luar Angkasa	77
Gambar 19	Konstelasi satelit yang mengitari bumi dalam melayani GPS	78
Gambar 20	Prinsip dasar penentuan Posisi dengan GPS	79
Gambar 21	Ilustrasi sederhana perekaman data <i>remote sensing</i> .	81
Gambar 22	Gelombang Elektromagnetik yang digunakan dalam Penginderaan Radar.	83
Gambar 23.	Gelombang Elektromagnetik yang digunakan dalam Penginderaan citra satelit sensor pasif	84
Gambar 24	lustrasi sederhana perekaman data sensor aktif (Microwave) dan sensor pasif (optical)	86
Gambar 25.	Tampilan sederhana format geodatabase	88
Gambar 26	Pembuatan Geodatabase dengan isi feature dataset	88

Gambar 27	Penamaan Feature Dataset dalam Geodatabase	89
Gambar 28	Pendefinisian koordinat pada Feature Dataset	89
Gambar 29	Pembuatan Feature Class dalam Feature Dataset	90
Gambar 30	Pengaturan Attribute dalam Feature Class	90
Gambar 31	Tampilan Feature Class dalam Feature Dataset dengan format Geodatabase	91
Gambar 32	System input pada GIS yang memiliki I/O tersendiri	99
Gambar 33	Hardware pada SIG menurut metoda dan media input	100
Gambar 34	Platform hardware pada SIG	100
Gambar 35	Hardware output pada SIG	101
Gambar 36	Contoh tampilan aplikasi GIS bidang kehutanan di Kutai barat	113
Gambar 37	Diagram alir data, proses dan hasil analisis peta lahan kritis	115
Gambar 38	Pembuatan Model dalam SIG	116
Gambar 39	Model Builder untuk penetapan lahan kritis	117
Gambar 40.	Membuat pembobotan	117
Gambar 41.	Hasil proses data dasar	118
Gambar 42.	Hasil akhir analisis lokasi lahan kritis	118
Gambar 43.	Data, analisis dan hasil untuk menentukan potensi rotan pada SIG	121
Gambar 44.	Layer peta dasar Bio Sungai, Akses Sungai dan Bio Jalan	122
Gambar 45.	Layer peta dasar Akses Jalan, Akses pemukiman dan Bio Kebakaran	122
Gambar 46.	Layer peta dasar Bio lereng, Bio Vegetasi dan Bio Kesesuaian	123
Gambar 47.	Estimasi potensi rotan hasil analisis yang dilakukan dengan SIG	123
Gambar 48.	Luas lahan berdasarkan potensi per kecamatan	124
Gambar 49.	Contoh file peta yang akan diprint kecamatan Darussalam	126
Gambar 50.	Contoh peta dasar kecamatan Darussalam di Aceh	126

	Besar	
Gambar 51	Layout View	127
Gambar 52	Layout dari peta yang akan diprint	127
Gambar 53	Toolbars untuk mengatur layout	128
Gambar 54	Windows untuk mengatur proyeksi pada peta yang akan diprint	129
Gambar 55	Page and print setup dialogue	130
Gambar 56	Menu page and Print Setup	130
Gambar 57	Halaman pengaturan luaran (hardware) yang akan dihasilkan	131
Gambar 58	Menu untuk mengatur koordinat peta	132
Gambar 59	Pilihan lain dari Menu utama	132
Gambar 60	Windows untuk membuat grid	133
Gambar 61	Pilihan grid system yang ada	133
Gambar 62	Pemilihan interval Grid	134
Gambar 63	Mengubah garis dan label pada peta	134
Gambar 64	Membuat graticule properties	134
Gambar 65	Menu Scale bar pada menu utama insert	135
Gambar 66	Scalebar kotak dialog	135
Gambar 67	Scale Text menu pada menu utama insert	135
Gambar 68	Berbagai macam scale text pada arcgis9	136
Gambar 69	North arrow dialog terdapat pada menu utama insert	137
Gambar 70	Pilihan berbagai jenis North Arrow pada Arc Gis 9	137
Gambar 71	Pilihan penambahan judul peta dari menu utama insert	138
Gambar 72	Properties dari Teks yang akan menjadi judul peta	138
Gambar 73	Menu penambahan objek pada peta yang terdapat pad menu utama insert	139
Gambar 74	Berbagai jenis Object yang dapat dimasukkan ke dalam tampilan peta	139
Gambar 75	Menu penambahan text pada layout yang terdapat pada menu insert	140
Gambar 76	Dialog properties text yang akan dibuat	140
Gambar 77	Pilihan jenis text yang tersedia	140

Gambar 78	Menu untuk penambahan frame pada layout	141
Gambar 79	Dialog untuk membuat bingkai pada layout peta	141
Gambar 80	Kotak dialog untuk menambahkan legenda pada menu utama insert	142
Gambar 81	Legend wizard dialog window	142
Gambar 82	Legend title dan border window	143
Gambar 83	Window untuk mengubah bentuk dan ukuran bentuk lambang legenda	143
Gambar 84	Menentukan jarak antara bagian pada legenda peta	144
Gambar 85	Contoh hasil luaran peta (hardware) , hasil seting software ARCGIS9	144
Gambar 86	Perintah penyimpanan peta dari menu utama File	145
Gambar 87	Perintah untuk mencetak peta pada menu utama file	145
Gambar 88	Pengaturan kualitas pencetakan, sebelum peta diprint	146

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Contoh beberapa citra satelit dengan resolusinya	84
Tabel 2	Estimasi potensi rotan per kecamatan per kelompok potensi	123

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidik adalah tenaga kependidikan yang berkualifikasi sebagai guru, dosen, konselor, pamong belajar, widyaiswara, tutor, instruktur, fasilitator, dan sebutan lain yang sesuai dengan kekhususannya, serta berpartisipasi dalam menyelenggarakan pendidikan. Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan kegiatan pengembangan keprofesian secara berkelanjutan agar dapat melaksanakan tugas profesionalnya.

Pengembangan keprofesian berkelanjutan merupakan pengembangan kompetensi guru dan tenaga kependidikan yang dilaksanakan sesuai dengan kebutuhan, bertahap, berkelanjutan untuk meningkatkan profesionalitasnya. Dengan demikian pengembangan keprofesian berkelanjutan adalah suatu kegiatan bagi guru dan tenaga kependidikan untuk memelihara dan meningkatkan kompetensinya secara keseluruhan, berurutan dan terencana, mencakup bidang-bidang yang berkaitan dengan profesinya didasarkan pada kebutuhan individu guru dan tenaga kependidikan.

Agar kegiatan pengembangan diri guru tercapai secara optimal diperlukan Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan PKB baik secara mandiri maupun kelompok. Khusus untuk PKB dalam bentuk diklat dilakukan oleh lembaga pelatihan sesuai dengan jenis kegiatan dan kebutuhan guru. Penyelenggaraan diklat PKB dilaksanakan oleh PPPPTK dan LPPPTK KPTK atau penyedia layanan diklat lainnya. Pelaksanaan diklat tersebut memerlukan modul sebagai salah satu sumber belajar bagi peserta diklat. Pedoman penyusunan modul diklat PKB bagi guru dan tenaga kependidikan ini merupakan acuan bagi penyelenggara pendidikan dan pelatihan dalam mengembangkan modul pelatihan yang diperlukan guru dalam melaksanakan kegiatan PKB.

Modul merupakan bahan ajar yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta diklat berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang disajikan secara sistematis dan menarik untuk mencapai tingkatan kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya.

Modul-modul yang digunakan sebagai salah satu sumber belajar pada kegiatan diklat fungsional dan kegiatan kolektif guru dan tenaga kependidikan lainnya. Modul Diklat PKB pada intinya merupakan model bahan belajar (*learning material*) yang menuntut peserta pelatihan untuk belajar lebih mandiri dan aktif. Modul diklat merupakan substansi materi pelatihan yang dikemas dalam suatu unit program pembelajaran yang terencana guna membantu pencapaian peningkatan kompetensi yang didesain dalam bentuk bahan tercetak (*printed materials*).

Modul diklat PKB ini dikembangkan untuk memenuhi kegiatan PKB bagi guru dan tenaga kependidikan paket keahlian Geomatika pada grade/level 6 yang terfokus dalam pemenuhan peningkatan kompetensi pedagogik dan profesional yang memenuhi prinsip: berpusat pada kompetensi (*competencies oriented*), pembelajaran mandiri (*self-instruction*), maju berkelanjutan (*continuous progress*), penataan materi yang utuh dan lengkap (*whole-contained*), rujuk-silang antar isi mata diklat (*cross referencing*), dan penilaian mandiri (*self-evaluation*).

Modul Geomatika Grade 9 ini bertujuan agar siswa menguasai materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan Geomatika.

B. Tujuan

Tujuan penulisan modul Geomatika Grade 9 adalah agar peserta diklat mampu :

1. Mengembangkan instrumen penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar tentang teknik perminyakan.
2. Menganalisis data spasial dan data non spasial pada Sistem Informasi Geografis (SIG)
3. Menguraikan hardware dan software komputer pada SIG.

C. Peta Kompetensi

Peta kompetensi untuk pembelajaran Geomatika Grade 9 seperti terlihat pada Tabel 1

Tabel 1. Peta Kompetensi Geomatika Grade 9

No	Kompetensi Utama	Komp. Inti Guru	Kompetensi Guru Mata Pelajaran	Indikator Esensial/ Indikator Pencapaian Kompetensi
1	Pedagogik	6. Memfasilitasi pengembangan potensi peserta didik untuk mengaktualisasikan berbagai potensi yang dimiliki	6.1 Menyediakan berbagai kegiatan pembelajaran untuk mendorong peserta didik mencapai prestasi secara optimal	6.1.1 Berbagai kegiatan pembelajaran melalui program ekstrakurikuler dirancang untuk mendorong peserta didik mencapai prestasi secara optimal
2	Profesional	20.1. Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.	20.1.20. Menganalisis data spasial dan data non spasial pada Sistem Informasi Geografis (SIG).	20.1.20.1. Menguraikan data spasial dan data non spasial pada Sistem Informasi Geografis (SIG).
				20.1.20.2. Memilih metode pengumpulan data spasial dan non spasial.
				20.1.20.3. Mengumpulkan yang tercetak (hardcopy) maupun softcopy sesuai Kerangka Acuan Kerja.
			20.1.21. Menguraikan hardware dan software komputer pada SIG.	20.1.21.1. Menguraikan hardware dan software dalam SIG.
				20.1.21.2. Menampilkan informasi Sistem Geografis dengan perangkat lunak
				20.1.21.3. Menata hardware dan software dalam SIG.

D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup modul Geomatika level 9 berikut meliputi:

- Kaidah pengembangan instrumen penilaian dan evaluasi hasil belajar
- Penyusunan kisi-kisi dan soal
- Pengembangan Kegiatan Ekstra Kurikuler
- Data spasial dan data non spasial pada system informasi geografis (SIG)
- Metode pengumpulan data spasial dan non spasial
- Mengumpulkan yang tercetak (hardcopy) maupun softcopy sesuai kerangka acuan kerja
- Hardware dan software dalam SIG

- Sistem Informasi Geografis dengan perangkat lunak
- Menata hardware dan Software dalam SIG

E. Saran Cara Penggunaan Modul

Ikutilah petunjuk ini selama anda mengikuti kegiatan belajar

- a. Sebelum melakukan kegiatan belajar mulailah dengan doa, sebagai ucapan syukur bahwa anda masih memiliki kesempatan belajar dan permohonan kepada Tuhan agar di dalam kegiatan belajar Konstruksi Baja selalu dalam bimbinganNya.
- b. Pelajari dan pahami lebih dahulu teori Geomatika yang disajikan, kemudian anda dapat menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir ilmu Geomatika.
- c. Dalam pembelajaran menggunakan modul diharapkan anda harus aktif, baik secara individual maupun kelompok untuk mencari, menggali dan menemukan konsep serta prinsip - prinsip secara holistik dan otentik
- d. Anda harus siap mengikuti kegiatan dan memahami cara - cara pembelajaran dengan menggunakan modul, yang pelaksanaannya dapat dilaksanakan secara individual, secara berpasangan, kelompok kecil atau klasikal, serta memiliki minat baca yang tinggi.
- e. Bertanyalah kepada fasilitator bila mengalami kesulitan dalam memahami materi pelajaran.
- f. Anda dapat menggunakan buku referensi yang menunjang bila dalam modul ini terdapat hal-hal yang kurang jelas.
- g. Kerjakan tugas-tugas yang diberikan dalam lembar kerja dengan baik
- h. Dalam mengerjakan tugas merancang dan memasang utamakan ketelitian, kebenaran, dan kerapian pekerjaan. Jangan membuang-buang waktu saat mengerjakan tugas dan juga jangan terburu-buru yang menyebabkan kurangnya ketelitian dan menimbulkan kesalahan.
- i. Setelah tugas merancang dan memasang selesai, sebelum diserahkan kepada fasilitator sebaiknya anda periksa sendiri terlebih dahulu secara cermat, dan perbaikilah bila ada kesalahan, serta lengkapilah terlebih dahulu bila ada kekurangan.

BAB II

KOMPETENSI PEDAGOGIK

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 : KAIDAH PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN DAN EVALUASI HASIL BELAJAR

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti sesi ini, peserta diklat dapat menerapkan kaidah pengembangan instrumen penilaian dan evaluasi hasil belajar sesuai dengan karakteristik teknik perminyakan.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Kaidah pengembangan instrumen penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar dijelaskan dengan benar.

C. Uraian materi

➤ Kaidah Pengembangan Instrumen

Dalam pengembangan instrumen hasil belajar perlu dipahami domain perilaku/kemampuan yang akan diukur sebelum menyusun instrumen. Pemahaman terhadap domain perilaku yang akan diukur menentukan apakah instrumen yang dikembangkan tepat sehingga pengukuran dan hasilnya juga tepat. Perilaku yang akan diukur, pada Kurikulum Berbasis Kompetensi tergantung pada tuntutan kompetensi. Setiap kompetensi di dalam kurikulum memiliki tingkat keluasan dan kedalaman kemampuan yang berbeda. Semakin tinggi kemampuan/perilaku yang diukur sesuai dengan target kompetensi, maka semakin sulit soal dan semakin sulit pula menyusunnya. Dalam Standar Isi, perilaku yang akan diukur dapat dilihat pada “perilaku yang terdapat pada rumusan kompetensi dasar atau pada standar kompetensi”. Bila ingin mengukur perilaku yang lebih tinggi, guru dapat mendaftar terlebih dahulu semua perilaku yang dapat diukur, mulai dari perilaku yang sangat sederhana/mudah sampai dengan perilaku yang paling sulit/tinggi, berdasarkan rumusan kompetensinya

(baik standar kompetensi maupun kompetensi dasar). Dari susunan perilaku itu, dipilih satu perilaku yang tepat diujikan kepada peserta didik, yaitu perilaku yang sesuai dengan kemampuan peserta didik di kelas.

Pengembangan instrumen (penulisan soal) didasarkan pada spesifikasi yang terdapat dalam kisi-kisi soal. Agar soal yang dihasilkan lebih bermutu maka perlu mengikuti kaidah-kaidah penulisan soal. Kaidah penulisan soal merupakan petunjuk atau pedoman dalam menulis soal, sehingga soal mampu menjangkau informasi secara optimal. Kaidah-kaidah dalam penulisan soal ini dapat dikelompokkan atas 3 bagian yaitu :

- a. Kaidah yang menyangkut Materi ; berkaitan dengan kesesuaian dan kebenaran isi (materi) yang diujikan.
- b. Kaidah yang menyangkut konstruksi; berkaitan dengan grafika, penempatan dan kelengkapan soal.
- c. Kaidah yang menyangkut penggunaan bahasa; menyangkut bahasa yang digunakan dalam penulisan butir soal.

Secara umum kaidah penyusunan soal dapat dipahami seperti uraian di bawah ini :

- Petunjuk pengerjaan dan rumusan soal harus jelas dan menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar.
- Rumusan soal harus sesuai dengan indikator
- Butir soal tidak tergantung pada jawaban soal sebelumnya
- Rumusan soal tidak boleh mengandung petunjuk (clue) kepada kunci jawaban.
- Materi soal harus sesuai dengan jenjang/jenis pendidikan atau tingkatan kelas.
- Rumusan soal harus mempertimbangkan tingkat kesulitan soal

Dengan mempertimbangkan keunggulan masing-masing bentuk soal dan kaidah penyusunannya, diharapkan tercipta soal yang mampu mengukur sejauh mana siswa dapat menguasai materi yang ia pelajari. Perangkat soal sebagai salah satu alat penilaian diharapkan dapat mengungkap semua domain terutama aspek kognitif siswa. Alat penilaian jangan hanya berfungsi sebagai sumatif tetapi juga sebagai sarana peningkatan motivasi belajar.

1. Mengonstruksi Pertanyaan Esai

Tes esai adalah salah satu bentuk tes tertulis, yang susunannya terdiri atas item-item pertanyaan yang masing-masing mengandung permasalahan dan menuntut jawaban siswa melalui uraian-uraian kata yang merefleksikan kemampuan berpikir siswa.

Bentuk pertanyaan atau item tes esai dapat dikonstruksi dengan menggunakan kata bantu pertanyaan tertentu yang mengandung unsur singkatan 4W +1H, *Where* (di mana), *who* (siapa), *what* (apa), *why* (mengapa), dan *how* (bagaimana). Di samping itu pertanyaan esai direncanakan secara sistematis untuk mendorong para siswa agar memiliki kemampuan mengekspresikan ide-ide mereka dengan menggunakan bahasa atau kata-kata sendiri, menggunakan informasi dari pengetahuan mereka sendiri, kemudian menuangkannya secara bebas dalam lembaran jawaban yang ada. Kemampuan mengekspresikan ide-ide siswa sendiri itulah yang sebenarnya merupakan kelebihan dari tes esai.

Beberapa contoh tes esai diantaranya dapat dilihat berikut ini :

1. Sebutkan dua alasan pokok mengapa transmisi roda gigi lebih menguntungkan dibanding dengan transmisi sabuk (*belt transmission*)!
2. Apakah fungsi minyak pelumas pada kotak transmisi roda gigi (*transmission gear box*)?

Kegagalan yang sering terjadi, yang berasal dari guru sebagai evaluator dalam mengonstruksi pertanyaan tidak dapat memotivasi para siswa agar mau mengungkapkan kemampuannya dalam menuangkan ide-ide mereka. Berikut adalah beberapa contoh item pertanyaan esai yang dirasakan masih kurang baik.

Contoh jelek : Mengapa bahan bakar bensin banyak disukai di masyarakat?

Lebih baik : Nyatakan tiga macam alasan yang dapat menerangkan, mengapa bahan bakar bensin banyak disukai masyarakat.

Ada beberapa cara yang harus diperhatikan guru (evaluator) dalam menyusun tes esai, yaitu :

1. Hendaknya memfokuskan pertanyaan esai pada materi pembelajaran yang tidak dapat diungkap dengan bentuk tes lain misalnya tes objektif. Ada beberapa faktor penting dalam proses belajar mengajar, yang hanya bisa diungkap oleh tes esai diantaranya pembelajaran yang kompleks, organisasi materi, integrasi penyusunan jawaban, dan ekspresi penuangan ide dari

pemikiran siswa kedalam bentuk jawaban soal. Itu semua menjadikan tes esai tetap menjadi pilihan para guru.

2. Hendaknya memformulasikan item pertanyaan yang mengungkap perilaku spesifik yang diperoleh dari pengalaman hasil belajar. Pertanyaan yang tidak mengarah pada tujuan instruksional sebaiknya dikesampingkan terlebih dahulu.
3. Item-item pertanyaan esai sebaiknya jelas dan dan tidak menimbulkan kebingungan sehingga para siswa dapat menjawab dengan tidak ragu-ragu. Menggunakan kata-kata yang spesifik, seperti terangkan, bandingkan, buktikan, nyatakan dalam kesimpulan, gunakan dan sebagainya.
4. Serta petunjuk waktu pengerjaan untuk setiap pertanyaan, agar para siswa dapat memperhitungkan kecepatan berpikir, menulis, dan menuangkan ide sesuai dengan waktu yang disediakan. Pertimbangan waktu tersebut hendaknya didasarkan pada tingkat kesulitan setiap pertanyaan.
5. Ketika mengonstruksi sejumlah pertanyaan esai, para guru hendaknya menghindari pertanyaan pilihan. Pertanyaan pilihan biasanya terletak pada kalimat instruksi pengerjaan pada awal tes, misalnya "pilih empat soal dari lima pertanyaan yang tersedia. Penggunaan pertanyaan pilihan dimungkinkan mempengaruhi reliabilitas tes esai yang direncanakan.
6. Item pertanyaan yang direncanakan hendaknya memuat persoalan penting yang telah diajarkan dalam proses belajar mengajar.
7. Kata-kata yang digunakan dalam pertanyaan hendaknya tidak diambil secara langsung dari buku/catatan. Para guru/evaluator dapat memodifikasi atau menggunakan kata lain yang mungkin artinya sama agar siswa tidak semata-mata menghafal.
8. Pertanyaan esai yang direncanakan sebaiknya dibuat bervariasi dan bisa mencakup unit-unit mata pelajaran yang diajarkan.

2. Mengonstruksi Tes Objektif Jenis Isian

Disamping tes esai seperti yang telah dibahas diatas, ada item tes jenis lain yang juga sering digunakan oleh para guru dalam kegiatan belajar mengajar. Item tes yang dimaksud yaitu tes objektif. Tes ini dikatakan objektif karena para siswa tidak dituntut merangkai jawaban atas dasar informasi yang dimilikinya seperti tes esai. Secara garis besar tes objektif dapat dibedakan menjadi dua

kelompok yaitu tes objektif jenis isian (*supply type*) dan tes objektif jenis pilihan (*selection type*).

Tes objektif jenis isian pada prinsipnya mencakup tiga macam tes, yaitu a) tes jawaban bebas atau jawaban terbatas, b) tes melengkapi, dan c) tes asosiasi.

Tes jawaban bebas mengungkap kemampuan siswa dengan cara bertanya, tes melengkapi mengungkap kemampuan siswa melalui memberikan spasi atau ruang kosong untuk diisi siswa dengan kata yang tepat, dan tes asosiasi mengungkap kemampuan para siswa dengan menyediakan spasi yang diisi dengan satu jawaban atau lebih, di mana jawaban tersebut masih memiliki keterkaitan dan bersifat homogen antara satu dengan lainnya.

Mengonstruksi item tes, baik jenis isian maupun jenis pilihan merupakan langkah penting yang harus dikuasai dengan baik oleh guru. Hal ini terjadi karena validitas tes objektif jenis isian dan pilihan pada umumnya tergantung pada kualitas isi dan tampilannya, sedangkan kualitas isi dan tampilan sangat dipengaruhi oleh kemampuan guru dalam mengonstruksi tes yang dimaksud. Oleh karena itu, perlu kiranya seorang guru memiliki kemampuan mengonstruksi agar hal-hal yang menurunkan kualitas isi dan tampilan tes, seperti kerusakan teknik, pernyataan yang tidak relevan, substansi yang keliru dapat dikurangi seminimal mungkin.

Agar mendapatkan tes yang memiliki susunan dan penampilan yang baik, para guru/evaluator dapat mempertimbangkan beberapa petunjuk yang dapat dilihat seperti berikut.

1. Nyatakan petunjuk tes yang singkat dan jelas dengan cara memberikan garis bawah pada kata-kata kunci. Petunjuk ini penting agar para siswa dengan cepat dapat memahami perintah tes dengan baik dan dapat melakukan pekerjaan evaluasi seperti yang diperintahkan.
2. Tulis pertanyaan dan atau pernyataan, di mana hanya ada satu kemungkinan jawaban benar.
3. Pilih batasan atau terminologi dari suatu pengetahuan, dengan menghilangkan kata kuncinya. Kata kunci tersebut menjadi jawaban yang harus diisi oleh para siswa.

4. Tanyakan secara spesifik untuk jawaban yang diinginkan. Sebagai contoh, Refigerasi mekanis unit bisa diinstalasi di dari VRU untuk perolehan cairan hidrokarbon yang memiliki yield point tinggi.

Jawabannya adalah (*downstream*).

5. Gunakan hanya satu spasi atau ruang kosong, untuk setiap item tes melengkapi. Jika spasi lebih dari tiga maka item tersebut lebih baik dikonstruksi dengan model tes jawaban bebas. Contoh :

Kurang baik : yang termasuk warna primer yaitu.....,, dan

Lebih baik : Tiga macam warna apakah yang termasuk sebagai warna primer?

6. Tempatkan spasi atau ruang kosong pada akhir kalimat dari item tes melengkapi. Penempatan spasi tersebut dimaksudkan agar lebih membantu para siswa untuk menjawab dengan cepat.
7. Buat kunci jawaban yang dapat digunakan sebagai acuan dalam pemberian penilaian. Kunci jawaban diperlukan untuk memudahkan dalam penilaian guru maupun pedoman jawaban yang diberikan kepada siswa.

Tes/Instrumen jawaban singkat dan tes melengkapi merupakan tes esai yang sangat sederhana. Instrumen-instrumen ini kurang cocok untuk tes dengan sasaran pengetahuan yang memiliki tingkat domain lebih tinggi, seperti aplikasi, sintesis dan evaluasi pada ranah kognitif. Walaupun demikian jawab singkat dan tes melengkapi, sangat baik untuk tujuan mengungkap kemampuan kognitif yang rendah dan berguna bagi siswa yang sejak awal ingin dididik dan dikembangkan melalui latihan-latihan yang secara periodik dan bertahap meningkat ke arah jawaban yang lebih kompleks.

Item tes jenis asosiasi sering disebut tes identifikasi karena pada proses penilaian para siswa di minta menghubungkan atau mengidentifikasi satu konsep dengan konsep lainnya. Pada kasus lain di sebut pertanyaan mengingat, karena para siswa perlu mengingat antara kaitan konsep satu dengan konsep lain yang sejenis. Untuk mendapatkan item tes asosiasi yang baik, berikut beberapa petunjuk yang dapat digunakan sebagai pertimbangan, ketika seorang guru mengonstruksi item tes mmodel analisis.

1. Nyatakan perintah pengerjaan tes secara singkat dan jelas sehingga semua peserta didik dapat memahami perintah tersebut.
2. Guru sebaiknya lebih dahulu melakukan pengelompokan fakta yang homogen. Jangan sampai pada langkah ini guru mencampurkan antara

fungsi alat dengan komponen lain yang tidak terkait satu sama lain. Sebagai contoh antara fungsi pisau frais dengan konsep air pendingin pada mesin industri.

3. Berikan satu kolom untuk satu konsep, dan kolom yang lain untuk jawaban yang dimaksud.
4. Kedua kolom sebaiknya memuat kata-kata atau frasa yang sama tujuannya.
5. Gunakan konsep-konsep yang dapat dihubungkan dengan konsep lain untuk tujuan sama.
6. Untuk tujuan pengembangan, jumlah kolom jawaban pada umumnya dibuat lebih banyak dibanding pada jumlah pernyataan.

Contoh :

Tujuan : Mengidentifikasi prinsip pembelajaran melalui fakta sekitar siswa.

Petunjuk : Isilah pernyataan dalam kolom kedua dengan bentuk kikir yang paling tepat sehingga menjadi kalimat bermakna.

Penggunaan	Macam-Macam bentuk kikir
1. Mengurangi ukuran permukaan	
2. Membentuk sudut	
3. Memperluas lubang	
4. Menghaluskan benda kerja	

Pada kondisi tertentu, tes asosiasi dapat juga dipresentasikan dalam bentuk lain, yaitu dengan tes penampilan yang menggunakan metode demonstrasi, dimana para siswa diminta untuk menunjukkan kegunaan dan mengidentifikasi macam-macam alat yang diinginkan.

3. Mengonstruksi Tes Pilihan Ganda

Soal pilihan ganda merupakan bentuk soal yang jawabannya dapat dipilih dari beberapa kemungkinan jawaban yang telah disediakan. Kontruksinya terdiri dari pokok soal dan pilihan jawaban. Pilihan jawaban terdiri atas kunci dan pengecoh. Kunci jawaban harus merupakan jawaban benar atau paling benar sedangkan pengecoh merupakan jawaban tidak benar, namun daya jebaknya harus berfungsi, artinya siswa memungkinkan memilihnya jika tidak menguasai materinya.

Soal pilihan ganda dapat diskor dengan mudah, cepat, dan memiliki objektivitas yang tinggi, mengukur berbagai tingkatan kognitif, serta dapat mencakup ruang lingkup materi yang luas dalam suatu tes. Bentuk ini sangat tepat digunakan untuk ujian berskala besar yang hasilnya harus segera diumumkan, seperti ujian nasional, ujian akhir sekolah, dan ujian seleksi pegawai negeri. Hanya saja, untuk menyusun soal pilihan ganda yang bermutu perlu waktu lama dan biaya cukup besar, disamping itu, penulis soal akan kesulitan membuat pengecoh yang homogen dan berfungsi, terdapat peluang untuk menebak kunci jawaban, dan peserta mudah mencotek kunci jawaban.

Secara umum, setiap soal pilihan ganda terdiri dari pokok soal (*stem*) dan pilihan jawaban (*option*). Pilihan jawaban terdiri atas kunci jawaban dan pengecoh (*distractor*). Dalam penyusunan soal tes tertulis, penulis soal harus memperhatikan kaidah-kaidah penulisan soal dilihat dari segi materi, konstruksi, maupun bahasa. Selain itu soal yang dibuat hendaknya menuntut penalaran yang tinggi. Hal ini dapat dilakukan antara lain dengan cara :

- a. mengidentifikasi materi yang dapat mengukur perilaku pemahaman, penerapan, analisis, sintesis, atau evaluasi. Perilaku ingatan juga diperlukan namun kedudukannya adalah sebagai langkah awal sebelum siswa dapat mengukur perilaku yang disebutkan di atas;
- b. membiasakan menulis soal yang mengukur kemampuan berfikir kritis dan mengukur keterampilan pemecahan masalah; dan
- c. menyajikan dasar pertanyaan (stimulus) pada setiap pertanyaan, misalnya dalam bentuk ilustrasi/bahan bacaan seperti kasus, contoh, tabel dan sebagainya.

Menulis soal bentuk pilihan ganda sangat diperlukan keterampilan dan ketelitian. Hal yang paling sulit dilakukan dalam menulis soal bentuk pilihan ganda adalah menuliskan pengecohnya. Pengecoh yang baik adalah pengecoh yang tingkat kerumitan atau tingkat kesederhanaan, serta panjang-pendeknya relatif sama dengan kunci jawaban. Oleh karena itu, untuk memudahkan dalam penulisan soal bentuk pilihan ganda, maka dalam penulisannya perlu mengikuti langkah-langkah berikut, langkah pertama adalah menuliskan pokok soalnya, langkah kedua menuliskan kunci jawabannya, langkah ketiga menuliskan pengecohnya.

Dalam menulis soal pilihan ganda harus memperhatikan kaidah - kaidah sebagai berikut:

a. Materi

1. Soal harus sesuai dengan indikator.
2. Pilihan jawaban harus homogen dan logis ditinjau dari segi materi.
3. Setiap soal harus mempunyai satu jawaban yang benar atau yang paling benar.

b. Konstruksi

1. Pokok soal harus dirumuskan secara jelas dan tegas.
2. Rumusan pokok soal dan pilihan jawaban harus merupakan pernyataan yang diperlukan saja.
3. Pokok soal jangan memberi petunjuk ke arah jawaban benar.
4. Pokok soal jangan mengandung pernyataan yang bersifat negatif ganda.
5. Panjang rumusan pilihan jawaban harus relatif sama.
6. Pilihan jawaban jangan mengandung pernyataan, "Semua pilihan jawaban di atas salah", atau "Semua pilihan jawaban di atas benar".
7. Pilihan jawaban yang berbentuk angka atau waktu harus disusun berdasarkan urutan besar kecilnya nilai angka tersebut, atau kronologisnya.
8. Gambar, grafik, tabel, diagram, dan sejenisnya yang terdapat pada soal harus jelas dan berfungsi.
9. Butir soal jangan bergantung pada jawaban soal sebelumnya.

c. Bahasa

1. Setiap soal harus menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia.
2. Jangan menggunakan bahasa yang berlaku setempat, jika soal akan digunakan untuk daerah lain atau nasional.
3. Setiap soal harus menggunakan bahasa yang komunikatif.
4. Pilihan jawaban jangan mengulang kata atau frase yang bukan merupakan satu kesatuan pengertian.

D. Aktivitas Pembelajaran

Bagilah kelas anda menjadi beberapa kelompok berdasarkan jenis mata pelajaran yang diampu. Silahkan berdiskusi dengan kelompok anda dengan instruksi sebagai berikut :

1. Susunlah soal (instrumen) yang memperhatikan prinsip dan kaidah penulisan soal.
2. Bentuk soal sesuai dengan kesepakatan anggota.
3. Jumlah soal yang disusun 10 butir.
4. Setiap soal yang disusun, harus disertai alasan apakah soal tersebut telah mengikuti kaidah penyusunan soal yang telah dipelajari .
5. Masing-masing kelompok akan mempresentasikan instrumen yang sudah disusun disertai dengan argumen yang kuat, bawa instrumen yang telah disusun tersebut sudah mengikuti kaidah penyusunan soal.

E. Rangkuman

- a. Kaidah-kaidah dalam penulisan soal ini dapat dikelompokkan atas 3 bagian yaitu : Kaidah yang menyangkut Materi , Kaidah yang menyangkut konstruksi dan kaidah yang menyangkut penggunaan bahasa.
- b. Tes esai merupakan salah satu bentuk tes tertulis, yang susunannya terdiri atas item-item pertanyaan yang masing-masing mengandung permasalahan dan menuntut jawaban siswa melalui uraian-uraian kata yang merefleksikan kemampuan siswa.
- c. Tes objektif jenis isian pada prinsipnya mencakup tiga macam tes, yaitu a) tes jawaban bebas atau jawaban terbatas, b) tes melengkapi, dan c) tes asosiasi.

Tes jawaban bebas mengungkap kemampuan siswa dengan cara bertanya, tes melengkapi mengungkap kemampuan siswa melalui memberikan spasi atau ruang kosong untuk diisi siswa dengan kata yang tepat, dan tes asosiasi mengungkap kemampuan para siswa dengan menyediakan spasi yang diisi dengan satu jawaban atau lebih, di mana jawaban tersebut masih memiliki keterkaitan dan bersifat homogen antara satu dengan lainnya.

- d. Soal pilihan ganda merupakan bentuk soal yang jawabannya dapat dipilih dari beberapa kemungkinan jawaban yang telah disediakan. Kontruksinya terdiri dari pokok soal dan pilihan jawaban. Pilihan jawaban terdiri atas kunci dan pengecoh. Kunci jawaban harus merupakan jawaban benar atau paling benar sedangkan pengecoh merupakan jawaban tidak benar, namun daya jebaknya harus berfungsi, artinya siswa memungkinkan memilihnya jika tidak menguasai materinya.

F. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

1. Tulislah apa yang sudah Anda ketahui dari materi ini !
2. Apakah materi ini bermanfaat untuk membantu tugas Anda sebagai guru?
3. Materi apa yang masih diperlukan untuk membantu tugas Anda berkaitan dengan kaidah pengembangan instrumen penilaian dan evaluasi hasil belajar ?
4. Adakah saran/komentar Anda berkaitan dengan kaidah pengembangan instrumen penilaian dan evaluasi hasil belajar ?

G. Evaluasi

1. Salah satu bentuk tes tertulis, yang susunannya terdiri atas item-item pertanyaan yang mengandung permasalahan dan menuntut jawaban siswa melalui uraian kata-kata yang merefleksikan kemampuan berfikir siswa adalah ...
 - a. Esai
 - b. Piliha ganda
 - c. Uraian terstruktur
 - d. Menjodohkan
2. Pertanyaan esai sebagai alat pengukuran hasil belajar yang kompleks, sebaiknya mengungkap perilaku spesifik yang diperoleh dari
 - a. Proses penilaian
 - b. Hasil ujian
 - c. Pengalaman hasil belajar
 - d. Angket
3. Secara garis besar tes objektif dapat dibedakan atas
 - a. Jenis isian
 - b. Jenis pilihan
 - c. Jenis kesulitan
 - d. a dan b benar
4. Tes objektif jenis isian pada prinsipnya mencakup tiga macam tes, yaitu...
 - a. Tes jawaban bebas, tes jawaban terbatas, dan tes melengkapi.

- b. Tes jawaban bebas, tes melengkapi, dan tes asosiasi
 - c. Tes jawaban bebas, tes jawaban terbatas, tes substitusi
 - d. Tes Melengkapi, Tes jawaban bebas, dan tes jawaban terbatas
- 5. Item tes jenis asosiasi sering disebut tes identifikasi karena
 - a. Pada proses penilaian siswa di minta menghubungkan satu konsep lain yang sejenis.
 - b. Pada proses penilaian siswa di minta mengidentifikasi beberapa konsep lain yang sejenis.
 - c. Pada proses penilaian siswa di minta melegkapi satu konsep lain yang sejenis
 - d. Pada proses penilaian siswa di minta melengkapi beberapa konsep lain yang sejenis
- 6. Pada kondisi tertentu, tes asosiasi dapat dipresentasikan dalam bentuk tes penampilan dengan menggunakan metode ...
 - a. Bermain peran
 - b. Demonstrasi
 - c. Brainstorming
 - d. Tanya jawab
- 7. Item pilihan ganda pada prinsipnya terdiri atas ...
 - a. Pokok soal dan sub pokok soal
 - b. Pokok soal dan pengecoh
 - c. Pokok soal dan pilihan jawaban
 - d. Pilihan jawaban dan pengecoh
- 8. Soal pilihan ganda dapat diskor dengan mudah, cepat, dan memiliki ...
 - a. Subjektivitas yang tinggi
 - b. Kontinuitas yang tinggi
 - c. Ketelitian yag tinggi
 - d. Objektivitas yang tinggi
- 9. Rumusan pokok soal pada item pilihan berganda sebaiknya ...
 - a. Jelas dan tegas
 - b. Panjang dan tegas
 - c. Jelas dan panjang
 - d. Tegas dan memiliki fokus
- 10. Berdasarkan kaidah penulisan soal, maka setiap soal harus menggunakan bahasa yang sesuai dengan ...
 - a. Kaidah yang baik

- b. Kaidah bahasa indonesia
- c. Kaidah penyusunan soal
- d. Kaidah penyempurnaan butir soal

H. Kunci Jawaban

- 1. A
- 2. C
- 3. D
- 4. B
- 5. A
- 6. B
- 7. C
- 8. D
- 9. A
- 10. B

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 : PENYUSUNAN KISI-KISI DAN SOAL

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti sesi ini, peserta diklat dapat mengembangkan kisi-kisi dan soal sesuai dengan karakteristik teknik perminyakan.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Kisi-kisi dikembangkan sesuai dengan tujuan penilaian
2. Instrumen penilaian dikembangkan sesuai dengan kisi-kisi

C. Uraian materi

1. Penyusunan Kisi-Kisi Soal

Dalam kegiatan pembelajaran kegiatan yang paling penting adalah melakukan tes, karena dengan melakukan tes, seorang guru dapat mengetahui sejauh mana kemampuan siswa dalam memahami materi yang telah dipelajari.

Dalam penyusunan soal-soal/tes terkadang guru mengalami kesulitan, karena dalam pembuatan soal tersebut diperlukan berbagai pertimbangan agar soal yang dibuat tidak terlalu sulit, terlalu mudah dan membingungkan peserta didik ketika hendak menjawab soal-soal tersebut. Dalam penyusunan tes hal yang paling penting yang harus dimiliki yaitu validitas soal-soal yang akan diujikan kepada peserta didik. Untuk memudahkan guru dalam penyusunan tes maka diperlukan pembuatan kisi-kisi (*tabel spesifikasi*).

Suatu soal tes hasil belajar baru dapat dikatakan tes yang baik apabila materi yang tercantum dalam item-item soal tes tersebut merupakan pilihan yang cukup representatif terhadap materi pelajaran yang diberikan di kelas yang bersangkutan. Apabila materi yang diungkapkan dalam item-item suatu soal tes hasil belajar hanya menyangkut sebagian kecil saja dari keseluruhan materi yang harus dikuasai oleh murid-murid maka soal tes hasil belajar tersebut bukan lah termasuk soal tes yang baik. Sebaliknya, apabila materi yang diungkapkan dalam item-item tes hasil belajar tadi melebihi daripada apa yang harus diketahui oleh murid-murid, maka tes hasil belajar semacam itu bukanlah merupakan soal tes yang baik.

Untuk mendapatkan suatu soal tes hasil belajar yang cukup representatif terhadap bahan yang ditetapkan maka, dalam bukunya Wayan menyebutkan hal tersebut dapat diadakan analisa rasional. Artinya, kita mengadakan analisa berdasarkan fikiran-fikiran yang logis, bahan-bahan apa yang perlu kita kemukakan dalam suatu soal tes, sehingga soal tes yang kita susun tersebut benar-benar merupakan pilihan yang representatif terhadap ketentuan-ketentuan yang terdapat pada sumber-sumber tertentu seperti tujuan pelajaran, rencana pelajaran, dll.

Dalam bukunya juga, Wayan menjelaskan bahwasannya analisis rasional disebut "Blue print" atau "lay-out". Istilah ini disebut juga kisi-kisi soal.

Kisi-kisi adalah format pemetaan soal yang menggambarkan distribusi item untuk berbagai topik atau pokok bahasan berdasarkan jenjang kemampuan tertentu. Fungsi kisi-kisi adalah sebagai pedoman untuk menulis soal atau merakit soal menjadi perangkat tes. Jika kisi-kisi yang dimiliki baik, maka akan memperoleh perangkat soal yang relatif sama sekalipun penulis soalnya berbeda. Dalam konteks penilaian hasil belajar, kisi-kisi disusun berdasarkan silabus setiap mata pelajaran. Jadi, seorang guru harus melakukan analisis silabus terlebih dahulu.

Kisi-kisi adalah suatu format atau matriks berisi informasi yang dapat dijadikan petunjuk teknis dalam menulis soal atau merakit soal menjadi alat tes/evaluasi. Kisi-kisi disusun berdasarkan tujuan evaluasi. Dengan demikian dapat diperoleh berbagai macam kisi-kisi. Misalnya, kisi-kisi yang dimaksudkan untuk mendiagnosis kesukaran belajar berbeda dengan kisi-kisi soal yang dimaksudkan untuk mengukur pencapaian kompetensi (prestasi hasil belajar) peserta didik. Penyusunan kisi-kisi merupakan langkah penting yang harus dilakukan sebelum penulisan soal, tanpa adanya indikator dalam kisi-kisi tidak dapat diketahui arah dan tujuan setiap butir soal.

Dalam praktiknya, seringkali guru membuat soal langsung dari buku sumber. Hal ini jelas sangat keliru, karena buku sumber belum tentu sesuai dengan silabus. Kisi-kisi ini menjadi penting dalam perencanaan evaluasi, karena didalamnya terdapat sejumlah indikator sebagai acuan dalam menulis soal. Kisi-kisi soal yang baik harus memenuhi persyaratan tertentu, antara lain :

1. Representatif, yaitu harus betul-betul mewakili isi kurikulum atau materi yang telah diajarkan secara tepat dan proporsional.

2. Komponen-komponennya harus terurai/rinci, jelas, dan mudah dipahami.
3. Soalnya dapat dibuat sesuai dengan indikator dan bentuk soal yang ditetapkan.

Sebenarnya, format kisi-kisi tidak ada yang baku, karena itu banyak model format yang dikembangkan para pakar evaluasi. Namun demikian, sekedar untuk memperoleh gambaran, format kisi-kisi dapat dibagi menjadi dua komponen pokok, yaitu komponen identitas dan komponen matriks. Komponen identitas ditulis di bagian atas matriks, sedangkan komponen matriks dibuat dalam bentuk kolom yang sesuai. Komponen identitas meliputi jenis/jenjang madrasah, jurusan/program studi (bila ada), bidang studi/mata pelajaran, tahun ajaran dan semester, kurikulum acuan, alokasi waktu, jumlah soal keseluruhan, dan bentuk soal. Sedangkan komponen matriks terdiri atas kompetensi dasar, materi, jumlah soal, jenjang kemampuan, indikator, dan nomor urut soal.

Salah satu unsur penting dalam komponen matriks adalah indikator. Indikator adalah rumusan pernyataan sebagai bentuk ukuran spesifik yang menunjukkan ketercapaian kompetensi dasar dengan menggunakan kata kerja operasional (KKO). Dalam praktiknya, penggunaan kata kerja operasional untuk setiap indikator harus disesuaikan dengan domain dan jenjang kemampuan yang diukur. Manfaat adanya indikator adalah :

1. Guru dapat memilih materi, metode, media, dan sumber belajar yang tepat, sesuai dengan kompetensi yang telah ditetapkan, dan
2. Sebagai pedoman dan pegangan bagi guru untuk menyusun soal atau instrument penilaian lain yang tepat, sesuai dengan standar kompetensi dan kompetensi dasar yang telah ditetapkan.

Indikator merupakan penanda pencapaian Kompetensi Dasar yang ditandai oleh perubahan perilaku yang dapat diukur yang mencakup sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Indikator dikembangkan sesuai dengan karakteristik peserta didik, mata pelajaran, satuan pendidikan, potensi daerah dan dirumuskan dalam kata kerja operasional yang terukur dan/atau dapat diobservasi.

Kisi-kisi soal berfungsi sebagai petunjuk teknis dalam penulisan butir soal dan perakitan soal. Dengan adanya petunjuk teknis ini, penyusun soal akan dapat menghasilkan butir-soal yang sesuai dengan tujuan penilaian dan perakitan soal dapat menyusun perangkat soal dengan mudah. Jika tersedia sebuah kisi-

kisi yang baik, maka pengembang soal yang berbedapun akan dapat menghasilkan perangkat soal yang relatif sama, baik dari tingkat kedalaman maupun cakupan materi yang diukur (ditanyakan). Kisi-kisi soal/tes prestasi belajar harus memenuhi beberapa persyaratan, yaitu :

1. mewakili isi kurikulum (KI/KD) yang akan diujikan;
2. komponen-komponennya rinci, jelas dan mudah dipahami;
3. butir-soal dapat dikembangkan sesuai dengan indikator dan bentuk soal yang ditetapkan pada kisi-kisi.

Komponen terdiri atas dua kelompok, yaitu: identitas dan matriks/format. Kelompok identitas dicantumkan di bagian atas matriks, sedangkan matriks/format dicantumkan dalam baris-kolom yang sesuai.

Kelompok identitas, antara lain :

- 1) Jenis /jenjang sekolah
- 2) Kompetensi Keahlian
- 3) Mata Pelajaran
- 4) Alokasi waktu
- 5) Jumlah soal
- 6) Bentuk soal

Kelompok matriks/format isi, antara lain:

- 1) Kompetensi Inti (KI)
- 2) Kompetensi Dasar (KD)
- 3) Indikator / Kinerja
- 4) Indikator Soal
- 5) Nomor urut soal

Komponen KD perlu dipilih mengacu hasil analisis dengan memperhatikan kriteria sebagai berikut :

1. Urgensitas, yaitu KD yang mutlak harus dikuasai oleh siswa/peserta didik,
2. Kontinuitas, merupakan KD lanjutan yang merupakan pendalaman dari satu atau lebih KD yang sudah dipelajari sebelumnya,
3. Relevansi, KD terpilih harus merupakan pokok (core) yang diperlukan untuk menguasai kompetensi keahlian,
4. Keterpakaian, KD memiliki nilai terapan tinggi dalam pekerjaan di dunia usaha/industri atau kehidupan sehari-hari.

Selain kriteria pemilihan di atas perlu pula diperhatikan bahwa penguasaan materi KD terpilih harus dapat diukur dengan menggunakan bentuk soal yang sudah ditetapkan.

➤ **Kaidah Penyusunan Kisi-kisi Soal Tes**

Kisi-kisi tes adalah format atau matrik yang memuat informasi tentang *spesifikasi* soal-soal yang akan dibuat. Dengan kisi-kisi ini akan dikembangkan soal-soal yang sesuai tujuan tes serta memudahkan bagi perakit tes dalam menyusun perangkat tes. Kisi-kisi dijadikan dasar bagi penulis soal, sehingga oleh siapapun soal tes ditulis, akan dihasilkan soal yang isi maupun tingkat kesulitannya relative sama.

Kisi-kisi tes biasanya berupa matriks yang berisi *spesifikasi* soal-soal yang akan dibuat. Kisi-kisi merupakan acuan penulis soal dalam menuliskan butir-butir soal sehingga dapat menghasilkan soal yang isi maupun tingkat kesulitannya sama. Kisi-kisi soal terdiri dari kolom-kolom dengan isi : kompetensi dasar, materi pembelajaran, indicator, bentuk soal dan nomor soal.

Terdapat tiga langkah dalam mengembangkan kisi-kisi tes dalam system penilaian berbasis kompetensi, yaitu :

- a. Membuat daftar kompetensi dasar yang akan diuji
- b. Menentukan indicator
- c. Menentukan jenis tagihan, bentuk dan jumlah butir soal

Paling sedikit memuat empat hal yang harus diperhatikan dalam memilih materi pembelajaran yang akan diujikan yaitu :

- a. Merupakan konsep dasar
- b. Merupakan materi kompetensi dasar berkelanjutan
- c. Memiliki nilai terapan
- d. Merupakan materi yang dibutuhkan untuk mempelajari bidang lain.

Sumber utama kompetensi dasar adalah silabus. Pemilihan materi kompetensi dasar yang akan diujikan pada tingkat kepentingan yaitu : konsep dasar, materi yang berkelanjutan, berkaitan dengan mata pelajaran yang lain, dan mengandung nilai aplikasi tinggi. Tujuan yang akan dicapai disertai informasi tentang materi kemudian diuraikan dalam bentuk indicator. Penentuan indicator-indikator mengacu pada kompetensi dasar dengan maksud agar tidak terjadi

penyimpangan-penyimpangan dalam memilih bahan yang akan diujikan. Jumlah butir soal tergantung pada waktu yang disediakan dalam menyelesaikan tes yang akan diujikan.

Dalam memilih materi perlu diperhatikan kesahihan isi, yaitu seberapa jauh materi yang akan diujikan sesuai dengan kompetensi dasar. Ada kompetensi dasar yang harus diukur melalui tugas rumah, ada yang melalui ulangan harian, ataupun melalui portofolio. Untuk ulangan akhir semester materi yang diujikan harus mencakup kompetensi dasar yang belum dianggap penting.

Kisi-kisi penilaian terdiri dari sejumlah kolom yang memuat kemampuan dasar, materi standar, pengalaman belajar, indikator, bentuk soal, dan jenis ujian. Berikut ini diberikan contoh form kisi-kisi penilaian .

Nama Sekolah :

Mata Pelajaran :

Kelas/Semester :

KD	Materi Pembelajaran	Pengalaman Belajar	Indikator	Penilaian		
				Jenis Tagihan	Bentuk Soal	Contoh Soal

Syarat kisi-kisi yang baik:

1. Mewakili isi kurikulum/kemampuan yang diuji
2. Komponen-komponen rinci, jelas, dan mudah dipahami
3. Soal-soalnya dapat dibuat berdasarkan indikator

Table *spesifikasi* atau kisi kisi soal merupakan table analisis yang didalamnya dimuat rincian materi tes dan tingkah laku beserta proporsi yang dikehendaki oleh tester, dimana pada tiap petak atau sel dari sel tersebut diisi dengan angka angka yang menunjukkan banyaknya butir soal yang akan dikeluarkan dalam tes hasil belajar secara obyektif.

Table *spesifikasi* atau kisi kisi itu memuat informasi informasi yang berhubungan dengan butir butir soal tes yang akan disusun. Dalam menyusun butir butir soal tes hasil belajar, petunjuk petunjuk berikut ini kiranya dapat dijadikan pegangan :

Pertama, sebelum sampai kepada butir butir soal yang akan diajukan dalam tes hasil belajar, pada bagian atas lembar soal sebaiknya dicantumkan petunjuk umum tentang pelaksanaan tes. Dalam petunjuk umum tersebut misalnya dimuat

keterangan mengenai sifat dan tes tersebut. Petunjuk tentang cara menjawab soal juga perlu diberikan. Demikian juga akan sangat baik apabila ada keterangan yang menyebutkan boleh atau tidaknya peserta didik meninggalkan ruangan tes setelah pekerjaan selesai.

Kedua, kecuali petunjuk umum, seyogyanya juga dilengkapi dengan petunjuk khusus. Petunjuk khusus ini juga memuat keterangan bagaimana cara memberikan jawaban pada soal untuk bentuk soal yang berbeda.

Berikut akan di contohkan bagaimana cara membuat table *spesifikasi* atau kisi kisi dalam rangka penyusunan soal - soal evaluasi hasil belajar pada teknik perminyakan.

Misalkan seorang guru akan melakukan evaluasi hasil belajar pada teknik perminyakan dengan ketentuan sebagai berikut :

- a. Alokasi waktu tes 90 menit.
- b. Materi tes diambil dari buku mulai bab 1 sampai bab 5 yang setelah dilakukan penelusuran ternyata memiliki perbandingan presentase sebagai berikut:
 - Bab 1 = 10 %
 - Bab 2 = 20 %
 - Bab 3 = 25 %
 - Bab 4 = 30 %
 - Bab 5 = 15 %
- c. Aspek yang ingin diungkap dalam tes dan perimbangan presentasenya sebagai berikut:
 - Aspek hafalan = 50 %
 - Aspek pemahaman = 30 %
 - Aspek aplikasi = 20 %
- d. Jenis tes obyektif
- e. Jumlah butir tes = 60 butir

Beritik tolak dari ketentuan diatas, maka dalam menyusun butir butir soal tes obyektif itu di tempuh dengan langkah langkah sebagai berikut:

Materi tes	Taraf kompetensi			Total
	Hafalan 50 %	Pemahaman 30 %	Aplikasi 20 %	

Bab 1 = 10 %	3	1,8 = 2	1,2 = 1	6
Bab 2 = 20 %	6	3,6 = 4	2,4 = 2	12
Bab 3 = 25 %	7,5 = 8	4,5 = 4	3	15
Bab 4 = 30 %	9	5,4 = 5	3,6 = 4	18
Bab 5 = 15 %	4,5 = 4	2,7 = 3	1,8 = 2	9
Total 100%	30	18	12	60

Setelah pembuatan table selesai, selanjutnya adalah menetapkan bentuk dan soal tes yang akan diterapkan dalam rangka evaluasi hasil belajar. Selanjutnya adalah menetapkan banyak butir soal yang akan diambilkan dari setiap bab, sehubungan dengan taraf kompetensi yang akan diungkap dan bentuk tes obyektif yang akan digunakan dalam tes. Dan langkah terakhir adalah menyusun atau membuat butir butir soal tes, sesuai dan jumlah yang telah dirancang dalam table *spesifikasi* atau kisi kisi.

Sebelum menyusun kisi-kisi dan butir soal perlu ditentukan jumlah soal setiap kompetensi dasar dan penyebaran soalnya. Setiap kompetensi dasar yang telah dijabarkan dalam indikator harus dianalisis terlebih dahulu, dan ditentukan aspek-aspek mana yang akan diukur. Masing-masing kompetensi dasar memiliki keluasan dan kedalaman materi yang spesifik. Oleh sebab itu para perancang soal hendaknya memikirkan pendistribusian soal yang merata untuk masing-masing kompetensi dasar.

Pertimbangan yang harus diperhatikan seorang guru dalam menentukan penyebaran soal ini adalah karakteristik dari standar kompetensi dan kompetensi dasar yang telah dituangkan dalam Standar Proses Pendidikan Nasional. Selanjutnya memikirkan jumlah soal yang akan di susun, setelah itu mendistribusikannya sesuai dengan karakteristik kompetensi dasar yang telah dituangkan dalam indikator-indikator. Indikator-indikator ini menjadi acuan dalam mengembangkan materi pembelajaran. Untuk lebih jelasnya, perhatikan contoh penilaian akhir semester berikut ini.

Contoh penyebaran butir soal untuk semester ganjil kelas X

NO	KOMPETENSI DASAR	MATERI	JUMLAH SOAL TES TULIS		JUMLAH SOAL PRAKTIK
			PG	URAIAN	
1	1.1 .....	.....	6	....	.....
2	1.2 .....	.....	3	1	.....
3	1.3 .....	.....	4	....	1
4	2.1 .....	.....	5	1	.....
5	2.2 .....	.....	8	1	.....
6	3.1 .....	.....	6	....	1
7	3.2 .....	.....	....	2	.....
JUMLAH SOAL			40	5	2

Kisi-kisi dapat berbentuk format atau matriks seperti contoh berikut ini.

1. Kisi- Kisi Soal Teori

Satuan Pendidikan :

Kompetensi Keahlian :

Alokasi Waktu :

Jumlah Soal :

No	Kompetensi Iti	Kompetensi Dasar (Kd)	Indikator	Indikator Soal	Bentuk Soal	Nomor Soal
1	2	3	4	5	6	7

Keterangan pengisian kolom/Format Kisi-Kisi

Kolom 1 : Di isi nomor urut

Kolom 2 : Di isi SK yang representatif (inti/aplikatif dan pengetahuan kejuruan) terhadap kompetensi keahlian.

Kolom 3 : Di isi KD dari SK yang ada di kolom dua.

Kolom 4 : di isi indikator dari KD di kolom 3

Kolom 5 : Di isi indikator soal dari indikator di kolom 4. Setiap indikator pengetahuan dapat di tuliskan lebih dari satu indikator soal .

Kolom 6 : Di isi bentuk soal/tes

Kolom 7 : Di isi nomor sebaran soal

2. Kisi – Kisi Soal Praktik

Kisi – kisi soal praktik disiapkan sebagai dasar untuk menetapkan indikator performansi dan menjadi acuan dalam merumuskan soal/penugasan dan petunjuk teknis penilaian unjuk kerja.

Satuan Pendidikan :

Kompetensi Keahlian :

Alokasi Waktu :

No	Sk/Kd	Indikator	Indikator Soal
1	2	3	4
1

Keterangan Pengisian Kolom :

Kolom 1 : Di isi nomor urut SK/KD

Kolom 2 : Di isi dengan SK/KD sesuai dengan silabus

Kolom 3 : Di isi dengan indikator dari KD yang ada di Kolom 2

Kolom 4 : Di isi dengan indikator soal yang akan dikembangkan.

Indikator soal dalam kisi-kisi merupakan pedoman dalam merumuskan soal yang dikehendaki. Kegiatan perumusan indikator soal merupakan bagian dari kegiatan penyusunan kisi-kisi. Untuk merumuskan indikator soal dengan tepat, guru harus memperhatikan materi yang akan diujikan, indikator pembelajaran, kompetensi dasar, dan standar kompetensi. Indikator soal yang baik dirumuskan secara singkat dan jelas. Syarat indikator soal yang baik : menggunakan kata kerja operasional (perilaku khusus) yang tepat, menggunakan satu kata kerja operasional untuk soal objektif, dan satu atau

lebih kata kerja operasional untuk soal uraian/tes perbuatan, dapat dibuatkan soal atau pengecohnya (untuk soal pilihan ganda).

Penulisan indikator soal yang lengkap mencakup A = *audience* (peserta didik) , B = *behaviour* (perilaku yang harus ditampilkan), C = *condition* (kondisi yang diberikan), dan D = *degree* (tingkatan yang diharapkan). Ada dua model penulisan indikator. Model pertama adalah menempatkan kondisinya di awal kalimat. Model pertama ini digunakan untuk soal yang disertai dengan dasar pernyataan (stimulus), misalnya berupa sebuah kalimat, paragraf, gambar, denah, grafik, kasus, atau lainnya, sedangkan model yang kedua adalah menempatkan peserta didik dan perilaku yang harus ditampilkan di awal kalimat. Model yang kedua ini digunakan untuk soal yang tidak disertai dengan dasar pertanyaan (stimulus).

2. Penyusunan Soal

Kegiatan penyusunan soal merupakan proses menterjemahkan kisi-kisi dalam bentuk operasional. Setiap butir tes akan menghasilkan informasi terhadap peserta didik selaku individu yang mengerjakan tes pada butir tertentu. Adapun keseluruhan butir tes yang terdiri atas sejumlah butir dalam suatu perangkat tes akan menghasilkan informasi hasil ujian. Untuk memperoleh hasil tes yang berkualitas diperlukan butir-butir yang baik dalam suatu perangkat tes sehingga dapat mengungkap kemampuan yang sebenarnya, bukan kemampuan yang semu dari peserta didik.

Penulisan butir soal merupakan penciptaan kreativitas yang menuntut kombinasi dari berbagai kemampuan yang dikembangkan melalui latihan, pengalaman, penguasaan bentuk tes, dan teknik penulisan bentuk tes. Bentuk tes yang digunakan dalam mengembangkan perangkat tes memiliki perbedaan atau ciri-ciri antara bentuk tes yang satu dengan yang lainnya.

Penyusunan soal sebagai perangkat tes untuk hasil belajar memiliki beberapa ketentuan sebagai berikut :

1. Perangkat tes hasil belajar harus dapat mengukur secara jelas hasil belajar berupa kompetensi yang telah ditetapkan sebelumnya dari kompetensi dasar.
2. Butir tes yang digunakan dalam perangkat tes merupakan sampel yang representative dari populasi bahan ajar yang diikuti peserta didik dalam suatu pelajaran.

3. Bentuk tes dalam perangkat tes di buat bervariasi sehingga betul-betul cocok untuk mengukur hasil belajar yang dikehendaki. Mengukur hasil belajar keterampilan tidak menggunakan bentuk tes uraian yang jawabannya hanya menguraikan dan tidak mempraktikkan. Mengukur kemampuan menganalisis prinsip tidak cocok digunakan butir tes bentuk objektif karena tes ini hanya mengungkap pemahaman dan daya ingatan.
4. Penyusunan tes hasil belajar harus sesuai dengan kegunaan masing-masing tes (*placement test, formative test, summative test, dan diagnostic test*).
5. Tes hasil belajar harus memiliki reliabilitas yang dapat diandalkan dan valid.
6. Tes hasil belajar harus dapat dijadikan alat pengukur keberhasilan belajar dan alat untuk mencari informasi dalam memperbaiki hasil belajar

➤ **Bentuk Soal Aspek Kognitif**

Ada beberapa bentuk tes hasil belajar yang dapat digunakan untuk mengukur kemampuan peserta didik dalam bidang kognitif setelah mengikuti proses pembelajaran di sekolah. Pembagian bentuk tes berdasarkan jawaban yang diberikan peserta didik pada butir tes menurut Brown (1971) dibagi menjadi empat bagian, yaitu :

1. Bentuk memilih alternatif jawaban
Bentuk ini meminta peserta didik memilih salah satu jawaban yang paling benar diantara beberapa pilihan jawaban yang disediakan dalam butir tes.
2. Bentuk jawaban singkat
Butir tes ini meminta peserta didik memberikan jawaban dalam bentuk kalimat pendek, contoh butir tes melengkapi.
3. Bentuk karangan
Butir tes berupa pertanyaan atau perintah yang menghendaki jawaban terurai dari peserta didik berdasarkan materi pelajaran dan dari berbagai sumber.
4. Bentuk problem
Bentuk ini menghendaki peserta didik merumuskan lebih dahulu suatu prosedur yang akan digunakan, kemudian menerapkannya untuk penyelesaian problem yang dihadapi.

Secara garis besar, tes hasil belajar dalam bidang kognitif bentuk tertulis terbagi menjadi dua, yaitu tes berbentuk objektif dan tes bentuk uraian. Pembagian ini dipandang dari segi prosedur penskoran butir pada tes hasil belajar.

➤ **Bentuk Soal aspek Psikomotorik**

Sebagaimana dijelaskan di atas, bahwa bentuk tes penilaian hasil belajar psikomotorik berbeda dengan kognitif. Ada beberapa ahli yang menjelaskan cara menilai hasil belajar psikomotor. Ryan (1980) menjelaskan bahwa hasil belajar keterampilan dapat diukur melalui (1) pengamatan langsung dan penilaian tingkah laku peserta didik selama proses pembelajaran praktik berlangsung, (2) sesudah mengikuti pembelajaran, yaitu dengan jalan memberikan tes kepada peserta didik untuk mengukur pengetahuan, keterampilan, dan sikap, (3) beberapa waktu sesudah pembelajaran selesai dan kelak dalam lingkungan kerjanya. Sementara itu Leighbody (1968) berpendapat bahwa penilaian hasil belajar psikomotor mencakup: (1) kemampuan menggunakan alat dan sikap kerja, (2) kemampuan menganalisis suatu pekerjaan dan menyusun urutan pengerjaan, (3) kecepatan mengerjakan tugas, (4) kemampuan membaca gambar dan atau simbol, (5) keserasian bentuk dengan yang diharapkan dan atau ukuran yang telah ditentukan. Dari penjelasan di atas dapat dirangkum bahwa dalam penilaian hasil belajar psikomotor atau keterampilan harus mencakup persiapan, proses, dan produk. Penilaian dapat dilakukan pada saat proses berlangsung yaitu pada waktu peserta didik melakukan praktik, atau sesudah proses berlangsung dengan cara mengetes peserta didik.

Untuk melakukan pengukuran hasil belajar ranah psikomotor, ada dua hal yang perlu dilakukan oleh pendidik, yaitu membuat soal dan membuat perangkat/ instrumen untuk mengamati unjuk kerja peserta didik. Soal untuk hasil belajar ranah psikomotor dapat berupa lembar kerja, lembar tugas, perintah kerja, dan lembar eksperimen. Instrumen untuk mengamati unjuk kerja peserta didik dapat berupa lembar observasi atau portofolio. Lembar observasi adalah lembar yang digunakan untuk mengobservasi keberadaan suatu benda atau kemunculan aspek-aspek keterampilan yang diamati. Lembar observasi dapat berbentuk daftar periksa/*check list* atau skala penilaian (*rating scale*). Daftar periksa berupa daftar pertanyaan atau pernyataan yang jawabannya tinggal memberi *check* (centang) pada jawaban yang sesuai dengan aspek yang diamati. Skala penilaian adalah lembar yang digunakan untuk menilai unjuk kerja peserta didik atau menilai kualitas pelaksanaan aspek-aspek keterampilan yang diamati dengan skala tertentu, misalnya skala 1 - 5. Portofolio adalah kumpulan pekerjaan peserta didik yang teratur dan berkesinambungan sehingga

peningkatan kemampuan peserta didik dapat diketahui untuk menuju satu kompetensi tertentu.

Sama halnya dengan soal ranah kognitif, soal untuk penilaian ranah psikomotor juga harus mengacu pada standar kompetensi yang sudah dijabarkan menjadi kompetensi dasar. Setiap butir standar kompetensi dijabarkan minimal menjadi 2 kompetensi dasar, setiap butir kompetensi dasar dapat dijabarkan menjadi 2 indikator atau lebih, dan setiap indikator harus dapat dibuat butir soalnya. Indikator untuk soal psikomotor dapat mencakup lebih dari satu kata kerja operasional.

Selanjutnya, untuk menilai hasil belajar peserta didik pada soal ranah psikomotor perlu disiapkan lembar daftar periksa observasi, skala penilaian, atau portofolio. Tidak ada perbedaan mendasar antara konstruksi daftar periksa observasi dengan skala penilaian. Penyusunan kedua instrumen itu harus mengacu pada soal atau lembar perintah/lembar kerja/lembar tugas yang diberikan kepada peserta didik.

Berdasarkan pada soal atau lembar perintah/lembar tugas dibuat daftar periksa observasi atau skala penilaian. Pada umumnya, baik daftar periksa observasi maupun skala penilaian terdiri atas tiga bagian, yaitu: (1) persiapan, (2) pelaksanaan, dan (3) hasil.

Sebaiknya guru merancang secara tertulis sistem penilaian yang akan dilakukan selama satu semester. Rancangan penilaian ini sifatnya terbuka, sehingga peserta didik, guru lain, dan kepala sekolah dapat melihatnya. Langkah-langkah penulisan rancangan penilaian adalah:

1. Mencermati silabus yang sudah ada.
2. Menyusun rancangan sistem penilaian berdasarkan silabus yang telah disusun.

Selanjutnya, rancangan penilaian ini diinformasikan kepada peserta didik pada awal semester. Dengan demikian sistem penilaian yang dilakukan guru semakin sempurna atau semakin memenuhi prinsip-prinsip penilaian.

Langkah pertama yang harus dilakukan oleh penulis soal ranah psikomotor adalah mencermati kisi-kisi instrumen yang telah dibuat. Soal harus dijabarkan dari indikator dengan memperhatikan materi pembelajaran. Selanjutnya menyusun pedoman penskoran.

Pedoman penskoran dapat berupa daftar periksa observasi atau skala penilaian yang harus mengacu pada soal. Soal/lembar tugas/perintah kerja ini selanjutnya dijabarkan menjadi aspek-aspek keterampilan yang diamati. Berikut ini adalah langkah-langkahnya :

- a. Mencermati soal
- b. Mengidentifikasi aspek-aspek keterampilan kunci yang di harus diperlihatkan
- c. Mengidentifikasi aspek-aspek keterampilan dari setiap aspek keterampilan
- d. Menentukan jenis instrumen untuk mengamati kemampuan peserta didik, apakah daftar periksa observasi atau skala penilaian.
- e. Menuliskan aspek-aspek keterampilan dalam bentuk pertanyaan/ pernyataan ke dalam tabel
- f. Membaca kembali skala penilaian atau daftar periksa observasi untuk meyakinkan bahwa instrumen yang ditulisnya sudah tepat
- g. Meminta orang lain untuk membaca atau menelaah instrumen yang telah ditulis untuk meyakinkan bahwa instrumen itu mudah dipahami oleh orang lain.
- h. upaya penulis agar instrumen memiliki validitas isi tinggi,
- i. upaya penulis agar instrumen memiliki reliabilitas tinggi.

Tidak jauh berbeda dengan penilaian ranah kognitif, penilaian ranah psikomotor juga dimulai dengan pengukuran hasil belajar peserta didik. Perbedaan di antara keduanya adalah pengukuran hasil belajar ranah kognitif umumnya dilakukan dengan tes tertulis, sedangkan pengukuran hasil belajar ranah psikomotor menggunakan tes unjuk kerja atau tes perbuatan, yang disertai dengan rubric atau pedoman penskoran.

Kriteria atau rubrik adalah pedoman penilaian kinerja atau hasil kerja peserta didik. Dengan adanya kriteria, penilaian yang subjektif atau tidak adil dapat dihindari atau paling tidak dikurangi, guru menjadi lebih mudah menilai prestasi yang dapat dicapai peserta didik, dan peserta didik pun akan terdorong untuk mencapai prestasi sebaik-baiknya karena kriteria penilaiannya jelas. Rubrik terdiri atas dua hal yang saling berhubungan. Hal pertama adalah skor dan hal lainnya adalah kriteria yang harus dipenuhi untuk mencapai skor itu. Banyak sedikitnya gradasi skor (misal 5, 4, 3, 2, 1) tergantung pada jenis skala penilaian yang digunakan dan hakikat kinerja yang akan dinilai. Contoh rubrik dan penggunaannya pada lembar skala penilaian sebagai berikut. : Berilah centang (✓) di bawah skor 5 bila Anda anggap cara melakukan aspek keterampilan san-

gat tepat, skor 4 bila tepat, 3 bila agak tepat, 2 bila tidak tepat, dan skor 1 bila sangat tidak tepat untuk setiap aspek keterampilan di bawah ini!

Tampak dalam skala penilaian di atas bahwa penilai harus bekerja keras untuk menilai apakah aspek keterampilan yang muncul itu sangat tepat sehingga harus diberi skor 5, atau agak tepat sehingga skornya 3. Oleh karena itu, dalam menggunakan skala penilaian ini harus dilakukan secermat mungkin agar skor yang didapat menunjukkan kemampuan peserta didik yang sebenarnya. Sedikit berbeda dengan skala penilaian, skor yang ada di lembar daftar periksa observasi tidak banyak bervariasi, biasanya hanya dua pilihan, yaitu: ada atau “ya” dengan skor 1 dan “tidak” dengan skor 0. Kriteria (rubrik) dan penggunaannya pada daftar periksa observasi dapat dilihat pada contoh berikut : Berilah centang (✓) di bawah kata “ya” bila aspek keterampilan yang dinyatakan itu muncul dan benar, dan berilah centang di bawah kata “tidak” bila aspek keterampilan itu muncul tetapi tidak benar atau aspek itu tidak muncul sama sekali. Kata “ya” diberi skor 1, dan kata “tidak” diberi skor 0.

Hal pertama yang harus diperhatikan dalam melakukan penskoran adalah ada atau tidak adanya perbedaan bobot tiap-tiap aspek keterampilan yang ada dalam skala penilaian atau daftar periksa observasi. Apabila tidak ada perbedaan bobot maka penskorannya lebih mudah. Skor akhir sama dengan jumlah skor tiap-tiap butir penilaian. Selanjutnya untuk menginterpretasikan, hasil yang dicapai dibandingkan dengan acuan atau kriteria. Oleh karena pembelajaran ini menggunakan pendekatan belajar tuntas dan berbasis kompetensi maka acuan yang digunakan untuk menginterpretasikan hasil penilaian kinerja dan hasil kerja peserta didik adalah acuan kriteria.

➤ **Bentuk Soal Aspek Afektif**

Menurut Popham (1995), ranah afektif menentukan keberhasilan belajar seseorang”. Jika seseorang tidak memiliki minat pada pelajaran tertentu, maka orang tersebut akan sulit untuk mencapai keberhasilan belajar secara optimal. Seseorang yang berminat dalam suatu mata pelajaran diharapkan akan mencapai hasil pembelajaran yang optimal. Oleh karena itu semua pendidik harus mampu membangkitkan minat semua peserta didik untuk mencapai kompetensi yang telah ditentukan. Selain itu ikatan emosional sering diperlukan untuk membangun semangat kebersamaan, semangat persatuan, semangat nasionalisme,

rasa sosial, dan sebagainya. Untuk itu semua dalam merancang program pembelajaran, satuan pendidikan harus memperhatikan ranah afektif.

Berbeda dengan instrumen evaluasi domain kognitif dan psikomotor, instrumen evaluasi domain afektif perlu dirancang sedemikian rupa sehingga dapat mengukur kemampuan yang berkenaan dengan perasaan, emosi, sikap/derajat penerimaan atau penolakan suatu objek. Menurut Krathwol, domain afektif meliputi lima tingkatan kawasan afektif yaitu kawasan yang berkaitan aspek-aspek emosional, seperti perasaan, minat, sikap, kepatuhan terhadap moral dan sebagainya, di dalamnya mencakup: penerimaan (*receiving/attending*), sambutan (*responding*), penilaian (*valuing*), pengorganisasian (*organization*), dan karakterisasi (*characterization*). Anderson (dalam Robert K. Gable), menyebutkan aspek-aspek afektif meliputi *attitude/sikap, self concept/self esteem, interest, value/beliefs as to what should be desired*. Tujuan dilaksanakannya evaluasi hasil belajar afektif adalah untuk mengetahui capaian hasil belajar dalam hal penguasaan domain afektif dari kompetensi yang diharapkan dikuasai oleh setiap peserta didik setelah kegiatan pembelajaran berlangsung. Bahkan menurut Pop-ham (1995), bahwa “ranah afektif menentukan keberhasilan belajar seseorang. Orang yang tidak memiliki minat pada matapelajaran tertentu sulit untuk mencapai keberhasilan belajar secara optimal”.

Adapun teknik pengukuran dan evaluasi belajar domain afektif lebih tepat dengan menggunakan teknik non testing. Teknik non testing adalah teknik evaluasi yang menggunakan instrumen bukan tes sebagai alat ukurnya. Yang termasuk teknik ini adalah observasi/pengamatan yang dapat berbentuk rating scale, anecdotal record atau rekaman, interview, questionnaire, dan inventori. Menurut Andersen (1980), ada dua metode yang dapat digunakan untuk mengukur ranah afektif, yaitu metode observasi dan metode laporan diri.

Penggunaan metode observasi berdasarkan pada asumsi bahwa karakteristik afektif dapat dilihat dari perilaku atau perbuatan yang ditampilkan dan/atau reaksi psikologi. Menurut Andersen (1981:4) bahwa pemikiran atau perilaku harus memiliki dua kriteria untuk diklasifikasikan sebagai ranah afektif. Pertama, perilaku melibatkan perasaan dan emosi seseorang. Kedua, perilaku harus tipikal perilaku seseorang. Kriteria lain yang termasuk ranah afektif adalah intensitas, arah, dan target. Intensitas menyatakan derajat atau kekuatan dari

perasaan. Beberapa perasaan lebih kuat dari yang lain, misalnya cinta lebih kuat dari senang atau suka. Sebagian orang kemungkinan memiliki perasaan yang lebih kuat dibanding yang lain. Arah perasaan berkaitan dengan orientasi positif atau negatif dari perasaan yang menunjukkan apakah perasaan itu baik atau buruk.

Penilaian domain afektif biasanya menggunakan skala penilaian. Skala penilaian adalah skala penilaian untuk mengukur penampilan atau perilaku orang lain oleh seseorang melalui pernyataan perilaku individu pada suatu kategori yang bermakna nilai. Kategori diberi bila rentangan, biasanya mulai dari yang tertinggi sampai terendah. Rentangan tersebut dapat berupa huruf, angka, kategori, misalnya tinggi, sedang, baik, kurang dan sebagainya.

Instrumen yang dapat digunakan untuk mengukur domain afektif, diantaranya dengan menggunakan skala sikap, observasi, angket, wawancara dan lain-lain. Dalam penelitian ini instrumen yang dikembangkan adalah skala sikap. Skala sikap biasanya digunakan untuk mengukur sikap seseorang terhadap objek tertentu. Hasilnya berupa kategori sikap, yakni mendukung (positif), menolak (negatif) dan netral. Skala sikap terdiri dari beberapa jenis, yaitu skala Likert, Skala Guttman, Skala Thurstone, Skala Semantik Differensial, Rating Scale, observasi.

Secara teknis penilaian ranah afektif dilakukan melalui dua hal yaitu :

- a. laporan diri oleh siswa yang biasanya dilakukan dengan pengisian angket anonym.
- b. pengamatan sistematis oleh guru terhadap afektif siswa dan perlu lembar pengamatan.

Hal ini sesuai dengan apa yang disampaikan Anderson (1980), ada dua metode yang dapat digunakan untuk mengukur ranah afektif yaitu metode observasi dan metode laporan diri. Penggunaan metode observasi didasarkan pada asumsi bahwa karakteristik afektif dapat dilihat dari perilaku atau perbuatan yang ditampilkan dan/atau reaksi psikologis seseorang. Metode laporan diri berasumsi bahwa yang mengetahui keadaan seseorang adalah dirinya sendiri. Namun, metode ini menuntut kejujuran dalam mengungkapkan karakteristik afektif diri sendiri.

Proses pengembangan penilaian aspek afektif adalah sebagai berikut :

1. Membuat kisi-kisi instrumen
2. Menulis instrumen
3. Menentukan skala pengukuran
4. Menentukan pedoman penskoran
5. Menelaah (validitas isi) instrumen
6. Melakukan ujicoba
7. Memperbaiki instrumen
8. Melaksanakan pengukuran
9. Menafsirkan hasil pengukuran.

Kemampuan yang diukur adalah :

1. Menerima (memperhatikan), meliputi kepekaan terhadap kondisi, gejala, kesadaran, kerelaan, mengarahkan perhatian
2. Merespon, meliputi merespon secara diam-diam, bersedia merespon, merasa puas dalam merespon, mematuhi peraturan.
3. Menghargai, meliputi menerima suatu nilai, mengutamakan suatu nilai, komitmen terhadap nilai
4. Mengorganisasi, meliputi mengkonseptualisasikan nilai, memahami hubungan abstrak, mengorganisasi system suatu nilai.

Karakteristik suatu nilai, meliputi falsafah hidup dan system nilai yang dianutnya. Contohnya mengamati tingkah laku siswa selama mengikuti proses belajar mengajar berlangsung.

Contoh pengukuran minat terhadap pelajaran dengan skala Thurstone

NO	Pernyataan	7	6	5	4	3	2	1
1	Saya senang belajar teknik perminyakan							
2	Pelajaran teknik perminyakan bermanfaat							
3	Saya berusaha hadir dalam proses pembelajaran							
4	Saya berusaha memiliki buku teknik perminyakan							
5	Pelajaran teknik perminyakan membosankan							

Contoh pengukuran sikap dengan menggunakan skala likert :

NO	Pernyataan	SS	S	N	TS	STS
1	Saya senang belajar teknik perminyakan					
2	Pelajaran teknik perminyakan bermanfaat					
3	Saya berusaha hadir dalam proses pembelajaran					
4	Saya berusaha memiliki buku teknik perminyakan					
5	Pelajaran teknik perminyakan membosankan					

➤ **Validitas dan reliabilitas Butir Soal**

Validitas berasal dari kata *validity* yang mempunyai arti sejauh mana ketepatan dan kecermatan suatu alat ukur dalam melakukan fungsi ukurnya (Azwar 1986). Suatu skala atau instrumen pengukur dapat dikatakan mempunyai validitas yang tinggi apabila instrumen tersebut menjalankan fungsi ukurnya, atau memberikan hasil ukur yang sesuai dengan maksud dilakukannya pengukuran tersebut. Sedangkan tes yang memiliki validitas rendah akan menghasilkan data yang tidak relevan dengan tujuan pengukuran.

Validitas tes biasa juga disebut sebagai kesahihan suatu tes adalah mengacu pada kemampuan suatu tes untuk mengukur karakteristik atau dimensi yang dimaksudkan untuk diukur. Sedangkan reliabilitas atau biasa juga disebut sebagai kehandalan suatu tes mengacu pada derajat suatu tes yang mampu mengukur berbagai atribut secara konsisten (Brennan, 2006). Konstruksi tes yang baik harus memenuhi kedua syarat tersebut, sehingga tes itu mampu memberikan gambaran yang sebenarnya terhadap kondisi *testee* (siswa) yang diuji.

Sifat valid diperlihatkan oleh tingginya validitas hasil ukur suatu tes. Suatu alat ukur yang tidak valid akan memberikan informasi yang keliru mengenai keadaan subjek atau individu yang dikenai tes itu. Apabila informasi yang keliru

itu dengan sadar atau tidak dengan sadar digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam pengambilan suatu keputusan, maka keputusan itu tentu bukan merupakan suatu keputusan yang tepat.

Pengertian validitas juga sangat erat berkaitan dengan tujuan pengukuran. Oleh karena itu, tidak ada validitas yang berlaku umum untuk semua tujuan pengukuran. Suatu alat ukur biasanya hanya merupakan ukuran yang valid untuk satu tujuan yang spesifik. Dengan demikian, anggapan valid seperti dinyatakan dalam "alat ukur ini valid" adalah kurang lengkap. Pernyataan valid tersebut harus diikuti oleh keterangan yang menunjuk kepada tujuan (yaitu valid untuk mengukur apa), serta valid bagi kelompok subjek yang mana? Istilah validitas ternyata memiliki keragaman kategori. Ebel (dalam Nazir 1988) membagi validitas menjadi *concurrent validity*, *construct validity*, *face validity*, *factorial validity*, *empirical validity*, *intrinsic validity*, *predictive validity*, *content validity*, dan *curricular validity*.

- ♣ *Concurrent Validity* adalah validitas yang berkenaan dengan hubungan antara skor dengan kinerja.
- ♣ *Construct Validity* adalah validitas yang berkenaan dengan kualitas aspek psikologis apa yang diukur oleh suatu pengukuran serta terdapat evaluasi bahwa suatu konstruk tertentu dapat dapat menyebabkan kinerja yang baik dalam pengukuran.
- ♣ *Face Validity* adalah validitas yang berhubungan apa yang nampak dalam mengukur sesuatu dan bukan terhadap apa yang seharusnya hendak diukur.
- ♣ *Factorial Validity* dari sebuah alat ukur adalah korelasi antara alat ukur dengan faktor-faktor yang yang bersamaan dalam suatu kelompok atau ukuran-ukuran perilaku lainnya, dimana validitas ini diperoleh dengan menggunakan teknik analisis faktor.
- ♣ *Empirical Validity* adalah validitas yang berkenaan dengan hubungan antara skor dengan suatu kriteria. Kriteria tersebut adalah ukuran yang bebas dan langsung dengan apa yang ingin diramalkan oleh pengukuran.
- ♣ *Intrinsic Validity* adalah validitas yang berkenaan dengan penggunaan teknik uji coba untuk memperoleh bukti kuantitatif dan objektif untuk mendukung bahwa suatu alat ukur benar-benar mengukur apa yang seharusnya diukur.

- ♣ *Predictive Validity* adalah validitas yang berkenaan dengan hubungan antara skor suatu alat ukur dengan kinerja seseorang di masa mendatang.
- ♣ *Content Validity* adalah validitas yang berkenaan dengan baik buruknya sampling dari suatu populasi.
- ♣ *Curricular Validity* adalah validitas yang ditentukan dengan cara menilik isi dari pengukuran dan menilai seberapa jauh pengukuran tersebut merupakan alat ukur yang benar-benar mengukur aspek-aspek sesuai dengan tujuan instruksional.

Sementara itu, Kerlinger (1990) membagi validitas menjadi tiga yaitu *content validity* (validitas isi), *construct validity* (validitas konstruk), dan *criterion-related validity* (validitas berdasar kriteria). Semua jenis kesahihan harus diperhatikan untuk semua jenis tes, hanya penekanan yang berbeda. Tes psikologi menekankan pada konstruksi tes, tes pencapaian belajar menekankan pada kesahihan isi, sedangkan tes seleksi menekankan pada kesahihan kriteria, terutama pada kesahihan prediktif.

Pada pembahasan ini, akan dititik beratkan pada validitas isi, karena akan berbicara tentang tes hasil belajar. Validitas isi merupakan validitas yang diperhitungkan melalui pengujian terhadap isi alat ukur dengan analisis rasional. Pertanyaan yang dicari jawabannya dalam validasi ini adalah "sejauhmana item-item dalam suatu alat ukur mencakup keseluruhan kawasan isi objek yang hendak diukur oleh alat ukur yang bersangkutan?" atau berhubungan dengan representasi dari keseluruhan kawasan. Pengertian "mencakup keseluruhan kawasan isi" tidak saja menunjukkan bahwa alat ukur tersebut harus komprehensif isinya akan tetapi harus pula memuat hanya isi yang relevan dan tidak keluar dari batasan tujuan ukur.

Walaupun isi atau kandungannya komprehensif tetapi bila suatu alat ukur mengikutsertakan pula item-item yang tidak relevan dan berkaitan dengan hal-hal di luar tujuan ukurnya, maka validitas alat ukur tersebut tidak dapat dikatakan memenuhi ciri validitas yang sesungguhnya.

Apakah validitas isi sebagaimana dimaksudkan itu telah dicapai oleh alat ukur, sebanyak tergantung pada penilaian subjektif individu. Dikarenakan estimasi validitas ini tidak melibatkan komputasi statistik, melainkan hanya dengan analisis rasional maka tidak diharapkan bahwa setiap orang akan

sependapat dan sepaham dengan sejauhmana validitas isi suatu alat ukur telah tercapai.

Selanjutnya, validitas isi ini terbagi lagi menjadi dua tipe, yaitu *face validity* (validitas muka) dan *logical validity* (validitas logis). *Face Validity* (Validitas Muka). Validitas muka adalah tipe validitas yang paling rendah signifikasinya karena hanya didasarkan pada penilaian selintas mengenai isi alat ukur. Apabila isi alat ukur telah tampak sesuai dengan apa yang ingin diukur maka dapat dikatakan validitas muka telah terpenuhi.

Dengan alasan kepraktisan, banyak alat ukur yang pemakaiannya terbatas hanya mengandalkan validitas muka. Alat ukur atau instrumen psikologi pada umumnya tidak dapat menggantungkan kualitasnya hanya pada validitas muka. Pada alat ukur psikologis yang fungsi pengukurannya memiliki sifat menentukan, seperti alat ukur untuk seleksi karyawan atau alat ukur pengungkap kepribadian (asesmen), dituntut untuk dapat membuktikan validitasnya yang kuat.

Logical Validity (Validitas Logis). Validitas logis disebut juga sebagai validitas sampling (*sampling validity*). Validitas tipe ini menunjuk pada sejauhmana isi alat ukur merupakan representasi dari aspek yang hendak diukur. Untuk memperoleh validitas logis yang tinggi suatu alat ukur harus dirancang sedemikian rupa sehingga benar-benar berisi hanya item yang relevan dan perlu menjadi bagian alat ukur secara keseluruhan. Suatu objek ukur yang hendak diungkap oleh alat ukur hendaknya harus dibatasi lebih dahulu kawasan perilakunya secara seksama dan konkrit. Batasan perilaku yang kurang jelas akan menyebabkan terikatnya item-item yang tidak relevan dan tertinggalnya bagian penting dari objek ukur yang seharusnya masuk sebagai bagian dari alat ukur yang bersangkutan. Validitas logis memang sangat penting peranannya dalam penyusunan tes prestasi dan penyusunan skala, yaitu dengan memanfaatkan *blue-print* atau tabel spesifikasi.

Bila skor pada tes diberi lambang x dan skor pada kriterianya mempunyai lambang y maka koefisien antara tes dan kriteria itu adalah r_{xy} inilah yang digunakan untuk menyatakan tinggi-rendahnya validitas suatu alat ukur.

Pengukuran validitas sebenarnya dilakukan untuk mengetahui seberapa besar (dalam arti kuantitatif) suatu aspek psikologis terdapat dalam diri

seseorang, yang dinyatakan oleh skor pada instrumen pengukur yang bersangkutan.

Koefisien validitas pun hanya punya makna apabila apalagi mempunyai harga yang positif. Walaupun semakin tinggi mendekati angka 1 berarti suatu tes semakin valid hasil ukurnya, namun dalam kenyataannya suatu koefisien validitas tidak akan pernah mencapai angka maksimal atau mendekati angka 1. Bahkan suatu koefisien validitas yang tinggi adalah lebih sulit untuk dicapai daripada koefisien reliabilitas. Tidak semua pendekatan dan estimasi terhadap validitas tes akan menghasilkan suatu koefisien. Koefisien validitas diperoleh hanya dari komputasi statistika secara empiris antara skor tes dengan skor kriteria yang besarnya disimbolkan oleh r_{xy} tersebut. Pada pendekatan-pendekatan tertentu tidak dihasilkan suatu koefisien akan tetapi diperoleh indikasi validitas yang lain.

Menurut Suryabrata (2000), bahwa untuk mengetahui validitas isi dari sebuah instrumen dapat digunakan validasi dari pendapat ahli (*profesional judgment*). Koefisien validasi isi dapat dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif oleh beberapa orang pakar (Gregory, 2000 dalam Koyan, 2002). Untuk menentukan koefisien validitas isi, hasil penilaian dari kedua pakar dimasukkan ke dalam tabulasi silang 2 X 2 yang terdiri dari kolom A, B, C, dan D. Kolom A adalah sel yang menunjukkan ketidaksetujuan kedua penilai. Kolom B dan C adalah sel yang menunjukkan perbedaan pandangan antara penilai pertama dan kedua (penilai pertama setuju penilai kedua tidak setuju, atau sebaliknya). Kolom D adalah sel yang menunjukkan persetujuan antara kedua penilai. Validitas isi adalah banyaknya butir soal pada kolom D dibagi dengan banyaknya butir soal kolom A + B + C + D.

Setelah butir soal divalidasi oleh dua penilai, selanjutnya dianalisis dengan menggunakan perhitungan menurut Gregory seperti pada tabel berikut.

Tabel Matrik Uji Gregory

Judges	Penilaian Judges	Judges I	
		Kurang Relevan	Sangat Relevan
Judges II	Kurang Relevan	A (- -)	B (+ -)
	Sangat Relevan	C (- +)	D (+ +)

Dari tabel di atas dapat dicari validitas konten (*Content Validity*) dengan menggunakan rumus Gregory :

$$VC = D/A+B+C+D$$

Keterangan : VC = Validitas Konten

D = Kedua Judges setuju

A. = Kedua Judges tidak setuju

B. = Judges I setuju, Judges II tidak setuju

C. = Judges I tidak setuju, Judges II setuju

Kriteria Validitas Konten :

a. 0,80 - 1,00 = Sangat tinggi

b. 0,60 - 0,79 = Tinggi

c. 0,40 - 0,59 = Sedang

d. 0,20 - 0,39 = Rendah

e. 0,00 - 0,19 = Sangat rendah

Sebagai dasar penilaian terhadap isi sebuah tes, maka berikut diuraikan kaidah penulisan soal.

Aspek Materi

1. Soal harus sesuai dengan Indikator.
2. Pengecoh berfungsi.
3. Setiap soal harus mempunyai satu jawaban yang benar atau yang paling benar.

Aspek Konstruksi

1. Pokok soal harus dirumuskan secara jelas dan tegas.
2. Rumusan pokok soal dan pilihan jawaban harus merupakan pernyataan yang diperlukan saja.
3. Pokok soal jangan memberi petunjuk ke arah jawaban benar.
4. Pokok soal jangan mengandung pernyataan negatif ganda.
5. Pilihan jawaban harus homogen dan logis ditinjau dari segi materi.
6. Panjang rumusan pilihan jawaban harus relatif sama.
7. Pilihan jawaban jangan mengandung pernyataan, "Semua pilihan jawaban di atas salah".
8. Pilihan jawaban yang berbentuk angka atau waktu harus disusun berdasarkan urutan besar kecilnya nilai angka tersebut, atau kronologis waktunya.
9. Gambar, grafik, tabel, diagram, dan sejenisnya yang terdapat pada soal harus jelas dan berfungsi.

10. Butir soal jangan bergantung pada jawaban soal sebelumnya. Keterangan pada soal sebelumnya

Aspek Bahasa

1. Setiap soal harus menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia.
2. Menggunakan bahasa yang komunikatif, sehingga mudah dimengerti.
3. Jangan menggunakan bahasa yang berlaku setempat.
4. Pilihan jawaban jangan mengulang kata atau frase yang bukan merupakan satu kesatuan pengertian.

Dalam hal pengukuran ilmu sosial, validitas yang ideal tidaklah mudah untuk dapat dicapai. Pengukuran aspek-aspek psikologis dan sosial mengandung lebih banyak sumber kesalahan (*error*) daripada pengukuran aspek fisik. Kita tidak pernah dapat yakin bahwa validitas instrinsik telah terpenuhi dikarenakan kita tidak dapat membuktikannya secara empiris dengan langsung.

Pengertian validitas alat ukur tidaklah berlaku umum untuk semua tujuan ukur. Suatu alat ukur menghasilkan ukuran yang valid hanya bagi satu tujuan ukur tertentu saja. Tidak ada alat ukur yang dapat menghasilkan ukuran yang valid bagi berbagai tujuan ukur. Oleh karena itu, pernyataan seperti "alat ukur ini valid" belumlah lengkap apabila tidak diikuti oleh keterangan yang menunjukkan kepada tujuannya, yaitu valid untuk apa dan valid bagi siapa. Itulah yang ditekankan oleh Cronbach (dalam Azwar 1986) bahwa dalam proses validasi sebenarnya kita tidak bertujuan untuk melakukan validasi alat ukur akan tetapi melakukan validasi terhadap interpretasi data yang diperoleh oleh prosedur tertentu.

Dengan demikian, walaupun kita terbiasa melekatkan predikat valid bagi suatu alat ukur akan tetapi hendaklah selalu kita pahami bahwa sebenarnya validitas menyangkut masalah hasil ukur bukan masalah alat ukurnya sendiri. Sebutan validitas alat ukur hendaklah diartikan sebagai validitas hasil pengukuran yang diperoleh oleh alat ukur tersebut.

Atas alasan tersebut di atas, maka uji validitas perlu dilakukan dengan uji coba langsung kepada testee. Setelah uji empirik dilakukan, maka hasilnya dilakukan analisis butir meliputi uji validitas.

Validitas butir dicari dengan mengkorelasikan skor butir dengan skor total. Rumus yang digunakan adalah korelasi produk moment dengan rumus :

$$r_{iy} = \frac{n (\sum X_i Y) - (\sum X_i) (\sum Y)}{\sqrt{(n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2) (n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

Keterangan :

X = Skor butir

Y = Skor total

n = banyaknya responden (Arikunto, 2001)

Kriteria yang digunakan adalah dengan membandingkan harga r_{xy} dengan harga tabel kritik r *product moment*, dengan ketentuan r_{xy} dikatakan valid apabila $r_{xy} > r_{tabel}$ pada $ts = 0,05$. Namun dalam analisi menggunakan program microsoft excel telah tersedia fungsi korelasi. Sehingga dalam uji ini digunakan rumus korelasi pada program microsoft excel.

Reliabilitas

Suatu alat ukur dikatakan reliabel jika alat ukur tersebut menunjukkan sejauh mana hasil pengukuran dengan alat tersebut dapat dipercaya. Hal ini ditunjukkan oleh taraf keajegan (konsistensi) skor yang diperoleh oleh para subjek yang diukur dengan alat yang sama, atau diukur dengan alat yang setara pada kondisi yang berbeda. Dalam artinya yang paling luas, reliabilitas alat ukur menunjuk kepada sejauh mana perbedaan-perbedaan skor perolehan itu mencerminkan perbedaan-perbedaan atribut yang sebenarnya.

Reliabilitas alat ukur yang juga menunjukkan derajat kekeliruan pengukuran tak dapat ditentukan dengan pasti, melainkan hanya dapat diestimasi. Ada tiga pendekatan dalam mengestimasi reliabilitas alat ukur itu, yaitu:

1. Pendekatan tes ulang / *Test-Retest Method*: Suatu perangkat tes diberikan kepada sekelompok subjek 2x, dengan selang waktu tertentu, misalkan 2 minggu. Reliabilitas tes dicari dengan menghitung korelasi antara skor pada testing 1 dan skor pada testing 2. Pendekatan ini secara teori baik, namun didalam praktek mengandung kelemahan, yaitu bahwa kondisi subjek pada testing 2 tidak lagi sama dengan kondisi subjek pada testing 1, karena

terjadinya proses belajar, pengalaman, perubahan motivasi, dll. Oleh karena itu pendekatan ini sudah sangat jarang dipakai. Pendekatan ini sangat sesuai kalau yang dijadikan objek pengukuran adalah ketrampilan, terutama ketrampilan fisik.

2. Pendekatan dengan tes paralel / *Parallel Form Method*: Dua perangkat tes yang paralel, misalnya perangkat A dan B diberikan kepada sekelompok subjek. Reliabilitas tes dicari dengan menghitung korelasi antara skor pada perangkat A dan skor pada perangkat B. Keterbatasan utama pendekatan ini terletak pada sulitnya menyusun 2 perangkat tes yang paralel. Pendekatan ini pun sudah jarang digunakan.
3. Pendekatan pengukuran satu kali / *Single Trial Method*: Seperangkat tes diberikan kepada sekelompok subjek satu kali, lalu dengan cara tertentu dihitung estimasi reliabilitas tes tersebut. Pendekatan pengukuran satu kali ini menghasilkan informasi mengenai keajegan (konsistensi) internal alat ukur. Pendekatan pengukuran satu kali ini dapat menghindarkan diri dari kesulitan yang timbul dari pendekatan dengan pengukuran ulang maupun pendekatan tes paralel, oleh karena itu pendekatan ini banyak digunakan. Yang menggunakan pendekatan pengukuran satu kali:
 - a. Spearman-Brown: Jumlah butir dibelah menjadi 2 dan dicari nilai r_{xx} -nya. Jumlah butir dapat dibelah kiri dan kanan, angka ganjil dan genap maupun dengan cara random / acak. Bila nilai r_{xx} -nya > 0.8 maka dianggap reliabel.
 - b. Rulon: Menghitung dengan melihat selisih belahan satu dengan belahan yang lain, bukan dilihat dari belahannya. Bila nilai r_{xx} -nya > 0.8 maka dianggap reliabel.
 - c. Alpha Cronbach: Alpha membagi jumlah butir dengan berapapun asal sama rata, tidak seperti Spearman-Brown dan Rulon yang tidak dapat membagi dua angka ganjil menjadi sama rata seperti misalnya angka 15, Alpha bisa membagi menjadi: 5, 5 dan 5. Bila nilai Alpha-nya > 0.8 maka dianggap reliabel.
 - d. Anava Hoyt: Membagi jumlah butir sebesar jumlah butirnya, jadi dapat dibagi berapapun, tidak seperti Alpha yang tidak dapat membagi jumlah butir yang nilainya imajiner, misalnya 19. Tapi Alpha akhirnya mengeluarkan rumus baru yang dapat membagi jumlah butir sebesar jumlah butirnya

juga. Dan Anava Hoyt dan Alpha yang paling banyak digunakan dalam perhitungan reliabilitas sampai saat ini. Bila nilai rtt-nya > 0.8 maka dianggap reliabel.

- e. KR20: Kuder Richardson mengeluarkan rumus perbaikan tetapi KR20 juga jarang dipakai karena KR20 hanya dapat digunakan pada data dikotomi (pilihan ya dan tidak / 0 dan 1) tidak seperti diatas, yang bisa menghitung data dikotomi dan kontinu. Bila nilai KR20-nya > 0.8 maka dianggap reliabel.

Tapi ada pendapat lain yang mengatakan bahwa suatu alat tes bukan dilihat dari rtt-nya tapi dilihat dari seberapa besar penyimpangan dari alat ukur tersebut (*Standart Error Measurement / SEM / SE*). Semakin kecil nilai penyimpangannya maka alat ukur tersebut semakin baik.

Dengan adanya kemajuan teknologi dan adanya program-program komputer yang menangani tentang statistik, kita tidak perlu lagi menghitung secara manual, kita bisa menggunakan program SPSS atau menggunakan program SPS.

Reliabilitas menyangkut derajat konsistensi atau kesepakatan antara dua perangkat skor yang diturunkan secara independen sehingga dapat diungkap dengan istilah koefisien korelasi. Dalam uji empiric ini digunakan koefisien alfa hasil penurunan rumus yang dilakukan oleh Cronbach yakni :

$$r_{11} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sum \sigma_t^2} \right)$$

Dimana :

r_{11} adalah koefisien reliabilitas seluruh tes

n adalah jumlah soal dalam tes

$\sum \sigma_b^2$ adalah varian skor tes ke i

$\sum \sigma_t^2$ adalah varian skor-skor total pada tes

D. Aktivitas Pembelajaran

Bagilah kelas anda menjadi beberapa kelompok berdasarkan karakteristik teknik perminyakan. Silahkan berdiskusi dengan kelompok anda dengan instruksi sebagai berikut :

1. Susunlah soal (instrumen) berbentuk pilihan ganda sebanyak 40 item sesuai dengan kisi-kisi soal yang telah anda buat dan jangan melupakan prinsip dari kaidah penulisan soal untuk tes Pilihan berganda.
2. Lakukanlah uji coba terhadap butir soal tersebut, dan lakukan analisis validitas dan reliabilitasnya.

Petunjuk :

Gunakanlah format di bawah ini untuk membantu melakukan analisis validitas dan reliabilitas .

No. Siswa	No. Butir Soal										Σy	$(\Sigma y)^2$
	1	2	3	4	5	...	...	...	...	40		
1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0		
2	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1		
3	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1		
4	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1		
5	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1		
6	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1		
7	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1		
8	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1		
9	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1		
10	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1		
Σx												
Σxy												
r												

E. Latihan/Kasus/Tugas

Bagilah kelas anda menjadi beberapa kelompok berdasarkan jenis mata pelajaran yang diampu. Silahkan berdiskusi dengan kelompok anda dengan instruksi sebagai berikut :

- Berdasarkan perilaku-prilaku yang sudah anda tentukan, buatlah penyebaran soal sesuai dengan format yang ada pada uraian materi .

- Sesuai dengan penyebaran soal, susunlah kisi-kisi soal yang bertujuan untuk mengukur pencapaian kompetensi (prestasi hasil belajar).
- Mengapa guru harus melakukan ujicoba terhadap butir soal yang telah disusun?
- Masing-masing kelompok akan mempresentasikan hasil diskusinya.

F. Rangkuman

Kisi-kisi adalah suatu format atau matriks berisi informasi yang dapat dijadikan petunjuk teknis dalam menulis soal atau merakit soal menjadi alat tes/evaluasi. Kisi-kisi disusun berdasarkan tujuan evaluasi. Penyusunan kisi-kisi merupakan langkah penting yang harus dilakukan sebelum penulisan soal, tanpa adanya indikator dalam kisi-kisi tidak dapat diketahui arah dan tujuan setiap butir soal. Kisi-kisi soal yang baik harus memenuhi persyaratan tertentu, antara lain :

1. Representatif, yaitu harus betul-betul mewakili isi kurikulum atau materi yang telah diajarkan secara tepat dan proporsional.
2. Komponen-komponennya harus terurai/rinci, jelas, dan mudah dipahami.
3. Soalnya dapat dibuat sesuai dengan indikator dan bentuk soal yang ditetapkan.

Formula yang digunakan untuk menghitung validitas adalah rumus Pearson correlation, yakni:

$$r_{iY} = \frac{n(\sum X_i Y) - (\sum X_i)(\sum Y)}{\sqrt{(n\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2)(n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

Nilai r_i berkisar antara -1 dan 1

Butir soal dikatakan valid apabila memiliki nilai korelasi yang lebih besar dari nilai tabel.

Rumus untuk menghitung koefisien reliabilitas tes adalah cronbach alpha, yakni:

$$r_{11} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sum \sigma_t^2} \right)$$

Koefisien Reliabilitas tes yang lebih besar dari 0,50 adalah reliable

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

1. Tulislah apa yang sudah Anda ketahui dari materi ini !
2. Apakah materi ini bermanfaat untuk membantu tugas Anda sebagai guru?
3. Materi apa yang masih diperlukan untuk membantu tugas Anda berkaitan dengan kaidah pengembangan instrumen penilaian dan evaluasi hasil belajar?
4. Adakah saran/komentar Anda berkaitan dengan kaidah pengembangan instrumen penilaian dan evaluasi hasil belajar ?

H. Evaluasi

1. Untuk memudahkan guru dalam penyusunan tes maka diperlukan ...
 - a. Analisis silabus
 - b. Kisi-kisi soal
 - c. Indikator
 - d. Kompetensi dasar
2. Kompetensi dasar harus memiliki nilai terapan tinggi dalam pekerjaan di dunia usaha atau kehidupan sehari-hari. Pernyataan ini menunjukkan bahwa kompetensi dasar tersebut memiliki kriteria ...
 - a. Keterpakian
 - b. Urgenitas
 - c. Relevansi
 - d. Kontinuitas
3. Perhatikanlah pernyataan-pernyataan di bawah ini :
 1. Membuat daftar kompetensi dasar yang akan di uji
 2. Menganalisis silabus
 3. Menentukan indicator
 4. Menganalisis materi
 5. Menentukan jenis tagihan, bentuk dan jumlah butir soal
 6. Menentukan kompetensi dasar yang akan diuji

Manakah yang merupakan langkah-langkah dalam mengembangkan kisi-kisi soal?

 - a. 1, 2,dan 3
 - b. 2, 3, dan 4
 - c. 3, 4, dan 5
 - d. 3, 5, dan 6
4. Manakah pernyataan di bawah ini yang merupakan syarat kisi-kisi yang baik?

1. Mewakili isi kurikulum/kemampuan yang diuji
 2. Komponen-komponen rinci, jelas dan mudah dipahami
 3. Memiliki petunjuk umum tentang pelaksanaan tes
 4. Soal-soalnya dapat dibuat berdasarkan indicator
 5. Memiliki jenis tagihan, bentuk dan jumlah butir soal.
 - a. 1, 2, dan 3
 - b. 2, 3, dan 4
 - c. 1, 3, dan 5
 - d. 1, 2, dan 4
5. Pertimbangan yang harus diperhatikan seorang guru dalam menentukan penyebaran soal adalah ...
- a. Karakteristik dari kompetensi dasar
 - b. Karakteristik dari kompetensi inti
 - c. Karakteristik dari materi ajar
 - d. Karakteristik dari silabus
6. Proses menterjemahkan kisi-kisi dalam bentuk operasional merupakan ...
- a. Kegiatan analisis tingkat kesulitan
 - b. Kegiatan identifikasi kompetensi dasar
 - c. Kegiatan penyusunan soal
 - d. Kegiatan indentifikasi indicator
7. Tes hasil belajar aspek kognitif berbrntuk ...
- | | |
|-------------|-------------|
| a. Tertulis | c. Essay |
| b. Lisan | d. Objektif |
8. Bentuk soal aspek psikomotorik adalah untuk mengamati ...
- a. Proses pembelajaran
 - b. Produk pembelajaran
 - c. Persiapan pembelajaran
 - d. Unjuk kerja

9. Teknik pengukuran dan evaluasi belajar ranah afektif lebih tepat menggunakan ...
- a. Teknik tes
 - b. Non tes
 - c. unjuk kerja
 - d. Portofolio
10. Sebuah tes dikatakan valid jika ia ...
- a. Dapat dipercaya
 - b. Memiliki skor yang relative sama meskipun dilakukan berulang-ulang
 - c. Memang mengukur apa yang seharusnya diukur
 - d. Memberikan peluang untuk menjawab benar

I. Kunci Jawaban

- 1. B
- 2. A
- 3. D
- 4. D
- 5. A
- 6. C
- 7. A
- 8. D
- 9. B
- 10. C

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin & Zainal. 2009. *Evaluasi Pembelajaran*, Bandung: Remaja Rosdakarnya.
- Budi Susetyo. 2015. *Prosedur Penyusunan & Analisis Tes untuk Penilaian Hasil Belajar Bidang Kognitif*. Bandung : Rafika Aditama
- Daryanto. 2008. *Evaluasi Pendidikan*, Jakarta: Rineka Cipta.
- Kumaidi. 2008. *Konstruksi Instrumen*. Bahan Kuliah Pascasarjana UNY. Unpublished.
- Koyan, I Wayan. 2004. *Konsep Dasar dan Teknik Evaluasi Hasil Belajar*. Singaraja : IKIP Negeri Singaraja
- Mimin. 2009. *Model Dan Teknik Penilaian Pada Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta: Gaung Persada Press.
- Muri Yusuf. 2015. *Asesmen dan Evaluasi Pendidikan*. Jakarta : Prenadamedia
- Majid, Abdul. 2011. *Perencanaan Pembelajaran*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Purwanto, *Evaluasi hasil Belajar*, Yogyakarta: pustaka pelajar, 2009 Haryati.



BAB III

KOMPETENSI PROFESIONAL

KEGIATAN BELAJAR 1

DATA SPASIAL DAN DATA NON SPASIAL PADA SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)

9.1. Pengertian Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (Geographic Information System/GIS) yang selanjutnya akan disebut SIG merupakan sistem informasi berbasis komputer yang digunakan untuk mengolah dan menyimpan data atau informasi geografis (Ar-onoff, 1989). Secara umum pengertian SIG sebagai berikut:

” Suatu komponen yang terdiri dari perangkat keras, **perangkat lunak, data geografis dan sumberdaya manusia** yang bekerja bersama secara efektif untuk memasukan, menyimpan, memperbaiki, memperbaharui, mengelola, memanipulasi, mengintegrasikan, menganalisa dan menampilkan data dalam suatu informasi berbasis geografis ”.

Dalam pembahasan selanjutnya, SIG akan selalu diasosiasikan dengan sistem yang berbasis komputer, walaupun pada dasarnya SIG dapat dikerjakan secara manual, SIG yang berbasis komputer akan sangat membantu ketika data geografis merupakan data yang besar (dalam jumlah dan ukuran) dan terdiri dari banyak tema yang saling berkaitan.

SIG mempunyai kemampuan untuk menghubungkan berbagai data pada suatu titik tertentu di bumi, menggabungkannya, menganalisa dan akhirnya memetakan hasilnya. Data yang akan diolah pada SIG merupakan data spasial yaitu sebuah data yang berorientasi geografis dan merupakan lokasi yang memiliki sistem koordinat tertentu, sebagai dasar referensinya. Sehingga aplikasi SIG dapat men-

jawab beberapa pertanyaan seperti; lokasi, kondisi, trend, pola dan pemodelan. Kemampuan inilah yang membedakan SIG dari sistem informasi lainnya

Telah dijelaskan diawal bahwa SIG adalah suatu kesatuan sistem yang terdiri dari berbagai komponen, tidak hanya perangkat keras komputer beserta dengan perangkat lunaknya saja akan tetapi harus tersedia data geografis yang benar dan sumberdaya manusia untuk melaksanakan perannya dalam memformulasikan dan menganalisa persoalan yang menentukan keberhasilan SIG.

secara umum sata SIG dapat di klasifikasi menjadi tiga bagian, yaitu :

1. *Data Input* (masukan data)

Data masukan di dalam SIG dapat berupa data spasial maupun data tabular (tabel). Data spasial bisa didapatkan dari citra satelit, foto udara, dan peta digital / hasil digitalisasi.

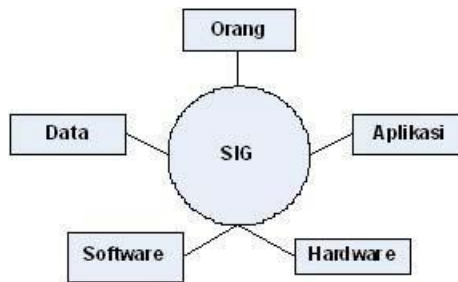
2. *Data Handling* (data yang ditangani)

- a. *Data Management*, merupakan bagian penempatan data dalam suatu berkas atau direktori yang terstruktur dengan baik.
- b. *Data Processing*, merupakan tahap untuk memaknai data yang terdapat di dalam base data
- c. *Data Analyzing and modeling*, merupakan bagian yang bertugas untuk mengkombinasikan dan mengenali makna secara global dari semua data yang ada.

3. *Data Output* (hasil / keluaran)

Data ini biasanya dalam bentuk file 2 dimensi, video, ataupun data berupa tabel yang berisi informasi setelah dilakukan *data handling*. Informasi yang sebelumnya juga hanya tersedia dalam bentuk tabel, dengan adanya bagian ini data tesebut dapat ditampilkan secara tiga dimensi untuk memudahkan interpretasi penggunaannya.

SIG merupakan suatu sistem yang cukup kompleks dan terdiri dari beberapa komponen.



Gambar 1. Komponen SIG

9.1.1. Komponen SIG

Komponen-komponen pendukung SIG terdiri dari lima komponen yang bekerja secara terintegrasi yaitu perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), data, manusia, dan metode yang dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Perangkat Keras (*hardware*)

Perangkat keras SIG adalah perangkat-perangkat fisik yang merupakan bagian dari sistem komputer yang mendukung analisis goeografi dan pemetaan. Perangkat keras SIG mempunyai kemampuan untuk menyajikan citra dengan resolusi dan kecepatan yang tinggi serta mendukung operasioperasi basis data dengan volume data yang besar secara cepat. Perangkat keras SIG terdiri dari beberapa bagian untuk menginput data, mengolah data, dan mencetak hasil proses. Berikut ini pembagian berdasarkan proses :

- Input data: *mouse*, *digitizer*, *scanner*
- Olah data: *harddisk*, *processor*, *RAM*, *VGA Card*
- Output data: *plotter*, *printer*, screening.

2. Perangkat Lunak (*software*)

Perangkat lunak digunakan untuk melakukan proses menyimpan, menganalisa, memvisualkan data-data baik data spasial maupun non-spasial. Perangkat lunak yang harus terdapat dalam komponen software SIG adalah:

- Alat untuk memasukkan dan memanipulasi data SIG
- *Data Base Management System* (DBMS)
- Alat untuk menganalisa data-data
- Alat untuk menampilkan data dan hasil analisa

3. Data

Pada prinsipnya terdapat dua jenis data untuk mendukung SIG yaitu :

- **Data Spasial**

Data spasial adalah gambaran nyata suatu wilayah yang terdapat di permukaan bumi. Umumnya direpresentasikan berupa grafik, peta, gambar dengan format digital dan disimpan dalam bentuk koordinat x,y (vektor) atau dalam bentuk image (raster) yang memiliki nilai tertentu.

- **Data Non Spasial (Atribut)**

Data non spasial adalah data berbentuk tabel dimana tabel tersebut berisi informasi- informasi yang dimiliki oleh obyek dalam data spasial. Data tersebut berbentuk data tabular yang saling terintegrasi dengan data spasial yang ada.

4. Manusia

Manusia merupakan inti elemen dari SIG karena manusia adalah perencana dan pengguna dari SIG. Pengguna SIG mempunyai tingkatan seperti pada sistem informasi lainnya, dari tingkat spesialis teknis yang mendesain dan mengelola sistem sampai pada pengguna yang menggunakan SIG untuk membantu pekerjaannya sehari-hari.

5. Metode

Metode yang digunakan dalam SIG akan berbeda untuk setiap permasalahan. SIG yang baik tergantung pada aspek desain dan aspek *realnya*.

9.1.2. Manfaat SIG

Manajemen tata guna lahan

Pemanfaatan dan penggunaan lahan merupakan bagian kajian geografi yang perlu dilakukan dengan penuh pertimbangan dari berbagai segi. Tujuannya adalah untuk menentukan zonifikasi lahan yang sesuai dengan karakteristik lahan yang ada. Misalnya, wilayah pemanfaatan lahan di kota biasanya dibagi menjadi daerah pemukiman, industri, perdagangan, perkantoran, fasilitas umum, dan jalur hijau. SIG dapat membantu pembuatan perencanaan masing-masing wilayah tersebut dan hasilnya dapat digunakan sebagai acuan untuk pembangunan utilitas-utilitas yang diperlukan. Lokasi dari utilitas-utilitas yang akan dibangun di daerah perkotaan (*urban*) perlu dipertimbangkan agar efektif dan tidak melanggar kriteria-kriteria tertentu yang bisa menyebabkan ketidakselarasan. Contohnya,

pembangunan tempat sampah. Kriteria-kriteria yang bisa dijadikan parameter antara lain: di luar area pemukiman, berada dalam radius 10 meter dari genangan air, berjarak 5 meter dari jalan raya, dan sebagainya. Dengan kemampuan SIG yang bisa memetakan apa yang ada di luar dan di dalam suatu area, kriteria-kriteri ini nanti digabungkan sehingga memunculkan irisan daerah yang tidak sesuai, agak sesuai, dan sangat sesuai dengan seluruh kriteria. Di daerah pedesaan (*rural*) manajemen tata guna lahan lebih banyak mengarah ke sektor pertanian. Dengan terpetakannya curah hujan, iklim, kondisi tanah, ketinggian, dan keadaan alam, akan membantu penentuan lokasi tanaman, pupuk yang dipakai, dan bagaimana proses pengolahan lahannya. Pembangunan saluran irigasi agar dapat merata dan minimal biayanya dapat dibantu dengan peta sawah ladang, peta pemukiman penduduk, ketinggian masing-masing tempat dan peta kondisi tanah. Penentuan lokasi gudang dan pemasaran hasil pertanian dapat terbantu dengan memanfaatkan peta produksi pangan, penyebarannya, dan peta jaringan transportasi. Selain untuk manajemen pemanfaatan lahan, SIG juga dapat membantu dalam hal penataan ruang. Tujuannya adalah agar penentuan pola pemanfaatan ruang disesuaikan dengan kondisi fisik dan sosial yang ada, sehingga lebih efektif dan efisien. Misalnya penataan ruang perkotaan, pedesaan, permukiman, kawasan industri, dan lainnya.

Inventarisasi sumber daya alam

Secara sederhana manfaat SIG dalam data kekayaan sumber daya alam adalah sebagai berikut:

- Untuk mengetahui persebaran berbagai sumber daya alam, misalnya minyak bumi, batubara, emas, besi dan barang tambang lainnya.
- Untuk mengetahui persebaran kawasan lahan, misalnya:
 1. Kawasan lahan potensial dan lahan kritis;
 2. Kawasan hutan yang masih baik dan hutan rusak;
 3. Kawasan lahan pertanian dan perkebunan;
 4. Pemanfaatan perubahan penggunaan lahan;
 5. Rehabilitasi dan konservasi lahan.

Untuk pengawasan daerah bencana alam

Kemampuan SIG untuk pengawasan daerah bencana alam, misalnya:

- Memantau luas wilayah bencana alam;
- Pencegahan terjadinya bencana alam pada masa datang;
- Menyusun rencana-rencana pembangunan kembali daerah bencana;
- Penentuan tingkat bahaya erosi;
- Prediksi ketinggian banjir;
- Prediksi tingkat kekeringan.

Bagi perencanaan Wilayah dan Kota

- Untuk bidang sumber daya, seperti kesesuaian lahan pemukiman, pertanian, perkebunan, tata guna lahan, pertambangan dan energi, analisis daerah rawan bencana.
- Untuk bidang perencanaan ruang, seperti perencanaan tata ruang wilayah, perencanaan kawasan industri, pasar, kawasan permukiman, penataan sistem dan status pertahanan.
- Untuk bidang manajemen atau sarana-prasarana suatu wilayah, seperti manajemen sistem informasi jaringan air bersih, perencanaan dan perluasan jaringan listrik.
- Untuk bidang pariwisata, seperti inventarisasi pariwisata dan analisis potensi pariwisata suatu daerah.
- Untuk bidang transportasi, seperti inventarisasi jaringan transportasi publik, kesesuaian rute alternatif, perencanaan perluasan sistem jaringan jalan, analisis kawasan rawan kemacetan dan kecelakaan.
- Untuk bidang sosial dan budaya, seperti untuk mengetahui luas dan persebaran penduduk suatu wilayah, mengetahui luas dan persebaran lahan pertanian serta kemungkinan pola drainasenya, pendataan dan pengembangan pusat-pusat pertumbuhan dan pembangunan pada suatu kawasan, pendataan dan pengembangan pemukiman penduduk, kawasan industri, sekolah, rumah sakit, sarana hiburan dan perkantoran.

9.2. Data Spasial dan Data Non Spasial

Sebagian besar data yang akan ditangani dalam SIG merupakan **data spasial yaitu sebuah data yang berorientasi geografis, memiliki sistem koordinat tertentu sebagai dasar referensinya** dan mempunyai dua bagian penting yang membuatnya berbeda dari data lain, yaitu informasi lokasi (spasial) dan informasi deskriptif (attribute) yang dijelaskan berikut ini :

1. Informasi lokasi (spasial), berkaitan dengan suatu koordinat baik koordinat geografi (lintang dan bujur) dan koordinat XYZ, termasuk diantaranya informasi datum dan proyeksi.
2. Informasi deskriptif (atribut) atau informasi non spasial, suatu lokasi yang memiliki beberapa keterangan yang berkaitan dengannya, contohnya : jenis vegetasi, populasi, luasan, kode pos, dan sebagainya.

Data Non Spasial yaitu data yang tidak memiliki orientasi keruangan (geografis) ataupun system koordinat dalam penggambarannya, atau hanya bersifat sebagai atribut saja (keterangan pelengkap).

SIG merupakan suatu kesatuan formal yang terdiri dari berbagai sumberdaya fisik dan logika yang berkenaan dengan objek-objek yang terdapat di permukaan bumi. Jadi, SIG adalah sistem berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi-informasi geografis. SIG dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan dan menganalisis objek-objek dan fenomena dimana lokasi geografis merupakan karakteristik yang penting atau kritis untuk analisis.

Dengan demikian, SIG merupakan sistem komputer yang memiliki empat kemampuan berikut dalam menangani data bereferensi geografi: (a) masukan, (b) manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan data), (c) analisis dan manipulasi

data, (d) keluaran. (Aronoff, 1991 dalam Triyono dan Wahyudi, 2008).

Secara konseptual sebuah teknologi SIG harus mempunyai kemampuan sebagai berikut:

- a. Lokasi, SIG harus mampu menunjukkan lokasi keberadaan suatu objek berdasarkan gambar yang disajikan pada peta. Lokasi objek dideskripsikan se-

bagai cara untuk mencapainya, misalnya nama tempat, kode pos, atau dapat pula menggunakan kedudukan objek secara geografis seperti garis lintang dan garis bujur.

- b. Kondisi, sebuah teknologi SIG harus dapat mengetahui kondisi dari suatu objek yang tergambar dalam peta. Kondisi ini misalnya jenis tanah, keberadaan flora dan fauna dan sebagainya.
- c. Tren, SIG harus mampu menunjukkan perubahan yang terjadi pada objek tertentu, setelah selang beberapa waktu.
- d. Pola, SIG harus mampu memberi informasi tentang pola suatu objek pada daerah tertentu, misalnya pencemaran pada daerah industri, kesibukan lalu lintas dan sebagainya.
- e. Pemodelan, SIG harus mampu membuat suatu pemodelan untuk mengembangkan sistem, misalnya: apa yang terjadi jika dilakukan penambahan jaringan jalan. (Prahasta, 2001 dalam Triyono dan Wahyudi, 2008).

SIG merupakan sistem informasi geografi yang berbasis spasial (keruangan) dengan penyebaran data-data spasial, misalnya data-data lokasi wisata, data-data lokasi rawan banjir, data-data pertumbuhan penduduk yang semuanya itu diintegrasikan ke dalam peta sehingga dapat memuat informasi secara holistik, keruangan (spasial).

Data spasial memiliki peran penting dalam setiap aktivitas pemerintahan.

Lebih kurang 90% aktivitas pemerintahan senantiasa terkait dengan elemen spasial atau lokasi. Pemerintah dalam melaksanakan perencanaan, kegiatan dan monitoring serta evaluasi tidak dapat lagi bisa hanya berdasarkan data dan laporan tanpa mengetahui situasi di lapangan. (Anonimus, 2010) Peran data spasial dalam aktifitas pemerintahan antara lain:

- 1. Menampilkan (visualisasi) data dan informasi berikut sebarannya, sehingga memberikan pemahaman yang lebih baik tentang suatu data/informasi dibandingkan sajian data/informasi hanya dalam bentuk redaksional, tabel atau grafik.
- 2. Digunakan sebagai identifier(common ID) untuk mengintegrasikan berbagai jenis informasi yang terkait dengan suatu lokasi/wilayah.

3. Digunakan untuk melakukan analisis yang bersifat keruangan(spatial analysis) untuk membantu mencari solusi terbaik dari setiap permasalahan terjadi di berbagai sektor serta mendukung aktifitas pemerintahan khususnya proses pengambilan keputusan yang efisien dan efektif.

Ketersediaan data dan informasi yang lengkap, terkini dan mudah diakses merupakan faktor yang sangat menentukan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam proses pengambilan keputusan di berbagai sektor. Sebuah sistem informasi Geografis terpadu diperlukan untuk menyajikan data dan informasi yang lengkap dan siap pakai untuk mendukung berbagai aktifitas pemerintahan dan proses pengambilan keputusan.

Menurut Karsidi (Anonimus, 2010) menyatakan bahwa ketersediaan data dan informasi yang lengkap, terkini dan mudah diakses merupakan faktor yang sangat menentukan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam proses pengambilan keputusan di berbagai sektor. Oleh karena itu, sebuah informasi Geografis terpadu diperlukan untuk menyajikan data dan informasi yang lengkap dan siap pakai untuk mendukung berbagai aktivitas pemerintahan dan proses pengambilan keputusan. Melalui SIGN (Sistem Informasi Geografis Nasional), data spasial maupun non spasial dari berbagai sumber dapat disajikan melalui sebuah sistem informasi Geografis terpadu berbasis web.

Penerapan Sistem Informasi Geografis (SIG)

SIG sering digunakan untuk pengambilan keputusan dalam suatu perencanaan. Para pengambil keputusan akan lebih mudah untuk menganalisa data yang ada dengan menggunakan SIG. Kegiatan pembangunan saat ini tidak lepas dari penggunaan Sistem Informasi Geografis. Aplikasi SIG dalam pembangunan sebagai berikut (Subaryono dalam Dartoyo, 2009):

1. SIG berbasis jaringan jalan: pencarian lokasi (alamat), manajemen jalur lalu lintas, analisis lokasi (misal pemilihan lokasi halte bus, terminal, dll), dan evakuasi (bencana).
2. SIG berbasis sumberdaya (zona): pengelolaan sungai, tempat rekreasi, genangan

banjir, tanah pertanian, hutan, margasatwa, pencarian lokasi buangan limbah, analisis migrasi satwa, analisis dampak lingkungan.

3. SIG berbasis persil tanah: pembagian wilayah, pendaftaran tanah, pajak (tanah,

bangunan), alokasi tanah/pencarian tanah, manajemen kualitas air, analisis dampak lingkungan.

4. SIG berbasis manajemen fasilitas: lokasi pipa bawah tanah, keseimbangan beban

listrik, perencanaan pemeliharaan fasilitas, deteksi penggunaan energi.

9.2.1. Informasi Lokasi

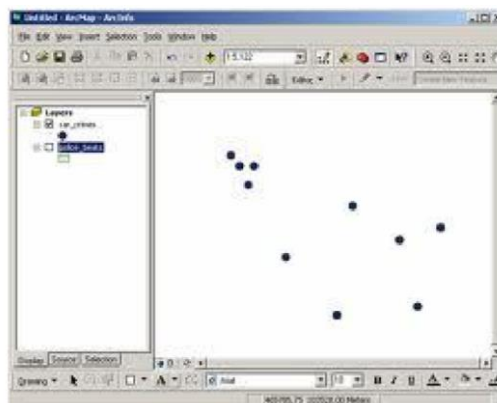
Informasi lokasi atau geometri milik suatu objek spasial dapat dimasukkan ke dalam beberapa bentuk seperti berikut :

a. Titik (dimensi nol - point)

Titik adalah representasi grafis atau geometri yang paling sederhana bagi objek spasial. Representasi ini tidak memiliki dimensi, tetapi dapat diidentifikasi di atas peta dan dapat ditampilkan pada layar monitor dengan menggunakan simbol-simbol tertentu. Perlu dipahami juga bahwa skala peta akan menentukan apakah suatu objek akan ditampilkan sebagai titik atau polygon. Pada peta skala besar, unsur-unsur bangunan akan ditampilkan sebagai polygon, sedangkan pada skala kecil akan ditampilkan sebagai unsur-unsur titik.

Format titik : koordinat tunggal, tanpa panjang, tanpa luasan.

Contoh : lokasi kecelakaan, letak pohon



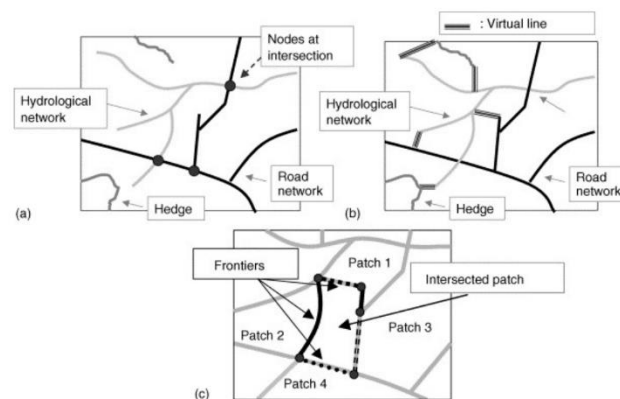
Gambar 2. Contoh data spasial dalam bentuk titik

b. Garis (satu dimensi – line atau polyline)

Garis adalah bentuk geometri linier yang akan menghubungkan paling sedikit dua titik dan digunakan untuk merepresentasikan objek-objek yang berdimensi satu. Batas-batas objek geometri polygon juga merupakan garis-garis, demikian pula dengan jaringan listrik, jaringan komunikasi, pipa air minum, saluran buangan, dan utilit y lainnya dapat direpresentasikan sebagai objek dengan bentuk geometri garis. Hal ini akan bergantung pada skala peta yang menjadi sumbernya atau skala representasi akhirnya.

Format : Koordinat titik awal dan akhir, mempunyai panjang tanpa luasan.

Contoh : jalan, sungai, utility



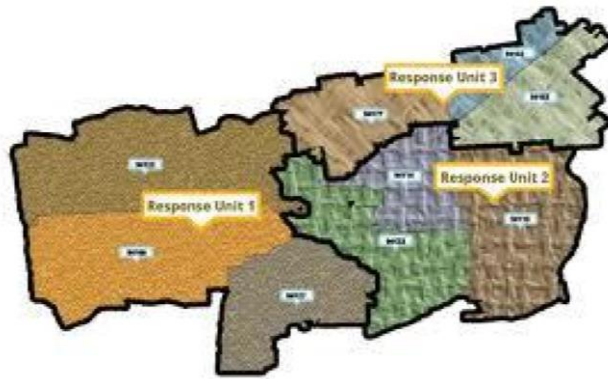
Gambar 3. Contoh data spasial dalam bentuk garis

c. Polygon (dua dimensi – area)

Geometri polygon digunakan untuk merepresentasikan objek-objek dua dimensi. Unsurunsur spasial seperti danau, batas propinsi, batas kota, batas persil tanah milik adalah beberapa contoh tipe entitas dunia nyata yang pada umumnya direpresentasikan sebagai objek-objek dengan geometri polygon. Meskipun demikian, representasi ini masih akan bergantung pada skala petanya atau sajian akhirnya.

Format : Koordinat dengan titik awal dan akhir sama, mempunyai panjang dan luasan.

Contoh : Tanah persil, bangunan



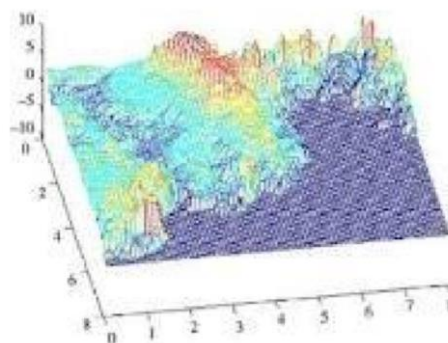
Gambar 4. Contoh data spasial dalam bentuk polygon

d. Permukaan (3D)

Setiap fenomena terkait fisik (spasial) memiliki lokasi di dalam ruang. Akibatnya, model data yang lengkap juga harus mencakup dimensi penting yang ketiga (ruang 3 dimensi). Hal ini tentu saja juga berlaku bagi permukaan tanah, menara, sumur, bangunan, batasbatas alamat, bencana (gempa, tsunami, kebakaran), dan lain sebagainya.

Format : Area dengan koordinat vertikal, Area dengan ketinggian

Contoh : Peta slope, bangunan bertingkat.



Gambar 5. Contoh data spasial dalam bentuk 3D

9.2.2 Informasi Atribut

Data Deskriptif merupakan uraian atau atribut data spasial (anotasi, tabel, hasil pengukuran, kategori obyek, penjelasan hasil analisis / prediksi dll). Data non-spasial dapat dimasukkan ke dalam beberapa bentuk sebagai berikut :

a. Format tabel

Kata-kata, kode alfanumerik, angka-angka. Contoh : hasil proses, indikasi, atribut.

b. Format laporan

Teks, deskripsi. Contoh : perencanaan, laporan proyek, pembahasan.

c. Format pengukuran

Angka-angka, hasil. Contoh : jarak, inventarisasi, luas

d. Format grafik anotasi

Kata-kata, angka-angka, symbol. Contoh : nama objek, legend, grafik/peta.

Contoh:

Data Objek Permukiman di Pondok Indah

Data Spasial: merupakan data grafik berbentuk poligon yang merupakan closed area yang menghubungkan posisi-posisi geografis di lokasi Pondok Indah

Data Non-Spasial: Luas Permukiman, Jumlah Penduduknya, Jumlah Rumah, Jumlah Kepala

Keluarga, Pendapatan Rata-Rata Kepala Keluarga, dll

KEGIATAN BELAJAR 2

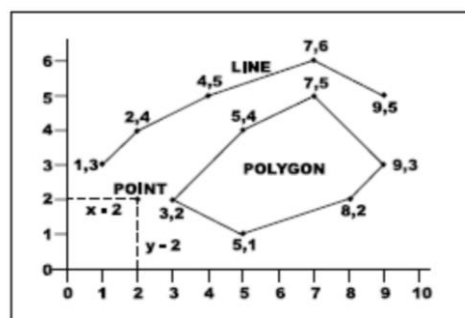
METODE PENGUMPULAN DATA SPASIAL DAN NON SPASIAL

9.3. Pengumpulan Data Spasial dan Non Spasial

Secara sederhana format dalam bahasa komputer berarti bentuk dan kode penyimpanan data yang berbeda antara file satu dengan lainnya. Dalam SIG, data spasial dapat direpresentasikan dalam dua format, yaitu:

9.3.1. Data Vektor

Data vektor merupakan bentuk bumi yang direpresentasikan ke dalam kumpulan garis, area (daerah yang dibatasi oleh garis yang berawal dan berakhir pada titik yang sama), titik dan nodes (merupakan titik perpotongan antara dua buah garis).

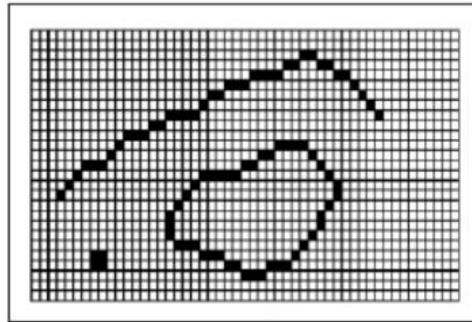


Gambar 6. Contoh data Vektor

Keuntungan utama dari format data vektor adalah ketepatan dalam merepresentasikan fitur titik, batasan dan garis lurus. Hal ini sangat berguna untuk analisa yang membutuhkan ketepatan posisi, misalnya pada basis data batas-batas kadaster. Contoh penggunaan lainnya adalah untuk mendefinisikan hubungan spasial dari beberapa fitur. Kelemahan data vektor yang utama adalah ketidakmampuannya dalam mengakomodasi perubahan gradual.

9.3.2. Data Raster

Data raster (atau disebut juga dengan sel grid) adalah data yang dihasilkan dari sistem Penginderaan Jauh. Pada data raster, obyek geografis direpresentasikan sebagai struktur sel grid yang disebut dengan pixel (picture element).



Gambar 7. Contoh data raster

Pada data raster, resolusi (definisi visual) tergantung pada ukuran pixel-nya. Dengan kata lain, resolusi pixel menggambarkan ukuran sebenarnya di permukaan bumi yang diwakili oleh setiap pixel pada citra. Semakin kecil ukuran permukaan bumi yang direpresentasikan oleh satu sel, semakin tinggi resolusinya. Data raster sangat baik untuk merepresentasikan batas-batas yang berubah secara gradual, seperti jenis tanah, kelembaban tanah, vegetasi, suhu tanah dan sebagainya. Keterbatasan utama dari data raster adalah besarnya ukuran file; semakin tinggi resolusi grid-nya semakin besar pula ukuran filenya dan sangat tergantung pada kapasitas perangkat keras yang tersedia.

Masing-masing format data mempunyai kelebihan dan kekurangan. Pemilihan format data yang digunakan sangat tergantung pada tujuan penggunaan, data yang tersedia, volume data yang dihasilkan, ketelitian yang diinginkan, serta kemudahan dalam analisa. Data vektor relatif lebih ekonomis dalam hal ukuran file dan presisi dalam lokasi, tetapi sangat sulit untuk digunakan dalam komputasi matematik. Sedangkan data raster biasanya membutuhkan ruang penyimpanan file yang lebih besar dan presisi lokasinya lebih rendah, tetapi lebih mudah digunakan secara matematik.

9.3.3. Sumber data Spasial

Salah satu syarat SIG adalah data spasial, yang dapat diperoleh dari beberapa sumber antara lain :

9.3.3.1. Peta Analog

Peta analog (antara lain peta topografi, peta tanah dan sebagainya) yaitu peta dalam bentuk cetak. Pada umumnya peta analog dibuat dengan teknik kartografi, kemungkinan besar memiliki referensi spasial seperti koordinat, skala, arah mata angin dan sebagainya.

Dalam tahapan SIG sebagai keperluan sumber data, peta analog dikonversi menjadi peta digital dengan cara format raster diubah menjadi format vektor melalui proses dijitasi sehingga dapat menunjukkan koordinat sebenarnya di permukaan bumi.

9.3.3.2. Data Sistem Penginderaan Jauh

Data Penginderaan Jauh (antara lain citra satelit, foto-udara dan sebagainya), merupakan sumber data yang terpenting bagi SIG karena ketersediaanya secara berkala dan mencakup area tertentu. Dengan adanya bermacam-macam satelit di ruang angkasa dengan spesifikasinya masing-masing, kita bisa memperoleh berbagai jenis citra satelit untuk beragam tujuan pemakaian. Data ini biasanya direpresentasikan dalam format raster.

9.3.3.3. Data Hasil Pengukuran Lapangan

Data pengukuran lapangan yang dihasilkan berdasarkan teknik perhitungan tersendiri, pada umumnya data ini merupakan sumber data atribut contohnya: batas administrasi, batas kepemilikan lahan, batas persil, batas hak penguasaan hutan dan lain-lain.

9.3.3.4. Data GPS (Global Positioning System)

Teknologi GPS memberikan terobosan penting dalam menyediakan data bagi SIG.

Keakuratan pengukuran GPS semakin tinggi dengan berkembangnya teknologi. Data ini biasanya direpresentasikan dalam format vektor. Pembahasan mengenai GPS akan diterangkan selanjutnya.

9.4. Data Spasial pada Peta, Hasil Pengukuran dan GPS

Data spasial yang dibutuhkan pada SIG dapat diperoleh dengan berbagai cara, salah satunya melalui survei dan pemetaan yaitu penentuan posisi/koordinat di lapangan. Berikut ini akan dijelaskan secara ringkas beberapa hal yang berkaitan dengan posisi/koordinat serta metoda-metoda untuk mendapatkan informasi posisi tersebut di lapangan.

9.4.1. Peta

Peta adalah gambaran sebagian atau seluruh muka bumi baik yang terletak di atas maupun di bawah permukaan dan disajikan pada bidang datar pada skala dan proyeksi tertentu (secara matematis). Karena dibatasi oleh skala dan proyeksi maka peta tidak akan pernah selengkap dan sedetail aslinya (bumi), karena itu diperlukan penyederhanaan dan pemilihan unsur yang akan ditampilkan pada peta.

Pada dasarnya bentuk bumi tidak datar tapi mendekati bulat maka untuk menggambarkan sebagian muka bumi untuk kepentingan pembuatan peta, perlu dilakukan langkah-langkah agar bentuk yang mendekati bulat tersebut dapat didatarkan dan distorsinya dapat terkontrol, untuk itu dilakukan proyeksi ke bidang datar.

9.4.2. Pengelompokan Proyeksi Peta

9.4.2.1. Berdasar Mempertahankan Sifat Aslinya

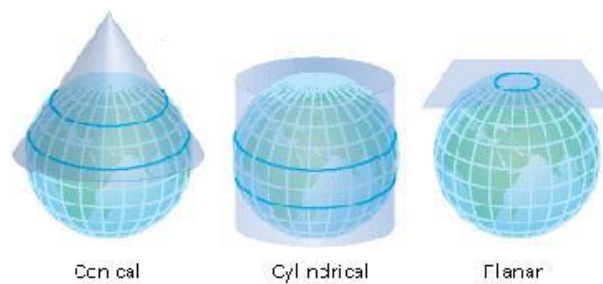
1. Luas permukaan yang tetap (ekuivalen)
2. Bentuk yang tetap (konform)
3. Jarak yang tetap (ekuidistan)

Perbandingan dari daerah yang sama untuk proyeksi yang berbeda :

9.4.2.2. Berdasar Bidang Proyeksi yang Digunakan

Tipe proyeksi berdasarkan bidang proyeksinya dapat dibagi menjadi berikut:

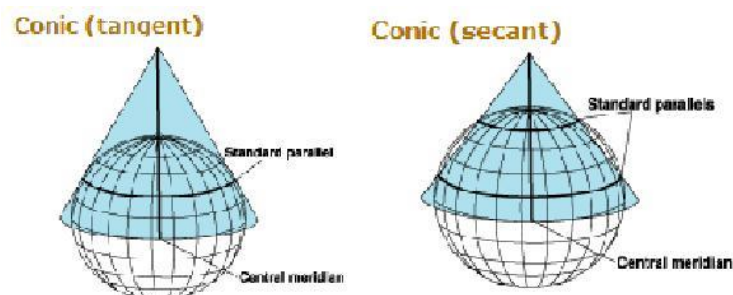
1. Bidang datar
2. Bidang kerucut
3. Bidang silinder



Gambar 8. Tipe proyeksi berdasarkan bidang proyeksinya

a) *Conical* / Kerucut :

Bidang proyeksi yang digunakan adalah kerucut. Sumbu simetri dari proyeksi ini adalah sumbu dari kerucut yang melalui pusat bumi.

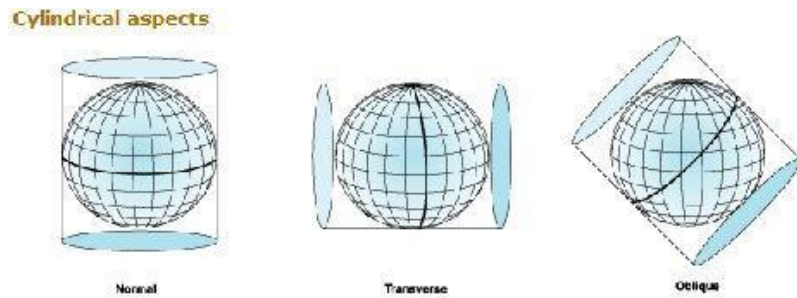


Gambar 9. Contoh proyeksi kerucut

Tangent : bidang proyeksi bersinggungan dengan permukaan bumi
 Secant : bidang proyeksi berpotongan dengan permukaan bumi

b) *Cylindrical* / Silinder

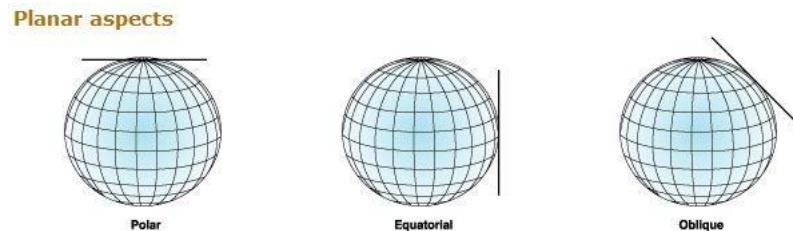
Bidang proyeksi yang digunakan adalah silinder. Sumbu simetri dari proyeksi ini adalah sumbu dari silinder yang melalui pusat bumi. Proyeksi Mercator merupakan salah satu proyeksi silinder paling umum dan garis khatulistiwa (normal), equator (transverse), atau diagonal (oblique) bisa menjadi garis singgungnya.



Gambar 10. Contoh proyeksi silinder

c) *Azimuthal (Planar) / datar*

Planar merupakan proyeksi project data peta dalam bidang datar yang menyentuh permukaan bumi. Sebuah proyeksi planar juga dikenal sebagai proyeksi azimuth atau proyeksi zenithal.



Gambar 11. Contoh proyeksi planar

b. Berdasarkan Ketentuan Geometri

Menurut ketentuan geometrik (jenis unsur yang bebas distorsi) yang harus dipenuhi, proyeksi peta dibedakan menjadi 3 :

a. Proyeksi Ekuidistan

Jarak antara titik yang terletak di atas peta sama dengan jarak sebenarnya di permukaan bumi (dengan memperhatikan faktor skala peta)

b. Proyeksi Konform









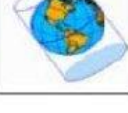
Besar sudut atau arah suatu garis yang digambarkan di atas peta sama dengan besar sudut atau arah sebenarnya di permukaan bumi, sehingga dengan memperhatikan faktor skala peta bentuk yang digambarkan di atas peta akan sesuai dengan bentuk yang sebenarnya di permukaan bumi.

c. Proyeksi Ekuivalen

Luas permukaan yang digambarkan di atas peta sama dengan luas sebenarnya di permukaan bumi (dengan memperhatikan faktor skala peta)

c. Berdasarkan Kedudukan Bidang Proyeksi

Proyeksi peta menurut kedudukan bidang proyeksi dibedakan menjadi 3, yaitu Proyeksi normal, Proyeksi miring, dan Proyeksi transversal.

Jenis Proyeksi	Normal	Transversal	Miring
Azimuthal			
Kerucut			
Silinder			

Gambar 12. Proyeksi peta menurut kedudukan bidang proyeksi

Dalam memilih sistem proyeksi, terutama untuk keperluan pemetaan topografi, perlu dipertimbangkan faktor-faktor berikut:

- Kegunaan dan ketelitian peta yang diinginkan
- Letak geografi, bentuk, dan luas wilayah yang akan dipetakan
- Ciri-ciri asli yang ingin dipertahankan.

9.4.3. Proyeksi Universal Transverse Mercator (UTM)

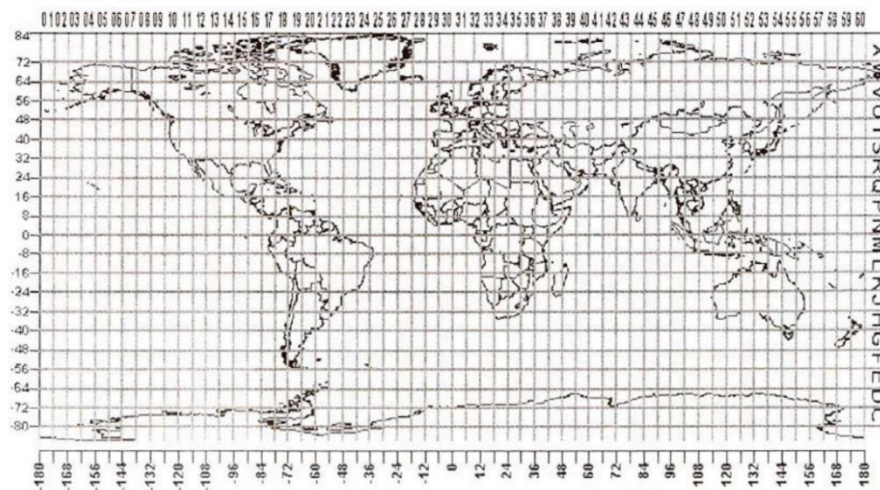
Proyeksi UTM dibuat oleh US Army sekitar tahun 1940-an. Sejak saat itu proyeksi ini menjadi standar untuk pemetaan topografi.

9.4.3.1. Sifat-sifat Proyeksi UTM

1. Proyeksi ini adalah proyeksi Transverse Mercator yang memotong bola bumi pada dua buah meridian, yang disebut dengan meridian standar. Meridian pada pusat zone disebut sebagai meridian tengah.
2. Daerah diantara dua meridian ini disebut zone. Lebar zone adalah 6 sehingga bola bumi dibagi menjadi 60 zone.
3. Perbesaran pada meridian tengah adalah 0,9996.
4. Perbesaran pada meridian standar adalah 1.
5. Perbesaran pada meridian tepi adalah 1,001.
6. Satuan ukuran yang digunakan adalah meter.

9.4.3.2. Sistem Koordinat UTM

Untuk menghindari koordinat negatif dalam proyeksi UTM setiap meridian tengah dalam tiap zone diberi harga 500.000 mT (meter timur). Untuk harga-harga ke arah utara, ekuator dipakai sebagai garis datum dan diberi harga 0 mU (meter utara). Untuk perhitungan ke arah selatan ekuator diberi harga 10.000.000 mU.



Gambar 13.: Pembagian wilayah bumi berdasarkan koordinat UTM

Wilayah Indonesia ($90^{\circ} - 144^{\circ}$ BT dan 11° LS – 6° LU) terbagi dalam 9 zone UTM, dengan demikian wilayah Indonesia dimulai dari zona 46 sampai zona 54 (meridian sentral $93^{\circ} - 141^{\circ}$ BT).

9.4.4. Metoda Penentuan Posisi

Metoda penentuan posisi adalah cara untuk mendapatkan informasi koordinat suatu objek (contoh koordinat titik batas, koordinat batas persil tanah dan lain-lain) di lapangan. Metoda penentuan posisi dapat dibedakan dalam dua bagian, yaitu metoda penentuan posisi terestris dan metoda penentuan posisi extra-terestris (satelit).

Pada metoda terestris penentuan posisi titik dilakukan dengan melakukan pengamatan terhadap target atau objek yang terletak di permukaan bumi. Beberapa contoh metoda yang umum digunakan adalah :

1. Metode poligon.
2. Metode pengikatan ke muka.
3. Metode pengikatan ke belakang.
4. Dan lain-lain.

Pada metode ekstra terestris penentuan posisi dilakukan berdasarkan pengamatan terhadap benda atau objek di angkasa seperti bintang, bulan, quasar dan satelit buatan manusia, beberapa contoh penentuan posisi extra terestris adalah sebagai berikut :

1. Astronomi geodesi.
2. Transit Dopler.
3. Global Positioning System (GPS).
4. Dan lain-lain.

9.4.5. Sistem Koordinat

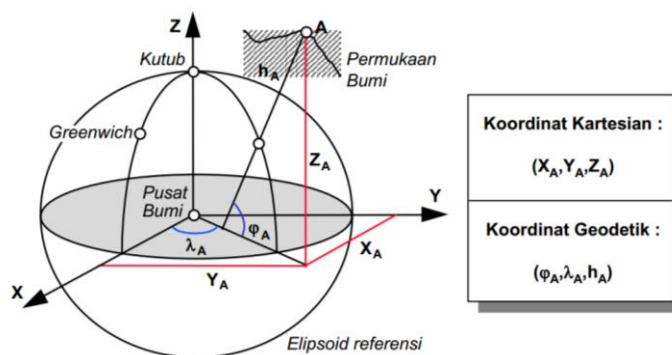
Posisi suatu titik biasanya dinyatakan dengan koordinat (dua-dimensi atau tiga-dimensi) yang mengacu pada suatu sistem koordinat tertentu. Sistemkoordinat itu sendiri dapat didefinisikan dengan menspesifikasi tiga parameter berikut, yaitu :

9.4.5.1. Lokasi Titik Nol dari Sistem Koordinat

Posisi suatu titik di permukaan bumi umumnya ditetapkan dalam/terhadap suatu sistem koordinat terestris. Titik nol dari sistem koordinat terestris ini dapat berlokasi di titik pusat massa bumi (sistem koordinat geosentrik), maupun di salah satu titik di permukaan bumi (sistem koordinat toposentrik)

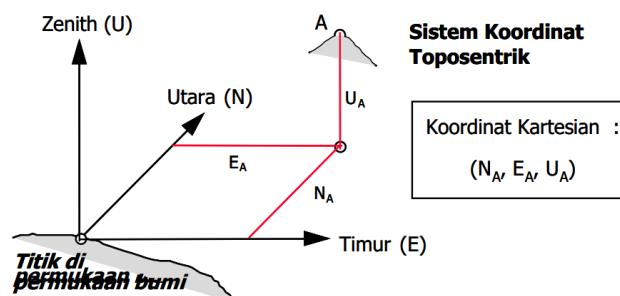
9.4.5.2. Orientasi dari Sumbu-sumbu Koordinat

Posisi tiga-dimensi (3D) suatu titik di permukaan bumi umumnya dinyatakan dalam suatu sistem koordinat geosentrik. Tergantung dari parameter-parameter pendefinisi koordinat yang digunakan, dikenal dua sistem koordinat yang umum digunakan, yaitu sistem koordinat Kartesian (X,Y,Z) dan sistem koordinat Geodetik(L,B,h), yang keduanya diilustrasikan pada gambar berikut :



Orientasi dari Sumbu Koordinat

Koordinat 3D suatu titik juga bisa dinyatakan dalam suatu sistem koordinat toposentrik, yaitu umumnya dalam bentuk sistem koordinat Kartesian (N,E,U) yang diilustrasikan pada gambar berikut

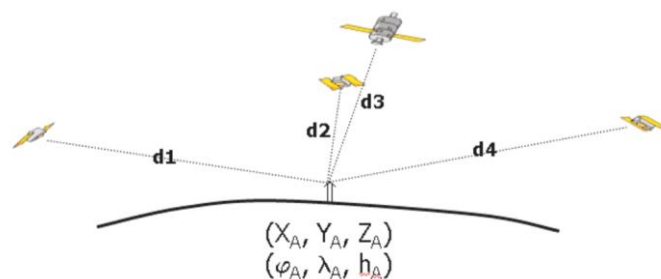


Gambar 15. Ilustrasi Sistem Koordinat Toposentrik

Parameter - parameter (kartesian, curvilinear) yang digunakan untuk mendefinisikan posisi suatu titik dalam sistem koordinat tersebut. Posisi titik juga dapat dinyatakan dalam 2D, baik dalam (L,B), ataupun dalam suatu sistem proyeksi tertentu (x,y) seperti Polyeder, Traverse Mercator (TM) dan Universal Traverse Mercator (UTM).

9.4.6. Metoda Penentuan Posisi Global (GPS)

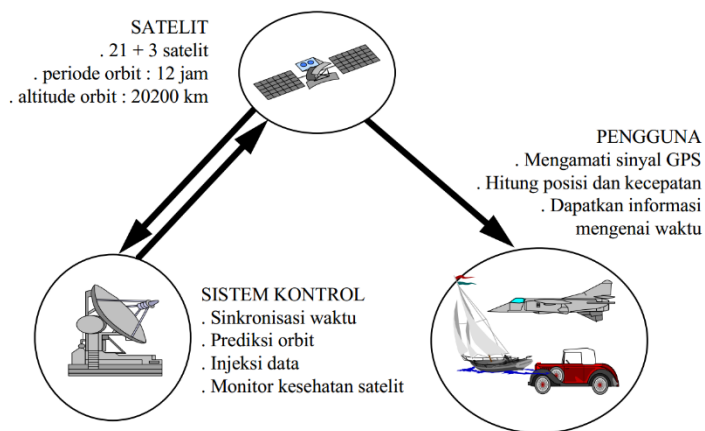
GPS adalah sistem navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit yang dikembangkan dan dikelola oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat. GPS dapat memberikan informasi tentang posisi, kecepatan dan waktu di mana saja di muka bumi setiap saat, dengan ketelitian penentuan posisi dalam fraksi milimeter sampai dengan meter. Kemampuan jangkauannya mencakup seluruh dunia dan dapat digunakan banyak orang setiap saat pada waktu yang sama (Abidin,H.Z, 1995). Prinsip dasar penentuan posisi dengan GPS adalah perpotongan ke belakang dengan pengukuran jarak secara simultan ke beberapa satelit GPS seperti gambar berikut :



Gambar 16. Sistem koordinat pada GPS

9.4.6.1. Sistem GPS

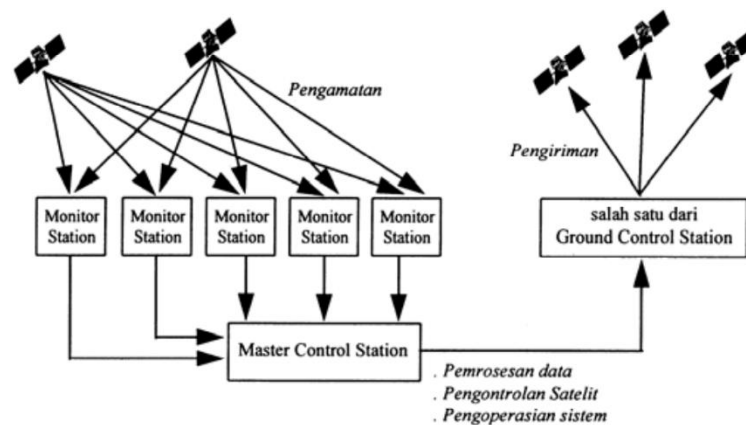
Untuk dapat melaksanakan prinsip penentuan posisi diatas, GPS dikelola dalam suatu sistem GPS yang terdiri dari dari 3 bagian utama yaitu bagian angkasa, bagian pengontrol dan bagian pemakai, seperti gambar berikut :



Gambar 17 Kontrol dan pemantau system GPS

Bagian Angkasa

Terdiri dari satelit-satelit GPS yang mengorbit mengelilingi bumi, jumlah satelit GPS adalah 24 buah. Satelit GPS mengorbit mengelilingi bumi dalam 6 bidang orbit dengan tinggi rata-rata setiap satelit ± 20.200 Km dari permukaan bumi.



Gambar 18 Konstelasi Satelit di Luar Angkasa

Setiap satelit GPS secara kontinyu memancarkan sinyal-sinyal gelombang pada 2 frekuensi L-band (dinamakan L1 dan L2). Dengan mengamati sinyal-sinyal dari satelit dalam jumlah dan waktu yang cukup, kemudian data yang diterima tersebut dapat dihitung untuk mendapatkan informasi posisi, kecepatan maupun waktu.

Bagian Pengontrol

Adalah stasiun-stasiun pemonitor dan pengontrol satelit yang berfungsi untuk memonitor dan mengontrol kelaikgunaan satelit-satelit GPS. Stasiun kontrol ini tersebar di seluruh dunia, yaitu di pulau Ascension, Diego Garcia, Kwajalein, Hawaii dan Colorado Springs. Di samping memonitor dan mengontrol fungsi seluruh satelit, juga berfungsi menentukan orbit dari seluruh satelit GPS



Gambar 19 Konstelasi satelit yang mengitari bumi dalam melayani GPS

Bagian Pengguna

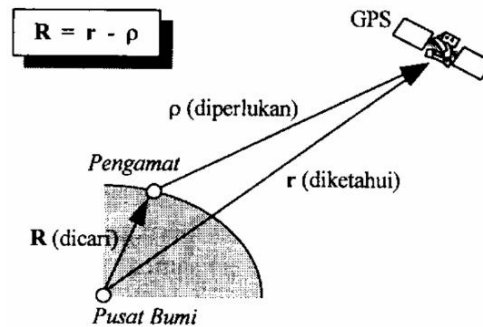
Adalah peralatan (Receiver GPS) yang dipakai pengguna satelit GPS, baik di darat, laut, udara maupun di angkasa. Alat penerima sinyal GPS (Receiver GPS) diperlukan untuk menerima dan memproses sinyal-sinyal dari satelit GPS untuk digunakan dalam penentuan posisi, kecepatan, maupun waktu.

Secara umum Receiver GPS dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Receiver militer
2. Receiver tipe navigasi
3. Receiver tipe geodetik

9.4.6.2. Metoda-metoda Penentuan Posisi dengan GPS

Pada dasarnya konsep dasar penentuan posisi dengan satelit GPS adalah pengikatan ke belakang dengan jarak, yaitu mengukur jarak ke beberapa satelit GPS yang koordinatnya telah diketahui. Perhatikan gambar berikut :



Gambar 20 Prinsip dasar penentuan Posisi dengan GPS

Penentuan posisi dengan GPS dapat dikelompokkan atas beberapa metoda diantaranya :

- Metoda absolut,
- Metoda relatif (differensial).

Metoda Absolut

Penentuan posisi dengan GPS metode absolut adalah penentuan posisi yang hanya menggunakan 1 alat receiver GPS. Karakteristik penentuan posisi dengan cara absolut ini adalah sebagai berikut :

1. Posisi ditentukan dalam sistem WGS 84 (terhadap pusat bumi).
2. Prinsip penentuan posisi adalah perpotongan ke belakang dengan jarak ke beberapa satelit sekaligus.
3. Hanya memerlukan satu receiver GPS.
4. Titik yang ditentukan posisinya bisa diam (statik) atau bergerak (kinematik).
5. Ketelitian posisi berkisar antara 5 sampai dengan 10 meter.

Aplikasi utama untuk keperluan navigasi, metoda penentuan posisi absolut ini umumnya menggunakan data pseudorange dan metoda ini tidak dimaksudkan untuk aplikasi-aplikasi yang menuntut ketelitian posisi yang tinggi.

Metoda Relatif (Differensial)

Yang dimaksud dengan penentuan posisi relatif atau metoda differensial adalah menentukan posisi suatu titik relatif terhadap titik lain yang telah diketahui

koordinatnya, pengukuran dilakukan secara bersamaan pada dua titik dalam selang waktu tertentu. Selanjutnya dari data hasil pengamatan diproses/dihitung akan didapat perbedaan koordinat kartesian 3 dimensi (dx , dy , dz) atau disebut juga dengan baseline antar titik yang diukur.

Karakteristik umum dari metoda penentuan posisi ini adalah sebagai berikut :

1. Memerlukan minimal 2 receiver, satu ditempatkan pada titik yang telah diketahui koordinatnya.
2. Posisi titik ditentukan relatif terhadap titik yang diketahui.
3. Konsep dasar adalah differencing process dapat mengeliminir atau mereduksi pengaruh dari beberapa kesalahan dan bias.
4. Bisa menggunakan data pseudorange atau fase.
5. Ketelitian posisi yang diperoleh bervariasi dari tingkat mm sampai dengan dm.
6. Aplikasi utama : survei pemetaan, survei penegasan batas, survei geodesi dan navigasi dengan ketelitian tinggi.

9.4.6.3. Ketelitian Penentuan Posisi dengan GPS

Penentuan posisi dengan GPS dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut :

1. Ketelitian data terkait dengan tipe data yang digunakan, kualitas receiver GPS, level dari kesalahan dan bias.
2. Geometri satelit, terkait dengan jumlah satelit yang diamati, lokasi dan distribusi satelit dan lama pengamatan.
3. Metoda penentuan posisi, terkait dengan metoda penentuan posisi GPS yang digunakan, apakah absolut, relatif, DGPS, RTK dan lain-lain.
4. Strategi pemrosesan data, terkait dengan real-time atau post processing, strategi eliminasi dan pengoreksian kesalahan dan bias, pemrosesan baseline dan perataan jaringan serta kontrol kualitas.

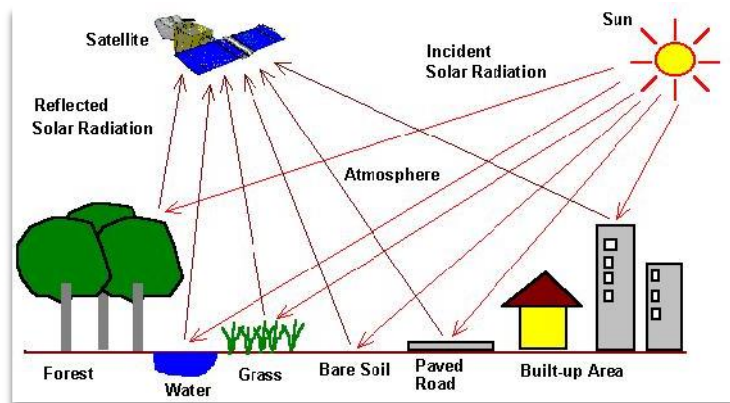
9.5. Remote Sensing

Remote Sensing (penginderaan jarak jauh) adalah pengambilan atau perekaman atau pengukuran data / informasi mengenai sifat dari suatu fenomena, objek / benda dengan menggunakan batuan sebuah alat perekam tanpa berhubungan / kontak langsung dengan bahan / objek studinya.

9.5.1. Konsep Perekaman data *Remote Sensing*

Terdapat lima komponen dasar dari sistem *remote sensing*, yaitu :

- Target : Objek yang di tuju di permukaan bumi.
- Sumber energy : berasal dari tenaga surya atau dari citra satelit itu sendiri.
- Alur transmisi : pengiriman data dari pendeteksian objek, perekaman data, hingga pengiriman data citra satelit.
- Sensor : terdapat dua tipe sensor satelit, yaitu radar dan optic yang digunakan untuk merekam dan mengirim data citra satelit.



Gambar 21. Ilustrasi sederhana perekaman data *remote sensing*.

9.5.2. Resolusi data *Remote Sensing*

Resolusi menerangkan tentang besarnya akurasi yang dapat dijangkau oleh data *remote sensing* itu sendiri. Terdapat beberapa tipe resolusi yang berkaitan dengan hal ini.

a. Resolusi Spasial

Resolusi ini menerangkan ukuran objek terkecil di muka bumi yang dapat dijangkau dan dikenali sehingga dapat dibedakan dengan objek yang bersebelahan. Satuan dari resolusi ini adalah piksel atau sel.

b. Resolusi Temporal

Resolusi ini menunjukkan lamanya waktu pengambilan gambar oleh citra satelit (data *remote sensing*) pada suatu tempat hingga kembali mengambil gambar di tempat yang sama (selang waktu pengambilan gambar di tempat yang sama). Satuan dari resolusi ini sama dengan satuan waktu (hari, bulan, tahun, dsb)

c. Resolusi Spektral

Tipe resolusi ini membahas tentang batas spektral atau radiasi elektromagnetik yang dapat direkam oleh sistem sensor citra satelit. Satuan dari resolusi ini ialah μm (satuan untuk panjang gelombang elektromagnetik).

d. Resolusi Radiometrik

Resolusi radiometrik adalah ukuran sensitifitas sensor untuk membedakan aliran yang dipantulkan atau diemisikan dari suatu objek permukaan bumi. Satuan dari resolusi ini adalah *byte*. Citra yang mempunyai resolusi radiometrik yang lebih akan memberikan variasi informasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan citra yang mempunyai resolusi radiometrik yang lebih rendah.

9.5.3. Contoh data *Remote Sensing*

Seluruh data *remote sensing* berasal dari perekaman data oleh citra satelit. Citra satelit yang ada pada saat ini terdapat dua tipe berdasarkan sistem sensornya, yaitu sensor aktif dan sensor pasif.

a. Citra dengan sensor aktif

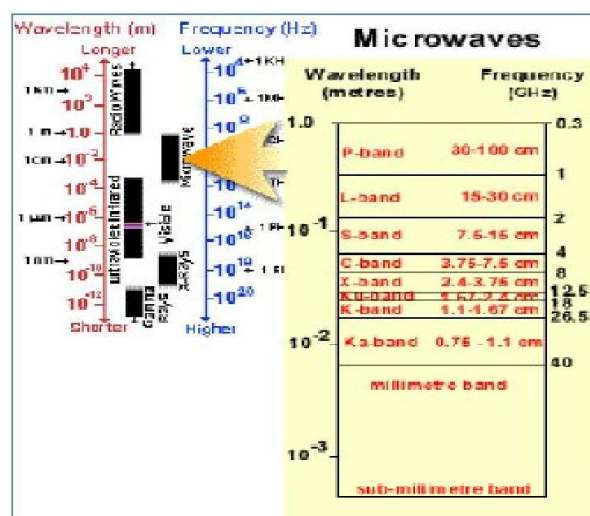
Citra dengan sensor aktif tidak memerlukan energy matahari dalam melakukan pengambilan data. Citra dengan sensor aktif mempunyai sumber enersi sendiri, sehingga dapat beroperasi siang dan malam dan mempunyai kemampuan menembus awan (tidak terpengaruh oleh atmosfer). Contoh sensor aktif yang paling umum pada saat ini ialah teknologi RADAR (Radio Detection and Ranging). Sistem sensor RADAR mempunyai tiga fungsi yaitu:

- Memancarkan gelombang microwave (radio) ke bidang permukaan tertentu

- Menerima beberapa bagian dari enersi yang dipancarkan balik (backscattered) oleh permukaan
- Menangkap kekuatan (detection, amplitudo) dan perbedaan waktu (ranging, phase) dari pancar balik gelombang energi.

Semua gelombang elektromagnetik berjalan sama dengan kecepatan cahaya, antara lain seperti gelombang X, cahaya tampak, dan gelombang radio. Gelombang elektromagnetik tertentu dapat dijelaskan dengan adanya medan listrik dan magnet yang berlainan. Sedangkan panjang gelombangnya dapat dibedakan dengan adanya polarisasi dan frekuensi atau panjang gelombang (berbanding terbalik dengan frekuensinya). Penginderaan jauh Radar menggunakan spektrum elektromagnetik pada bagian microwave yaitu antara frekuensi 0,3 GHz – 300 GHz atau dalam bentuk panjang gelombang dari 1 mm – 1 m.

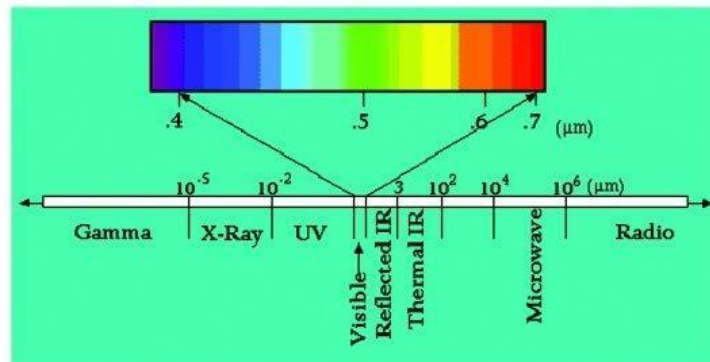
Contoh satelit dengan sensor aktif seperti RADAR yaitu Japanese Earth Resources Satellite Synthetic-Aperture Radar (JERS-SAR), Advanced Land Observing Satellite Array type L-band Synthetic Aperture Radar (ALOS PALSAR), Shuttle Radar Topography Mission(SRTM) Airborne Synthetic Aperture Radar(AIRSAR), dsb.



Gambar 22. Gelombang Elektromagnetik yang digunakan dalam Penginderaan Radar.

b. Citra dengan sensor pasif

Citra satelit dengan sensor pasif bekerja sama seperti halnya kamera dengan lensa optiknya. Citra yang direkam merupakan cahaya tampak yang kasat mata.





Gambar 23. Gelombang Elektromagnetik yang digunakan dalam Penginderaan citra satelit sensor pasif

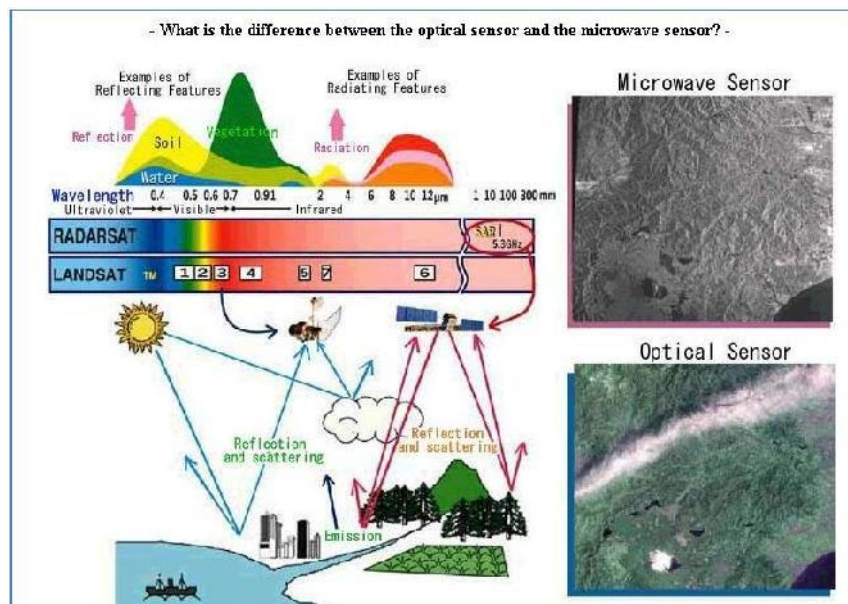
Citra satelit dengan sensor pasif tergantung pada sumber energi dari luar, yaitu matahari. Sehingga penginderaan jauh sistem pasif menerima energi yang dipantulkan dan/atau dipancarkan dari permukaan bumi. Teknologi penginderaan jauh satelit yang menggunakan sensor dengan saluran tampak mata (visible) dan inframerah.

Tabel 1. Contoh beberapa citra satelit dengan resolusinya

Citra satelit	Saluran	Resolusi spasial	Resolusi temporal	Resolusi spektral	Resolusi radiometrik
Landsat	Biru	30 m		0,4	
ETM+7	Hijau	30 m		5 - 0,52 μm	
	Merah	30 m		0,5	
	NIR	30 m	16 hari	2 - 0,60 μm	
				0,6	
				3 - 0,69 μm	
				0,7 - 0,90 μm	8 bytes

Citra satelit	Saluran	Resolusi spasial	Resolusi temporal	Resolusi spek- tral	Resolusi radiometrik
	SWIR TIR SWIR Pankromatik (VNIR)	30 m 30 m 30 m 15 m		6 1,5 5 - 1,75 μm 10,24 - 12,5 μm 2,0 8 - 2,35 μm 0,5 2 - 0,90 μm	
Spot-5	<div> <div>  </div> <div> <div>HRG</div> <div>Hijau</div> <div>Merah</div> <div>NIR</div> <div>SWIR</div> <div>Pankromatik</div> </div> </div> <div> <div>  </div> <div> <div>HRS</div> <div>Pankromatik</div> <div>Vegetation</div> <div>B0, Biru</div> <div>B2, Merah</div> <div>B3, NIR</div> <div>SWIR</div> </div> </div>	10 m 10 m 10 m 20 m 2,5 atau 5 m 10 m 1165 m 1165 m 1165 m 1165 m	26 hari	0,5 – 0,59 μm 0,6 1 – 0,68 μm 0,7 9 – 0,89 μm 1,5 8 – 1,75 μm 0,4 8 – 0,71 μm 0,4 9 – 0,69 μm 0,4 3 – 0,47 μm 0,6 1 – 0,68 μm 0,7 9 – 0,89 μm 1,5 8 – 1,75 μm	8 bytes
Ikonos-2	Biru Hijau Merah NIR	4 m 4 m 4 m 4 m	1 – 3 hari	0,4 5 – 0,52 μm 0,5 1 – 0,60 μm 0,6 3 – 0,70 μm 0,7 6 – 0,85 μm	11 bytes

Citra satelit	Saluran	Resolusi spasial	Resolusi temporal	Resolusi spektral	Resolusi radiometrik
	VNIR	1 m		0,4 5 – 0,90 μm	



Gambar 24. lustrasi sederhana perekaman data sensor aktif (Microwave) dan sensor pasif (optical)

KEGIATAN BELAJAR 3

MENGUMPULKAN YANG TERCETAK (HARDCOPY) MAUPUN SOFTCOPY SESUAI KERANGKA ACUAN KERJA.

Untuk dapat mengumpulkan data baik dalam bentuk hardcopy maupun softcopy sesuai dengan kerangka acuan kerja yang telah dibuat, maka perlu diketahui cara-cara untuk memasukkan data baik hardcopy maupun softcopy tersebut ke dalam bentuk digital. Hal ini perlu dilakukan agar data yang dimasukkan memiliki nilai dan referensi spasial yang sama. Beberapa teknik yang perlu diketahui untuk mengumpulkan data tersebut antara lain adalah dengan teknik ***Digitizing*** (mengubah data yang ada (tercetak/hard copy) ke dalam bentuk digital, ***Georeferencing, Attributing, Input Data GPS, Transformasi Koordinat*** dan membuat ***Layout***

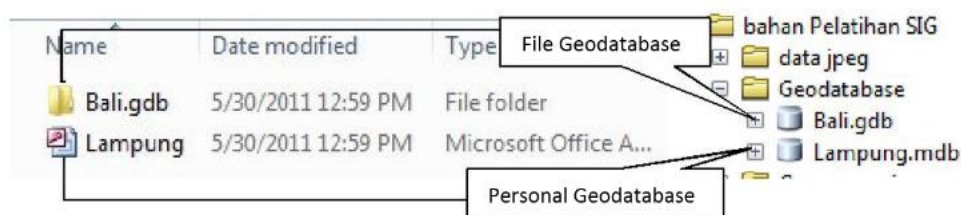
Untuk mempermudah cara kerja kegiatan di atas tersebut, maka untuk aplikasi pengumpulan data tersebut, dipakai software arcgis versi 10.

9.6. Membuat Kerangka Kerja pada SIG (Format Geodatabase)

Geodatabase adalah tempat penyimpanan data dan manajemen kerangka kerja di dalam ArcGIS. Geodatabase menggabungkan "geo" (data spasial) dengan "database" (repositori data) untuk menciptakan sebuah pusat penyimpanan data untuk penyimpanan dan manajemen data spasial. Hal ini dapat dimanfaatkan di desktop, server, atau lingkungan *mobile* dan memungkinkan untuk menyimpan data GIS di lokasi pusat (server) untuk akses dan manajemen data yang mudah.

Di dalam ArcGis, terdapat 2 tipe geodatabase, yaitu File Geodatabase dan Personal Geodatabase. Perbedaan kedua tipe ini dapat dengan mudah dilihat pada windows Explorer. Pada file Geodatabase, file berupa folder, sedangkan Person-

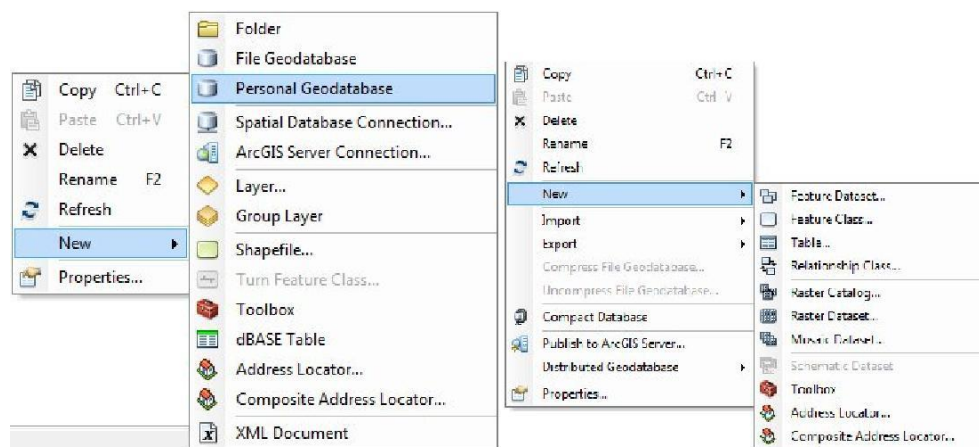
al Geodatabase file pada windows Explorer berupa format MS. Office Access Database yang jika kita buka di dalamnya, terdapat minimum ada 32 buah tabel dengan suffix GDB (geodatabase) yang bberisi misalnya : GDB_UserMetadata : berisi informasi koordinat. GDB_spatialrefs berisi informasi yang terkait koordinat juga, GDB_release info berisi informasi versi, GDB_object Classes berisi informasi registry untuk object, GDB_geomcolumn berisi informasi extent, GDB_Fieldinfo berisi informasi field-field data grafis, dll.



Gambar 25. Tampilan sederhana format geodatabase

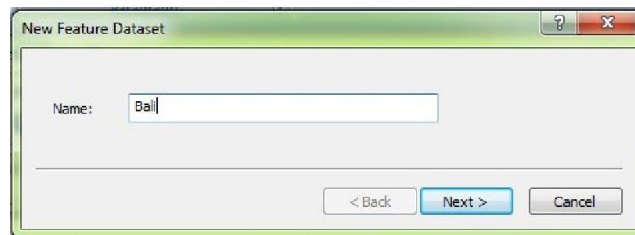
9.6.1. Pembuatan file Geodatabase

1. Klik kanan pada view di **ArcCatalog** > **New** > **Personal Geodatabase**.



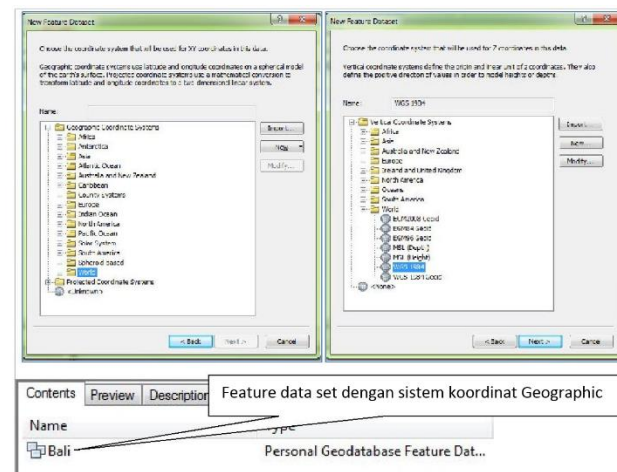
Gambar 26. Pembuatan Geodatabase dengan isi feature dataset

2. Di dalam **Personal geodatabase**, buat **feature dataset**.



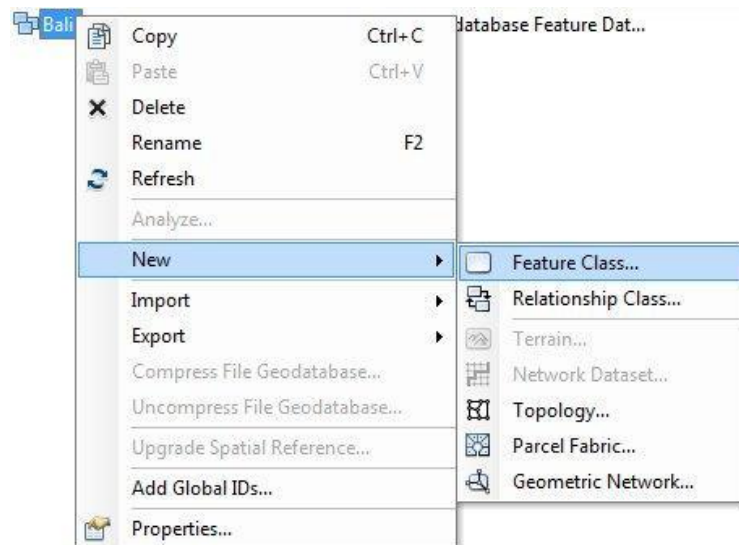
Gambar 27. Penamaan Feature Dataset dalam Geodatabase

3. Pilih sistem koordinat data yang akan dibuat / digunakan , misalnya Geografis WGS 1984.



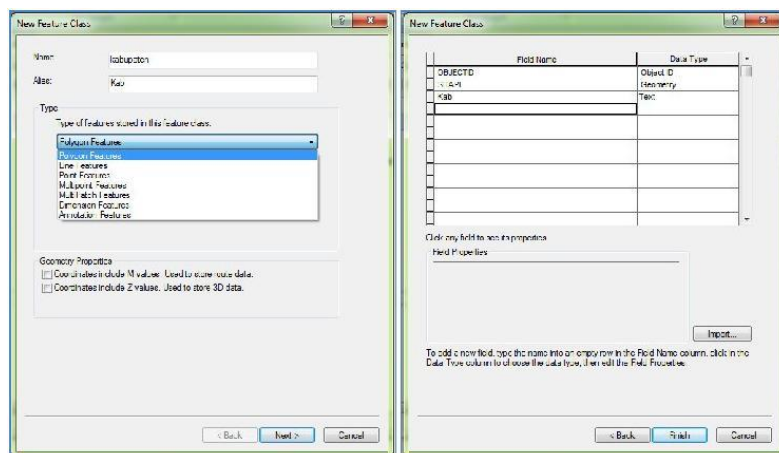
Gambar 28. Pendefinisian koordinat pada Feature Dataset

4. Buat *feature class*, yang merupakan file-file di dalam *feature dataset*. *Feature* yang dibuat akan secara otomatis memiliki sistem koordinat yang sama dengan sistem koordinat *feature dataset*nya.








Gambar 29. Pembuatan Feature Class dalam Feature Dataset

5. Pengaturan attribute data



Gambar 30. Pengaturan Attribute dalam Feature Class

Contents		Preview	Description
Name		Type	
 Jalan		Personal Geodatabase Feature Class	
 kabupaten		Personal Geodatabase Feature Class	
 Kota		Personal Geodatabase Feature Class	
 Penutupan_Lahan		Personal Geodatabase Feature Class	
 Sungai		Personal Geodatabase Feature Class	

Gambar 31. Tampilan Feature Class dalam Feature Dataset dengan format Geodatabase

Untuk langkah digitalisasinya, sama dengan digitalisasi di dalam format *Shape-file*.

KEGIATAN BELAJAR 4

HARDWARE DAN SOFTWARE DALAM SIG

9.7. Software (Perangkat Lunak) pada SIG

Perangkat lunak adalah istilah umum untuk data yang diformat dan disimpan secara digital, termasuk program komputer, dokumentasinya, dan berbagai informasi yang bisa dibaca dan ditulis oleh komputer.

Di bawah ini ada beberapa contoh macam perangkat lunak, yaitu:

- a. Perangkat lunak aplikasi (*application software*) seperti pengolah kata, lembar tabel hitung, pemutar media, dan paket aplikasi perkantoran seperti OpenOffice.org.
- b. Sistem operasi (*operating system*) misalnya Ubuntu.
- c. Perkakas pengembangan perangkat lunak (*software development tool*) seperti Kompilator untuk bahasa pemrograman tingkat tinggi seperti Pascal dan bahasa pemrograman tingkat rendah yaitu bahasa rakitan.
- d. Pengendali perangkat keras (*device driver*) yaitu penghubung antara perangkat perangkat keras pembantu dan komputer adalah software yang banyak dipakai di swalayan dan juga sekolah, yaitu penggunaan *barcode scanner* pada aplikasi database lainnya.
- e. Perangkat lunak menetap (*firmware*) seperti yang dipasang dalam jam tangan digital dan pengendali jarak jauh.
- f. Perangkat lunak bebas (*free 'libre' software*) dan Perangkat lunak sumber terbuka (*open source software*)
- g. Perangkat lunak gratis (*freeware*)
- h. Perangkat lunak uji coba (*shareware* / *'trialware'*)
- i. Perangkat lunak perusak (*malware*)

Dalam software SIG, system yang software yang dibuat merupakan system yang terintegrasi dengan fungsi :

- Pembuatan

- Manajemen
- Retrieval
- Manipulasi
- Display
- Analisis
- Integrasi data

Komponen utama pada software Sig dapat dibagi atas :

- Capture data dan editing
 - Digitizing
 - Scanning
- Struktur data dan restrukturisasi
 - Konstruksi topologi
 - Pengkodean raster (run length, quadtree)
 - Konversi data
 - Rasterisasi & vektorisasi
 - Antar system SIG
- Manajemen dan manipulasi data
 - Fungsi database
 - Selective retrieval
 - Statistical summary
 - Relation functional
 - Map Display
 - Map browse
 - Spatial query
 - Mapping utilities
- Integrasi data
 - Analisa jaringan
 - Pemodelan via map algebra
 - Customization tool (seperti Bahasa pemrograman makro dan template)

Terdapat berbagai macam software yang beredar saat ini baik yang bersifat freeware (gratis, biasanya di bangun di universitas ataupun perusahaan nirlaba), maupun dengan cara membeli dari perusahaan-perusahaan ternama.

Beberapa pemain utama software SIG adalah sebagai berikut :

- **ESRI, Inc**
 - Gis komersial dengan produk Arcinfo tahun 1981
 - Dimiliki oleh Jack Dangermond
 - Banyak digunakan di pemerintahan, pendidikan, utilitas dan logistic bisnis
- **Mapinfo**
 - Pendatang baru pada awal tahun 1990, namun sekarang telah eksis
 - Banyak digunakan dalam bisnis terutama seleksi tempat, marketing dan telekomunikasi
- **Intergraph**
 - Awalnya digunakan untuk hardware/software CAD
 - UNIX-based MGE (modular GIS Enviroment) yang dikembangkan dari CAD
 - GeoMedia adalah SIG MS Windows based pertama
 - Banyak digunakan dalam desain, pekerjaan public dan manajemen fasilitas
- **Bentley System**
 - MicrostationGeographics, awalnya dikembangkan dengan intergraph, sekarang menjadi produk sendiri
 - Banyak digunakan dalam engineering sebagai “geoengineering”
- **Autodesk**
 - Merupakan PC-based CAD, tetapi sekarang lebih dominan sebagai supplier CAD
 - Produk pertama GIS AutoCAD Map diperkenalkan tahun 1996

- Terutama untuk bisnis kecil atau berbasis konsumen kota kecil

Ada beberapa macam perangkat lunak dalam SIG yaitu :

1. **ArcView**

ArcView merupakan salah satu perangkat lunak Sistem Informasi geografi yang di keluarkan oleh ESRI (*Environmental Systems Research Intitute*). ArcView dapat melakukan pertukaran data, operasi-operasi matematik, menampilkan informasi spasial maupun atribut secara bersamaan, membuat peta tematik, menyediakan bahasa pemograman (*script*) serta melakukan fungsi-fungsi khusus lainnya dengan bantuan *extensions* seperti *spasial analyst* dan *image analyst* (ESRI).

ArcView dalam operasinya menggunakan, membaca dan mengolah data dalam format Shapefile, selain itu ArcView juga dapat memanggil data-data dengan format BSQ, BIL, BIP, JPEG, TIFF, BMP, GeoTIFF atau data grid yang berasal dari ARC/INFO serta banyak lagi data-data lainnya. Setiap data spasial yang di panggil akan tampak sebagai sebuah *Theme* dan gabungan dari *theme-theme* ini akan tampil dalam sebuah *view*. ArcView mengorganisasikan komponen-komponen programnya (*view, theme, table, chart, layout* dan *script*) dalam sebuah *project*. *Project* merupakan suatu unit organisasi tertinggi di dalam ArcView. Salah satu kelebihan dari ArcView adalah kemampuannya berhubungan dan berkerja dengan bantuan *extensions*. *Extensions* (dalam konteks perangkat lunak SIG ArcView) merupakan suatu perangkat lunak yang bersifat “*plug-in*” dan dapat diaktifkan ketika penggunaanya memerlukan kemampuan fungsionalitas tambahan (Prahasta). *Extensions* bekerja atau berperan sebagai perangkat lunak yang dapat dibuat sendiri, telah ada atau dimasukkan (*di-instal*) ke dalam perangkat lunak ArcView untuk memperluas kemampuan-kemampuan kerja dari ArcView itu sendiri. Contoh-contoh *extensions* ini seperti *Spasial Analyst, Edit Tools v3.1, Geoprocessing, JPGE (JFIF) Image Support, Legend Tool, Projection Utility Wizard, Register and Transform Tool* dan *XTools Extensions*.

Kelemahan dari arcview antara lain :

- a. **ArcGIS** perlu spek hardware yang lebih tinggi. Dalam bahasa yang simple, ArcGIS lebih berat.
- b. ArcGIS secara default tidak support multi View dan multi layout. Ini sangat menyulitkan pembuatan peta masal seperti Peta kegiatan GNRHL

- c. Penggunaan ArcGIS akan efisien jika menggunakan beberapa software yang lain selain ArcMap yang dibuka bersama, misalnya ArcCatalog, Windows Explorer, dan Notepad
- d. ArcGIS tidak 100% persen kompatibel dengan ArcView 3x. Proses migrasi akan sangat revolusioner, seperti migrasi dari MS Word 2003 ke MS Word 2007.
- e. Tool ArcView tidak memiliki counterpart di ArcGIS. Pengguna ArcView 3x yang sudah dimanjakan oleh XTools, ET36, dan X-ArcInfo Extension akan kebingungan mencari fungsi-fungsi yang sangat sering dipakai di ArcView. Di ArcGIS terdapat Xtool dan ET tetapi berbayar.

ArcView mengorganisasikan project beserta tools yang tersedia kedalam bentuk sistem windows, menu, button, dan icon. Setiap tipe dokumen (view, table, chart, layout, dan script) ArcView memiliki tampilan yang berbeda. Struktur tampilan pada ArcView terdiri dari :

- a. Project adalah suatu unit organisasi tertinggi di dalam ArcView GIS. Sebuah project berisi pointers yang merujuk pada lokasi fisik (direktori dalam disk) di mana dokumen-dokumen tersebut disimpan.
- b. Theme adalah suatu bangunan dasar system ArcView.
- c. View merupakan sebuah peta interaktif yang dapat digunakan untuk menampilkan, memeriksa, memilih dan menganalisa data grafis.
- d. Table digunakan untuk menampilkan informasi tentang fature yang ada di dalam suatu view.
- e. Chart merupakan sebuah grafik yang menyajikan data tabular.
- f. Layout digunakan untuk mengintegrasikan dokumen (view, table, chart) dengan elemen-elemen grafik yang lain di dalam suatu window tunggal guna membuat peta yang akan dicetak.
- g. Script merupakan sebuah bahasa pemrograman dari Arcview yang ditulis ke dalam bahasa Avenue.

2. ArcGIS

Arcgis explorer adalah layanan sejenis google earth yang di tujukan sebagai viewer data spasial.Membuat peta (project) dengan arcgis mungkin cukup menyenangkan dan mudah.

Kelemahan ArcGIS adalah :

- a. ArcGIS lebih disupport oleh ESRI.
- b. ArcGIS lebih disupport oleh ESRI.ArcView 3x adalah produk lawas yang tanggal kadaluwarsanya tinggal menunggu waktu.
- c. ArcView lebih mudah crash dibandingkan ArcGIS
- d. ArcGIS lebih kompatible dengan VISTA dibandingkan dengan ArcView
- e. ArcGIS lebih mendukung banyak tipe file dibandingkan dengan ArcGIS, baik itu tipe file spasial ataupun file attribut.
- f. ArcGIS memiliki tingkat kustomisasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan ArcView. Kesan pertama user akan menemukan sebaliknya bahwa ArcGIS sangat susah di"utak-atik" padahal sesungguhnya di dalam ArcGIS lebih mudah.
- g. Support Geodatabase. Ini sangat penting jika arah pengembangan GIS adalah menggunakan geodatabase, tidak cuma shapefile yang konvensional.
- h. Labelling yang lebih smart.
- i. Non-Graphical Grid.
- j. Compatible dengan banyak bahasa pemrograman.

3. Map server

MapServer adalah aplikasi *Open Source* yang memungkinkan sebuah data peta diakses melalui web. Teknologi ini pertama kali dikembangkan oleh Universitas Minesotta Amerika Serikat. Hadirnya MapServer menjadikan pekerjaan membuat Peta Digital menjadi lebih mudah dan interaktif. Interaktif peta disini diartikan bahwa pengguna dapat dengan mudah melihat dan mengubah tampilan peta seperti zoom, rotate, dan menampilkan informasi (seperti menampilkan info jalan) dan analisis(seperti menentukan rute perjalanan) pada permukaan geografi.

Map Server bekerja secara berdampingan dengan aplikasi web server. Web Server menerima request peta melalui MapServer. MapServer mengenerate request terhadap peta dan mengirimkannya ke web server seperti pada gambar berikut:

Fungsi utama dari MapServer adalah melakukan pembacaan data dari banyak sumber dan menempatkannya kedalam layer-layer secara bersamaan menjadi file graphic. Salah satu layernya bisa saja berupa gambar satelit. Setiap layer saling overlay satu dengan lainnya dan ditampilkan kedalam web browser. Mapserver menghasilkan keluaran berupa *file graphic* berdasarkan masukan yang diberikan oleh user. Komponen kuncinya adalah *MapServer executable* yang terdiri dari CGI program, file peta, sumber data dan output gambar. Perangkat lunak lain dalam SIG yaitu Arc Info, Map Info, dan Map publisher

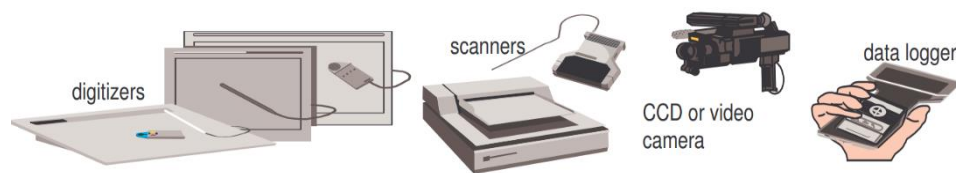
9.8. Hardware (Perangkat Keras) pada SIG

Hardware pada SIG terdiri dari beberapa bagian yaitu :

1. Input
2. Platform
3. Performansi
4. Mode Pemrosesan
5. Output

9.8.1. Sistem Input

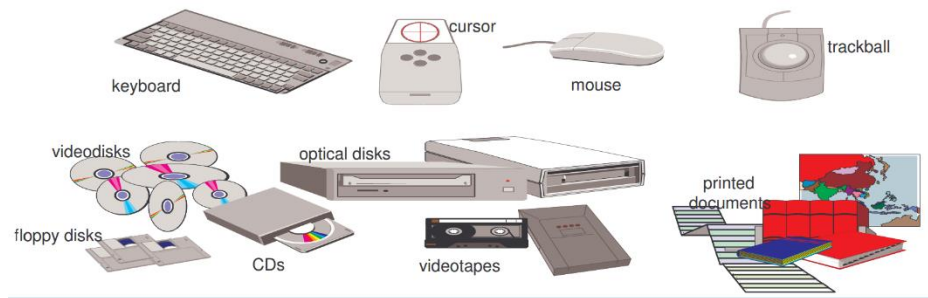
Untuk mendapatkan data dari berbagai sumber baik berupa peta maupun non peta, maka dibutuhkan berbagai macam. Terdapat berbagai macam peralatan utama yang merupakan alat utama yang memiliki I/O system tersendiri untuk mendapatkan data dalam bentuk digital seperti : digitizer, scanner, kamera CCD, stereo plotter, data logger, GPS.



Gambar 32. System input pada GIS yang memiliki I/O tersendiri

Selain dari system input diatas, juga terdapat system input yang merupakan bagian dari perangkat keras pada system computer itu sendiri, yang dapat dikategorikan didasarkan pada :

- Metoda input
Contoh peralatan tersebut adalah keyboard, cursor, mouse, track ball
- Media input
Contoh peralatan tersebut adalah disk, cd, video dan printed document



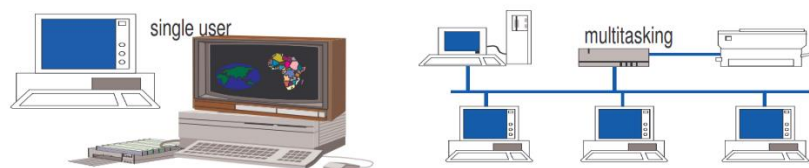
Gambar 33. Hardware pada SIG menurut metoda dan media input

9.8.2. Platform/Pemroses

Platform dapat didefinisikan secara sederhana sebagai tempat /system yang dibuat untuk menjalankan perangkat lunak. Hal ini tentunya sangat berkaitan dengan kebutuhan pekerjaan yang akan dilaksanakan, bagaimana untuk mengerjakannya (mulai dari system input sampai output yang akan dihasilkan) dan seberapa besar dana, data, personal dan waktu yang tersedia.

Berdasarkan atas jumlah orang dan system yang akan mengerjakan pekerjaan SIG tersebut, maka platform dapat dibagi atas :

- Single user : memakai personal computer, workstation
- Multitasking : memakai system LAN



Gambar 34. Platform hardware pada SIG

9.8.3. Performansi

Performansi pada pengerjaan SIG sangat banyak ditentukan oleh pemilihan jenis perangkat keras yang dipakai. Beberapa perangkat keras yang berpengaruh pada performansi adalah :

- Kecepatan pemrosesan (frekwensi CPU dalam hertz, Kilohertz, MegaHZ, GigaHz)
- Memori yang bekerja (Kilobyte, Mega B, GigaB)

- Kapasitas penyimpanan disk (KB, MB, GB, TB)
- I/O throughput (KH, MH, GH)
- Resolusi Layar (CRT, RGB)
- Sistem Operasi (MS-DOS, OS/2, UNIX, VMS)

9.8.4. Mode Pemrosesan

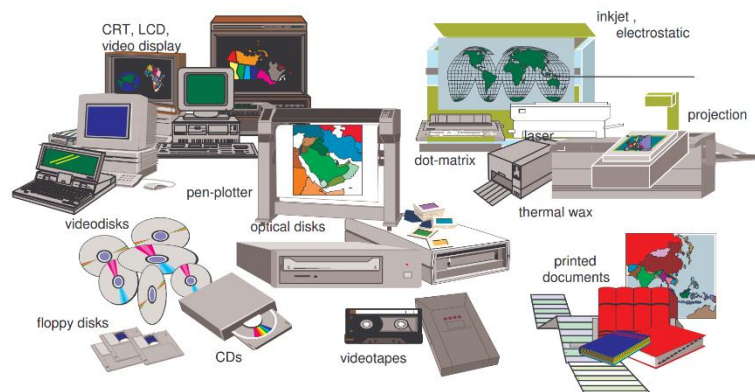
Berdasarkan cara untuk proses data yang telah terdapat pada software SIG, maka jenis hardware dapat dibagi :

- Perintah melalui keyboard
- Menu melalui keyboard atau pointing device (cursor atau mouse)
- Icon (symbol gambar windows, touch panel)

9.8.5. Output

Output yang dihasilkan dapat dibagi atas :

- Data display/printing devices untuk data peta dan non peta
 - Raster based (CRT, LCD, Video Display, Projection, dotmatrix, inkjet, thermal wax, slide, electrostatic)
 - Vector based (pen plotter)
- Media output (disk, SD, Analog (video, slides, films, papers))



Gambar 35. Hardware output pada SIG

KEGIATAN BELAJAR 5

SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DENGAN PERANGKAT LUNAK

Untuk menampilkan sistem informasi geografis sangat bergantung pada input yang diperoleh yang dilakukan dan proses analisa yang dibuat. ***Pada sub bab berikut akan dijelaskan analisa yang dapat dilakukan serta informasi sistem geografi yang dihasilkan dengan analisis tersebut.***

Adapun software yang dipakai dalam analisis dan tampilan yang dihasilkan adalah ArcGis versi 10.

9.9. Aplikasi dan Tampilan Sistem Informasi Geografi

Untuk bagian ini akan disampaikan beberapa tulisan yang dapat menggambarkan

aplikasi sistem informasi geografis dibidang yang terkait dengan kehutanan dalam

arti luas. Tulisan-tulisan yang kami sampaikan ini hanya merupakan beberapa contoh yang dapat diunduh secara gratis di Internet. Diharapkan mahasiswa dapat

memperkaya wawasannya dengan mencari lebih banyak contoh-contoh yang ada.

9.9.1 Perkembangan Pemanfaatan Aplikasi Sistem Informasi Geografis untuk pengelolaan hutan

Tulisan ini disampaikan oleh Belinda Arunarwati dan Lely Rulia Siregar.

Selengkapnya isi tulisan ini adalah sebagai berikut.

9.9.1.1. Pendahuluan

Pengelolaan sumber daya hutan merupakan tugas dan tanggung jawab Departemen Kehutanan. Dalam pelaksanaannya, tugas dan tanggung jawab tersebut perlu didukung suatu prakondisi pengelolaan hutan di Indonesia yang mantap, antara lain melalui tersedianya data dan informasi sumber daya hutan yang akurat, terintegrasi, dan mutakhir. Badan Planologi Kehutanan selaku salah satu unit kerja dalam Departemen Kehutanan berwenang dan bertanggung jawab untuk mengelola data dan informasi sumber daya hutan.

Data sumber daya hutan bersifat dinamis dan berubah sesuai dengan kebutuhan dan waktu. Data ini terbagi dalam dua kategori utama yaitu bersifat keruangan (spasial) dan berupa angka atau keterangan (non spasial). Mengingat volume data yang besar dan adanya tuntutan untuk selalu memutakhirkan sesuai dengan perubahan dan kebutuhan yang terjadi, serta konsistensinya, maka pengelolaan data sumber daya hutan di Departemen Kehutanan telah dilakukan dengan memanfaatkan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG).

Dengan latar belakang perlunya informasi mengenai perkembangan aplikasi SIG di Departemen Kehutanan dalam kaitannya dengan kemampuan untuk mengatasi berbagai permasalahan yang dihadapi, maka makalah ini disusun dengan membahas kondisi dan arah pengembangan sistem informasi geografis di bidang kehutanan.

9.9.1.2 SIG untuk pengelolaan hutan

A. Aplikasi SIG

Pembangunan SIG di lingkup Departemen Kehutanan telah dimulai pada awal 1989 dengan dilaksanakannya proyek Inventarisasi Hutan Nasional (NFI). Optimalisasi pemanfaatan perangkat SIG telah dilakukan untuk hal-hal sebagai berikut :

O Penyusunan Basis data spasial kehutanan

Seluruh data digital spasial dikelola secara sistematis dalam bentuk library dengan unit akses (tile) propinsi, sehingga akses terhadap data dapat dilakukan dengan mudah dan cepat. Melalui Jaringan lokal yang ada data tersebut dimungkinkan untuk diakses dari tempat lain di lingkup intern departemen. Data dalam library selengkapnya adalah sebagai berikut :

- a. Informasi dasar dalam arti umum : batas perairan dan daratan, jaringan jalan, jaringan sungai, anotasi, kontur dan administrasi propinsi dan kabupaten
- b. Informasi dasar kehutanan : fungsi kawasan, penutupan lahan dan Daerah Aliran Sungai (DAS)
- c. Informasi tematik kehutanan ; Hak Pengusahaan Hutan (HPH), Hutan Tanaman Industri (HTI), Pelepasan kawasan untuk budidaya pertanian, dan transmigrasi
- d. Kondisi fisik lahan : Jenis tanah, Sistem lahan.

O Monitoring

Sebagian besar dari data tersebut pada point 1 merupakan data yang cepat berubahannya sehingga secara teratur dilakukan updating guna menyajikan informasi yang selalu terkini. Oleh karena itu beberapa data tersedia secara time series sehingga dimungkinkan untuk dilakukan monitoring untuk mengetahui perubahan yang telah terjadi dan kecenderungan perubahan yang akan terjadi.

Contoh monitoring yang dilakukan adalah terhadap penutupan lahan 1990, 1997 dan 2000, sehingga diketahui perubahan penutupan lahan berhutan per tahun pada setiap propinsi.

O Pengambilan keputusan

- a. Penentuan kawasan

Pada waktu yang lalu penentuan fungsi kawasan sudah dilakukan dengan menggunakan SIG walaupun masih sangat sederhana, yaitu dengan menumpang-susunkan peta dan penghitungan dilakukan dengan kalkulator.

Pada saat ini penentuan kawasan dilakukan melalui kegiatan overlay data tanah, lereng dan curah hujan. Analisa dilakukan secara komprehensif, karena tidak hanya sekedar mengoverlaykan peta tersebut tetapi juga menganalisis secara numerik dengan memberikan kelas dan pembobotan untuk sampai pada fungsi kawasan.

- b. Rehabilitasi kawasan hutan dan lahan

Kawasan hutan dan lahan yang perlu dilakukan rehabilitasi diperoleh melalui analisa spasial (overlay) kawasan hutan, kelompok penutupan lahan, prioritas dari suatu das dan batas administrasi, sehingga diperoleh informasi

luas dan penyebaran kawasan yang harus direhabilitasi pada suatu kabupaten ataupun propinsi diseluruh Indonesia

o Modelling

Kegiatan modeling dilakukan untuk kebakaran hutan dengan mengambil lokasi di propinsi Kalimantan Timur. Modelling tingkat kerawanan kebakaran hutan tersebut disusun dengan pertimbangan bahwa propinsi tersebut mempunyai sejarah kebakaran hutan yang terburuk di Indonesia. Kriteria yang dipertimbangkan dalam pembuatan model ini adalah sebaran titik api (hot spot), kawasan hutan dan perkembangan tata batasnya, penutupan lahan dengan NDVI, serta penggunaan lahan (HPH, HTI, pelepasan untuk kebun dan transmigrasi). Pada waktu yang lalu kegiatan ini memang mendapat porsi yang sedikit, karena sebagian besar waktu, biaya dan tenaga tercurah untuk menyusun basis data, dan bagaimana mengoptimalkan data yang ada untuk menyelesaikan masalah di kehutanan.

B. Pengembangan kebijakan

Kegiatan pengelolaan sistem informasi geografis Departemen Kehutanan dilaksanakan oleh masing-masing unit eselon I teknis. Meskipun demikian mengingat tugas dan wewenang serta tingkat pengembangannya yang telah dimulai lebih awal yaitu dengan adanya proyek NFI maka pengembangan SIG di Departemen Kehutanan lebih dipusatkan di Badan Planologi Kehutanan. Selain itu sesuai dengan tugas dan kewenangannya, unit pengelola SIG di Badan Planologi Kehutanan akan terus dikembangkan sebagai pusat/simpul data spasial kehutanan.

Dimasa mendatang pusat/simpul data tersebut tidak hanya melayani kebutuhan akan informasi kehutanan lingkup departemen, akan tetapi juga untuk memenuhi kebutuhan antar instansi diluar departemen. Dengan demikian Badan Planologi Kehutanan dapat berperan sebagai salah satu simpul jaringan SIGNAS yang berwenang sebagai pusat dan “clearing house” data dan informasi kehutanan.

Sampai dengan akhir tahun 1999, masing-masing eselon I teknis Departemen Kehutanan telah membangun SIG dan memanfaatkannya sesuai dengan permasalahan yang dihadapi. Aplikasi pemanfaatan SIG boleh berbeda (sesuai dengan

tupoksi) tetapi data dasar yang digunakan harus sama, sehingga pada waktunya akan diintegrasikan tidak menjadi masalah. Tahun 2000 semakin gencar pembangunan dan penyempurnaan SIG daerah, khusus Badan Planologi Kehutanan melalui Balai Inventarisasi dan Perpetaan Hutan (BIPHUT : ada 10 BIPHUT untuk seluruh Indonesia) dan Sub BIPHUT (yang tersebar diseluruh propinsi) pada waktu itu. Kebijaksanaan pembangunan GIS daerah tersebut sejalan dengan rencana kebijakan otonomi daerah, dimana diharapkan setiap unit pengelola GIS daerah, terutama BIPHUT dan Sub BIPHUT dapat berperan sebagai perpanjangan Badan Planologi di daerah dalam fungsi sebagai pusat dan "clearing house" data dan informasi kehutanan.

Sebagai tindak lanjut peran "clearing house" tersebut Badan Planologi Kehutanan telah menyampaikan data dasar digital kepada seluruh unit pengelola SIG di pusat dan daerah, dengan tujuan agar data tematik yang dihasilkan oleh masing-masing unit pengelola SIG tersebut, mempunyai keseragaman atau dasar yang sama.

C. Kebijakan Otonomi Daerah

Dengan berlakunya kebijakan otonomi daerah, terjadi perubahan organisasi di daerah yang sangat berpengaruh pada rencana pembangunan SIG daerah sebagaimana yang telah disusun. Sub BIPHUT yang tersebar diseluruh propinsi, ada yang lebur dan bergabung dengan dinas kehutanan propinsi, ataupun dengan dinas kehutanan kabupaten. Sedangkan 10 BIPHUT yang ada berubah menjadi BPKH (balai Pemantapan Kawasan Hutan), dan dengan ditambahkannya 1 BPKH lagi yang berwilayah untuk seluruh Jawa, maka jumlah BPKH menjadi 11. BPKH tersebut tetap direncanakan sebagai perpanjangan tangan Badan Planologi Kehutanan dengan fungsinya sebagai simpul data dan informasi kehutanan di daerah. Namun demikian dikarenakan BPKH tidak ada pada setiap propinsi, maka terjadi kesulitan didalam menjalankan perannya sebagai simpul di daerah.

Selain itu perlu dicermati pula bahwa banyak instansi sektor kehutanan maupun non kehutanan (seperti BPN, Kimpraswil, dan BPS di pusat, ataupun Dinas Kehutanan Propinsi, Dinas Kehutanan Kabupaten, dan BAPEDA di daerah) juga te-

lah dan sedang membangun serta mengaplikasikan SIG untuk kepentingan masing-masing dengan cakupan wilayah kerja yang sama. Bahkan beberapa instansi di pusat pada saat ini telah banyak mengumpulkan data dan informasi sesuai dengan bidang tugas dan wilayah kerja yang menjadi tanggungjawabnya. Sedangkan beberapa instansi di daerah sedang berusaha untuk terus mengumpulkan atau membangun data dan informasi sesuai dengan bidang tugas dan wilayah kerjanya.

Kondisi yang terjadi adalah masing-masing unit pengelola SIG telah membangun basis data sesuai dengan wilayah cakupan kerjanya, baik cakupan nasional maupun regional dengan tema yang bervariasi. Mengingat permasalahan kehutanan yang semakin kompleks, dengan banyaknya kepentingan yang harus dipertimbangkan, telah mendorong perlunya penyusunan data dan informasi yang lebih komprehensif. Terlebih apabila diperkirakan bahwa pada beberapa tahun mendatang, masih akan terus banyak kegiatan yang terutama akan diarahkan pada pembangunan basis data secara digital, sesuai dengan kebutuhan masing-masing sektor ataupun lembaga.

9.9.1.3 Masalah yang dihadapi

Akan timbul ketidak efisienan dan kurang efektifan jika masing-masing unit pengelola SIG, baik itu di pusat (antar eselon I teknis Departemen kehutanan dan antar instansi/lembaga lain) maupun di daerah (antar propinsi dan antara kabupaten) mengembangkan sistem yang ada tanpa koordinasi dengan pengelola SIG yang lain. Kesamaan peran sebagai pengelola SIG sesungguhnya bukanlah menjadikan suatu masalah, dan tidak perlu dihindari, karena pada dasarnya SIG kabupaten, propinsi, dan pusat dalam tiap eselon I yang ada merupakan subsistem-subsistem dari sistem SIG yang lebih besar yaitu SIG-Kehutanan.

Hal yang perlu diutamakan adalah koordinasi dan penyeragaman persepsi dalam mengelola data SIG kehutanan, minimal untuk penyeragaman data dasar. Walaupun detail dapat dibuat secara berbeda, sesuai dengan kepentingannya masing-masing, namun data yang dipergunakan sebagai dasar haruslah selalu sama. Untuk koordinasi antar pengelola SIG tersebut, baik di pusat maupun di daerah, diperlukan suatu peraturan berjenjang yang mengatur tata hubungan kerja dan

keterkaitan data dan informasi SIG yang dikelola oleh masing-masing pengelola SIG tersebut. Sedangkan untuk menyeragamkan persepsi yang menyangkut berbagai aspek data spasial sebagai input maupun output utama dalam SIG, perlu dibuat pembakuan kodifikasi data spasial serta hal-hal yang berkaitan dengan data spasial. Diharapkan jika peraturan berjenjang yang sesuai, dan pembakuan ini diterapkan secara bersama, maka komunikasi pengguna SIG di kalangan Kehutanan akan dapat berjalan dengan optimal.

Permasalahan tersebut di atas tidak semuanya dapat diatasi oleh lembaga di lingkup Departemen Kehutanan saja, keterlibatan instansi luar terutama untuk masalah layer dasar seluruh wilayah Indonesia masih tetap diperlukan. Peranan BAKOSURTANAL selaku koordinator survey dan pemetaan nasional untuk memecahkan masalah ini sangat diharapkan.

Permasalahan-permasalahan yang terjadi di Departemen Kehutanan pada saat ini kemungkinan besar juga mencerminkan kondisi pengelolaan SIG dilingkup nasional. Hal ini dapat dilihat dari kurangnya informasi tentang apa yang telah dilakukan oleh masing-masing institusi dalam melaksanakan pengelolaan SIG dan tingkat pertukaran data yang masih rendah antar instansi.

9.9.1.4. Pengembangan lebih lanjut

Pengelolaan data tersebar dengan pengendalian terpusat merupakan suatu konsep yang akan dilaksanakan untuk mengantisipasi permasalahan kesenjangan koordinasi antar pengelola data SIG. Konsep tersebut akan diterapkan dengan cara dibentuk pusat-pusat atau simpul-simpul data di tiap daerah dengan peran dan tanggungjawab masing-masing yang saling melengkapi, dan dibangun suatu sistem jaringan yang kuat serta komprehensif diantara simpul-simpul tersebut, dan antara simpul-simpul tersebut dengan pusat.

Selanjutnya perlu semakin ditekankan perlunya pembuatan model-model analisa SIG untuk kepentingan pemantauan sumber daya hutan, seperti misalnya indikasi areal illegal logging, model deforestasi, dsb. Dengan sistem pengelolaan tersebut,

aplikasi SIG secara berjenjang dan komprehensif, termasuk pembuatan model untuk suatu kebutuhan tertentu menjadi sangat terbantu.

A. Mekanisme

Pengelolaan dan pengembangan SIG bidang Kehutanan memerlukan keterlibatan dan peranan beberapa instansi atau lembaga terkait baik yang berasal dari dalam Departemen sendiri maupun dari luar. Dilihat dari fungsinya maka lembaga tersebut dapat berfungsi sebagai pemasok ataupun pengguna data dan informasi kehutanan.

Adanya keterkaitan antar lembaga ini memerlukan suatu mekanisme pengaturan hubungan yang menyangkut koordinasi dan mekanisme pertukaran data. Walaupun koordinasi dilakukan secara formal melalui pertemuan-pertemuan yang bersifat sporadis maupun hubungan interpersonal antar pengelola SIG, peraturan yang berlandaskan hukum yang jelas dan memayungi seluruh kegiatan yang ada dalam bentuk Keppres ataupun undang-undang sangatlah diperlukan.

Sementara itu mekanisme pertukaran data di lingkup Departemen Kehutanan telah dapat dilakukan relatif secara lancar mengingat hal ini dilaksanakan di lingkup sendiri dan telah adanya pembakuan kodifikasi data spasial di lingkup Departemen Kehutanan. Untuk mengatasi permasalahan karena adanya beberapa sumber peta dasar tersebut, Departemen Kehutanan telah mencoba menentukan skala prioritas penggunaan peta dasar berdasarkan ketersediaan peta. Prioritas tersebut dimulai dengan Peta RBI disusul dengan Peta Topografi dan Peta JOG, kalau ketiganya tidak ada baru digunakan peta yang lain misalnya peta RePPProT.

Tata laksana pengelolaan data SIG tidak saja mengatur masalah mekanisme pertukaran data akan tetapi secara tidak langsung akan merangsang adanya standarisasi data. Hal ini dikarenakan pertukaran data perlu didukung oleh data yang berstandar.

Mekanisme pertukaran data tidak saja diperlukan oleh pengelola data SIG akan tetapi juga oleh pengguna. Mekanisme ini akan terlaksana dengan baik apabila semua pihak bersepakat dalam beberapa hal sebagai berikut :

1. Standar skala peta optimal untuk level yang berbeda
2. Kode yang sama untuk obyek yang sama
3. Keunikan tugas pokok dan fungsi masing-masing instansi sehingga tidak timbul duplikasi data
4. Legalitas suatu data dari sektor tertentu
5. Media koordinasi pertukaran.
6. Prosedur pemanfaatan atau pertukaran data

B. Standardisasi

Kodefikasi data spasial yang baku sangat dibutuhkan untuk memberi arah penyusunan basis data serta menjamurnya perkembangan SIG baik di Departemen Kehutanan, maupun di daerah yang berkaitan dengan sektor kehutanan. Badan Planologi sebagai instansi yang bertanggungjawab terhadap inventarisasi hutan dan penataan kawasan sudah lebih dari sepuluh tahun mengoperasikan SIG dalam menunjang kegiatannya terutama dalam Inventarisasi Hutan Nasional (NFI). Sudah banyak tema baik secara nasional maupun parsial (pulau) disusun dan dimanfaatkan oleh berbagai instansi intern dan extern Departemen kehutanan. Untuk terus mendukung optimalisasi pemanfaatannya, dipandang perlu untuk menyusun kode baku untuk membaca maupun berkomunikasi antar pengguna, penyumbang maupun pengelola data spasial.

Diharapkan dengan adanya pembakuan ini masing-masing instansi juga akan jelas tugas dan kewajibannya dalam menyusun basis data serta data yang disusun sesuai dengan pembakuan yang ada, sehingga selalu komunikatif dengan pengguna SIG lain. Di sisi lain, dengan adanya pembakuan kodefikasi data spasial juga diharapkan dapat menyadarkan bahwasannya SIG yang ada merupakan subsistem dari Informasi Geografis yang lebih luas yaitu sistem informasi geografis Kehutanan sehingga pada gilirannya akan mengakselerasi penyusunan basis data secara nasional di bidang kehutanan.

Perlu disadari pula bahwasanya pada tingkat tertentu pada saat ini masing-masing instansi telah memiliki basis data, yang mungkin belum sesuai dengan kodefikasi yang ada. Untuk itu agar tidak menambah kesimpangsiuran komunikasi data digital pada saat ini dan di kemudian hari, akan lebih baik jika secepat mungkin masing-masing melaksanakan penyeragaman sesuai dengan standarisasi yang ada.

Kodefikasi dari layer yang digunakan di suatu instansi/unit pengelola SIG mungkin sekali belum tercakup dalam standarisasi, oleh karena itu peran aktif pengguna GIS sangat diharapkan untuk menginformasikan ke Badan Planologi kehutanan cq Pusat Perpetaan Kehutanan agar betul betul diperoleh standarisasi yang komprehensif untuk Departemen Kehutanan.

Untuk memacu standardisasi data digital spasial di Departemen Kehutanan telah disahkan SK Menhutbun No. 251/Kpts-VII/1999 mengenai Pedoman Pengolahan dan Penyajian Data Digital Sistem Informasi Geografis untuk keperluan Pembangunan Kehutanan yang diantaranya menyebutkan Badan Planologi berwenang menetapkan data dasar digital kehutanan.

Pada saat ini juga sedang dirintis suatu standard pembakuan penafsiran citra satelit Landsat, sebagai salah satu sumber data untuk tema penutupan lahan. Tematersebut merupakan salah satu tema yang menjadi tanggung jawab Departemen Kehutanan sebagai salah satu simpul data digital spasial kehutanan. Standard pembakuan tersebut akan dilengkapi dengan standardisasi dan kodefikasi setiap kenampakan penutupan lahan, sehingga nantinya suatu kenampakan penutupan lahan dengan kode penutupan lahan tertentu di suatu tempat, akan konsisten dengan kenampakan penutupan lahan yang sama dan berkode sama di tempat yang lain.

9.9.2. Sistem Informasi Geografis Untuk pengelolaan sumberdaya alam

Tulisan ini disusun oleh Atie Puntodewo, Sonya Dewi dan Jusupta Tarigan. Secara lengkap tulisan ini dibuat dalam 5 bagian, namun bagian yang terakhir

yang secara spesifik membahas aplikasi dibidang pengelolaan sumberdaya alam.

9.9.2.1. Prioritas Area Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RHL)

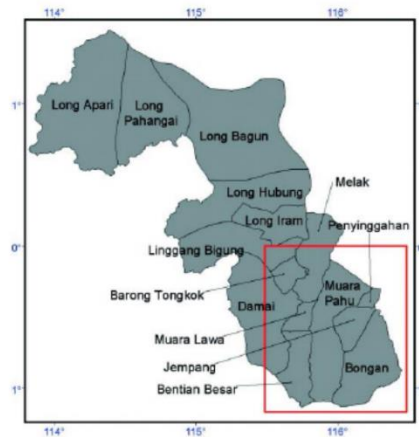
A. Formulasi permasalahan

Upaya Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RHL) sangat penting untuk memulihkan kembali fungsi lahan yang kritis. Yang dimaksud dengan lahan kritis adalah lahan yang telah mengalami kerusakan sehingga kehilangan atau berkurang fungsinya sampai pada batas toleransi.

Sasaran kegiatan RHL adalah lahan-lahan dengan fungsi lahan yang ada kaitannya dengan kegiatan rehabilitasi dan penghijauan, yaitu fungsi kawasan hutan lindung, fungsi kawasan hutan lindung di luar kawasan hutan dan fungsi kawasan budidaya untuk usaha pertanian.

B. Kriteria yang digunakan

Kriteria kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan mengacu kepada dokumen 'Standar dan Kriteria Rehabilitasi Hutan dan Lahan', yang merupakan Lampiran dari SK Menteri Kehutanan No. 20/Kpts-II/2001 tentang Pola Umum dan Standar serta Kriteria Rehabilitasi Hutan dan Lahan. Dari peta Kabupaten Kutai Barat di atas, daerah yang keberadaan data yang relatif lengkap adalah daerah di dalam kotak merah. Oleh karena itu, upaya pelaksanaan kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan akan difokuskan pada daerah tersebut. Jika data untuk daerah lainnya sudah terkumpul, langkah-langkah yang sama bisa diterapkan untuk seluruh luasan Kutai Barat.



Gambar 36. Contoh tampilan aplikasi GIS bidang kehutanan di Kutai barat

C. Konsep Dasar

- RHL adalah segala upaya untuk memulihkan dan mempertahankan fungsi sumberdaya hutan dan lahan.
- RHL diselenggarakan pada semua kawasan hutan dan lahan yang kritis dan tidak produktif.
- RHL dilaksanakan berdasarkan kondisi spesifik biofisik dan potensi masyarakat setempat.
- RHL dilaksanakan dengan pendekatan partisipatif dalam rangka pengembangan kapasitas masyarakat.

D. Metodologi

Sebelum kita bisa menentukan langkah-langkah yang diperlukan, kita harus memformulasikan permasalahan, menyesuaikan dengan data yang ada dan memilih operasi yang perlu diambil untuk menjawab permasalahan. Langkah-langkah yang perlu dijalankan adalah identifikasi data dasar, pemrosesan data dasar menjadi data yang dapat menentukan tingkat kekritisannya suatu area, dan yang terakhir adalah analisa hasil.

E. Identifikasi data dasar

Dalam hal pembuatan peta Lahan Kritis (LHK), kita mengidentifikasi data-data dasar yang berkaitan dengan kekritisannya lahan sebagai berikut:

- DEM (Digital Elevation Model) dari peta kontur yang diambil dari Peta Rupa-bumi Indonesia, skala 1:50.000 produksi Bakosurtanal. DEM adalah suatu citra yang secara akurat memetakan ketinggian dari permukaan bumi. DEM ini dibuat dari peta kontur,
- peta aliran sungai dan peta titik tinggi dengan resolusi 30 meter.
- Peta Tata Guna Hutan Kesepakatan, diperoleh dari Departemen Kehutanan.
- Peta Rencana Tata Ruang dan Wilayah Propinsi, diperoleh dari Bappeda Tk I.
- Peta Penutupan Lahan 1996 hasil klasifikasi citra Landsat TM.
- Peta Kebakaran Hutan 1997/1998 produksi GTZ/IFFM.
- Peta Kesesuaian Lahan 1:250.000 produksi RePPProT.

F. Proses pengolahan data dasar

Menjadi data yang dapat digunakan untuk menentukan tingkat kekritisitas suatu area. Proses yang dijalankan adalah:

- Kelas kelerengan dibuat dari data dasar DEM dengan cara membuat peta lereng, kemudian diklasifikasikan (1:0-8%, 3:8-15%, 5:15-25%, 7:25- 40%, 10:>40%).
- Kelas fungsi dibuat dari peta TGHK (1:perairan, 2:area penggunaan lain, 4:hutan produksi yang bisa konversi, 6:hutan produksi, 6:hutan produksi terbatas, 10:hutan lindung, hutan suaka alam dan wisata).
- Kelas peruntukkan dibuat dari peta RTRWP (1:kawasan lindung dan perairan, 7:kawasan budi daya kehutanan, 10:kawasan budi daya nonkehutanan).
- Kelas kerusakan dibuat dari peta Kebakaran hutan (1:no data, 5:tingkat kerusakan rendah, 7: tingkat kerusakan sedang, 10: tingkat kerusakan tinggi).
- Dari peta kesesuaian lahan dibuat peta jenis tanah untuk menghasilkan kelas erosi (1:gambut, 3:alluvium, 5:balsa tuff, 7:limestone, 10:sandstone).
- Kelas vegetasi dibuat dari peta penutupan lahan (1:hutan, 2:karet, 3:belukar tua, 8:belukar muda dan semak, 10:alang-alang dan daerah terbuka).

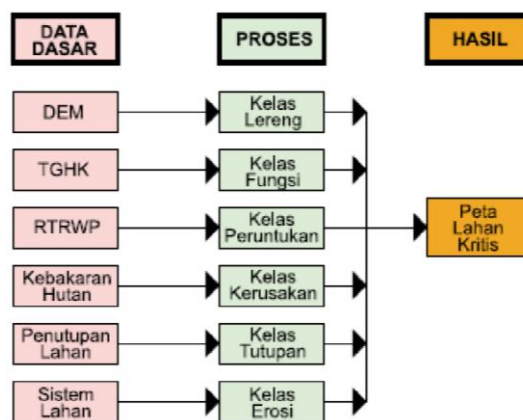
G. Pelaksanaan pemodelan

Untuk keperluan pemodelan, kelas-kelas yang di dapatkan ini kemudian di-overlay berdasarkan skema pembobotan yang dibuat berdasarkan pengalaman pemodel sebagai berikut:

- kelas lereng (15).

- kelas fungsi (5).
- kelas peruntukkan (5).
- kelas kerusakan (10).
- kelas vegetasi (50).
- kelas erosi (15).

Berikut disajikan urutan proses di atas dalam bentuk diagram alur:



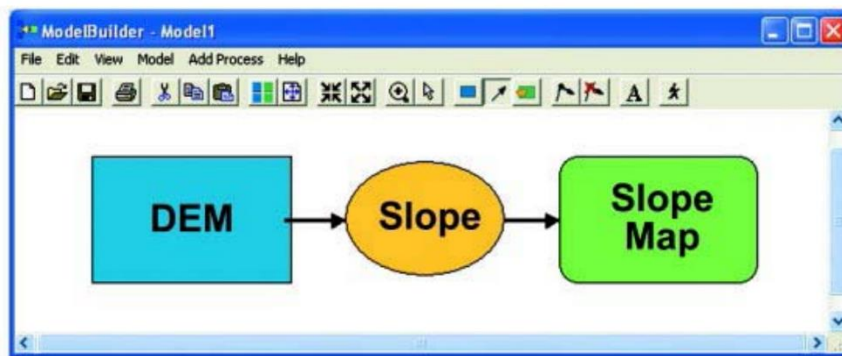
Gambar 37. Diagram alir data, proses dan hasil analisis peta lahan kritis

H. Perangkat lunak untuk pemodelan

Anda bisa menggunakan beberapa perangkat lunak yang mempunyai fasilitas pengolahan data raster seperti IDRISI, ArcView Spasial Analyst dan sebagainya. Dalam pelatihan, kami menggunakan ekstension ModelBuilder yang merupakan bagian dari Spasial Analyst (untuk versi 2 atau yang lebih baru). Langkah-langkah yang diperlukan jika menggunakan ModelBuilder:

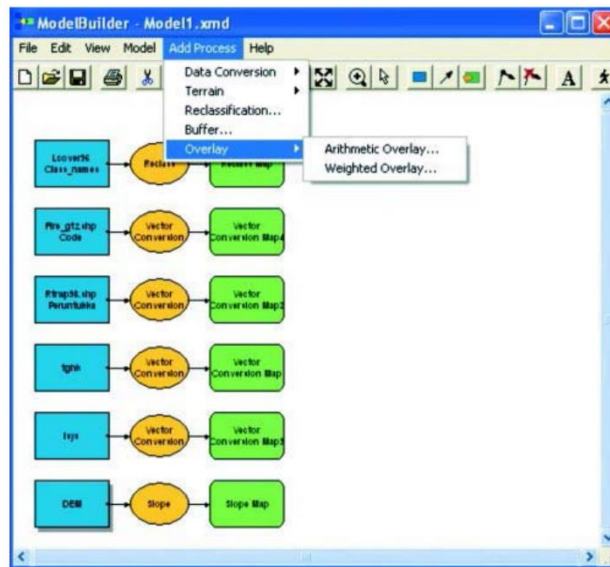
- Aktifkan perangkat lunak ArcView dan buka sebuah view kosong. Masukkan kedalam view tersebut, seluruh data dasar yang akan digunakan dalam proses seperti yang terdapat pada diagram alur diatas.
- Setelah itu, aktifkan ekstension ModelBuilder dengan cara memilih File - Extensions. Beri tanda centang pada ModelBuilder. Perhatikan bahwa ada tambahan ikon 'Model' pada menu utama, klik ikon tersebut dan pilih 'Start Model Builder' yang akan membuka satu windows tersendiri.

- Kemudian, pada window tersebut masukkan data dasar yang akan diproses dengan mengklik tombol yang merupakan tombol input akan muncul kotak dengan nama Data. Misalkan kita akan mulai dengan memasukkan data DEM, maka klik kotak data tadi, dan ganti dengan Theme. Isi properties nya seperti nama, berasal dari data yang mana, field apa yang akan dijadikan acuan dan diakhiri oleh OK.
- Tahap kedua adalah memasukkan proses apa yang akan dikenakan pada data kita tadi, dengan mengklik tombol yaitu tombol proses. Sekarang muncul elipse bertuliskan Function untuk menginformasikan fungsi apa yang akan kita lakukan terhadap data dan kotak bertuliskan Derived Data yang merupakan tempat data baru yang dihasilkan.



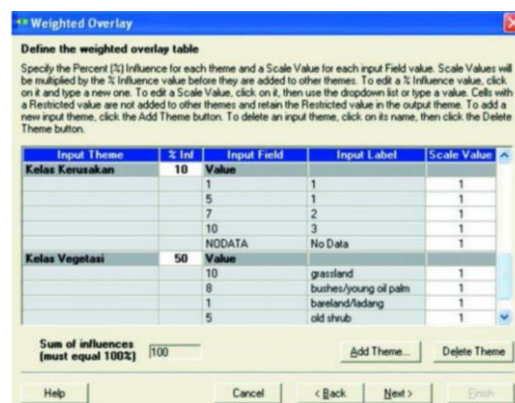
Gambar 38. Pembuatan Model dalam SIG

- Hubungkan kota Theme yang berisi data DEM kita dengan elipse Function dengan menggunakan tombol . Kemudian klik Function dan pilih Terrain yang berisi fungsi untuk membuat Slope, Aspect, Hillshade, Contour. Untuk data kita memilih Slope.
- Sekarang windows ModelBuilder akan tergambar seperti berikut.



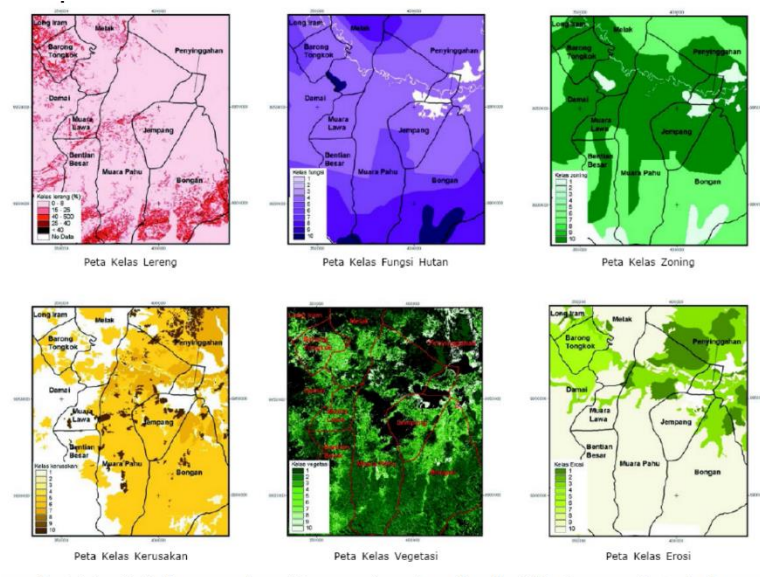
Gambar 39. Model Builder untuk penetapan lahan kritis

- Lakukan hal yang sama untuk semua data dasar yang akan digunakan pada proses pemodelan dengan fungsi yang disesuaikan dengan tujuan seperti yang telah dijabarkan dalam metodologi. Setelah seluruh data dasar yang kita inginkan masuk kedalam ModelBuilder dan di proses maka hasilnya seperti terlihat pada gambar diatas
- Tahap selanjutnya adalah proses overlay dari seluruh data, pilih Add Process – Overlay – Weighted Overlay.. seperti gambar beriku



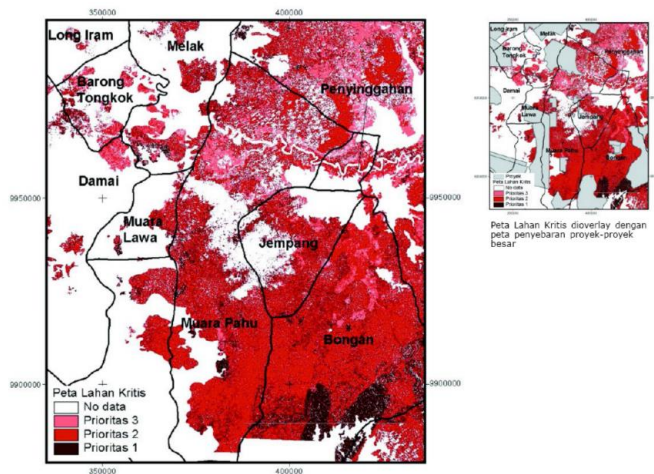
Gambar 40. Membuat pembobotan

- Kemudian muncul menu selanjutnya, dan masukkan nilai bobot, seperti yang sudah ditentukan, yaitu kelas lereng (15), kelas fungsi (5), kelas peruntukkan (5), kelas kerusakan (10), kelas vegetasi (50), kelas erosi (15). Jumlah bobot harus sama dengan 100. Maka pada layar tampak sebagai berikut:



Gambar 41. Hasil proses data dasar

- Setelah dilakukan overlay, kita mendapatkan hasil akhir berupa Peta Lahan Kritis, seperti terlihat pada halaman dibawah ini.



Gambar 42. Hasil akhir analisis lokasi lahan kritis

9.9.2.2. Estimasi Potensi Rotan di DAS Kedang Pahu

A. Formulasi permasalahan

Aplikasi selanjutnya adalah aplikasi untuk menggunakan SIG untuk mengestimasi potensi rotan yang ada di Daerah Aliran Sungai (DAS) Kedang Pahu. Pada aplikasi ini, kita melihat potensi rotan dari berbagai aspek, berdasarkan data

penunjang dan pengalaman lapang yang kitamiliki. Dalam aplikasi ini, suatu daerah dikategorikan berpotensi rotan tinggi apabila secara biofisik rotan bisa tumbuh dengan baik, dan secara infrastruktur dan secara legal bisa dijangkau oleh masyarakat untuk pemanenan.

B. Asumsi yang digunakan

- Rotan yang bisa dipanen ada di daerah dengan tutupan lahan belukar tua (di atas 10 tahun) dan hutan.
- Berjarak kurang dari 4 km dari pemukiman atau kurang dari 4 km dari sungai yang bisa dicapai kurang dari 8 jam perjalanan menggunakan ketinting dari pemukiman.
- Secara biofisik areal tersebut cocok untuk tumbuhnya rotan.
- Seandainya terkena kebakaran pada tahun 1997 hanya sampai tingkat 0-1.
- Tidak terdapat pada area di sekitar jalan logging, HTI, perkebunan dan pertambangan.

C. Metodologi

Setelah memformulasikan permasalahan yang ada dan menyesuaikannya dengan data yang ada, maka kita dapat menentukan langkah-langkah yang akan dijalankan.

D. Identifikasi data dasar

Data-data dasar yang dapat dikumpulkan adalah:

- Peta Jaringan Sungai. Data tersebut diambil dari peta topografi skala 1:50.000 dari BAKOSURTANAL.
- Peta Jaringan Jalan. Diambil dari peta topografi skala 1:50.000 produksi Bakosurtanal dan delineasi dari Landsat TM.
- Peta Pemukiman. Diambil dari peta topografi skala 1:50.000 produksi Bakosurtanal.

- Peta Penutupan Lahan 1996. Merupakan hasil klasifikasi citra Landsat TM.
- Peta Kebakaran Hutan 1997/1998 produksi GTZ/IFFM.
- Peta Kesesuaian Lahan 1:250.000 produksi RePPProT.
- Peta DEM

E. Proses pengolahan data dasar.

- Dari data jaringan sungai dilihat dari dua aspek yaitu aspek biofisik dan aspek aksesibilitas.

O Aspek biofisik

Potensi rotan dihitung berdasarkan estimasi mengenai tempat dimana dia dapat tumbuh yang direpresentasikan menurut jaraknya dari sungai.

Kemudian dari jarak yang didapat diberi skor menurut prioritas ditemukannya (1:0-0.5 km, 3: >5.0 km, 8:3.0-5.0 km, 10:0.5-3.0).

o Aspek aksesibilitas

Potensi rotan dihitung berdasarkan tingkatkemudahannya dicapai melalui sungai. Dari jarak yang didapat diberi skor (2:>4 km, 5:2-3 km, 8:1-2 km, 10:0-1 km).

- Sama halnya dengan jaringan sungai, data jaringan jalan juga dilihat dari dua aspek:

O Aspek biofisik

Potensi rotan dihitung berdasarkan kemungkinan tumbuhnya di sekitar jalan. Mula-mula buat buffer 5 km untuk masing-masing kelas jalan dengan asumsi bahwa lebih dari 5 km sudah tidak ada pengaruh jalan terhadap kemungkinan tumbuhnya rotan. Kemudian beri skor berdasarkan kelas jalan (1:Jalan PU, 3: Jalan aspal, 5: Jalan tambang, 7:Jalan logging, 10:Jalan swadaya).

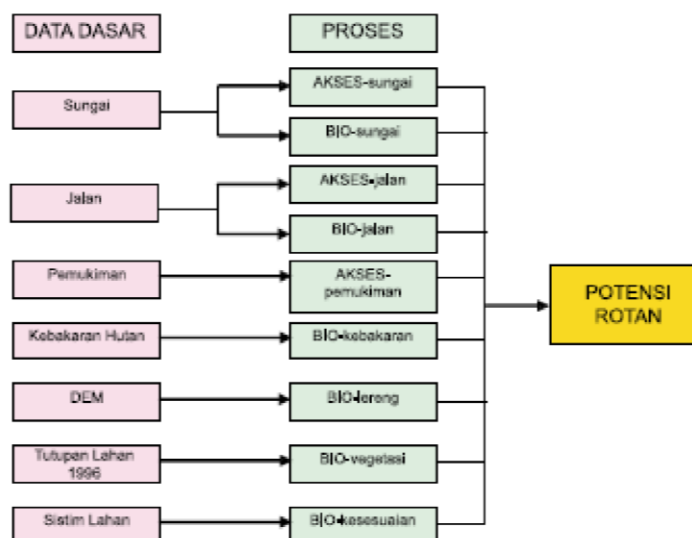
O Aspek aksesibilitas

Potensi rotan dihitung berdasarkan kemudahan dicapai dari lokasi pemukiman. Pertama-tama buat buffer sebesar 30 km dari pemukiman, kemudian ekstrak

hanya jalan kelas 1, 3 dan 4 yang tercakup dalam buffer. Beri skor berdasarkan jarak tempuh (1:>6 km, 5:4-6 km, 10:0-4 km).

- Berdasarkan aksesibilitasnya dari pemukiman, potensi rotan dihitung berdasarkan kemauan petani berjalan kaki dari pemukiman untuk mencapai area dimana rotan ditemukan. Skor dibuat berdasarkan waktu tempuh (1:>10 jam, 4:7-10 jam, 8:4-7 jam, 10:0-4 jam).
- Berdasarkan penutupan lahan yang ada dicari kemungkinan daerah tumbuhnya rotan, lalu diberi skor berdasarkan potensinya (1:daerah terbuka, alang-alang, karet, 2:semak, 6:hutan, 8:belukar muda, 10:belukar tua).
- Dari peta kebakaran hutan dicari tingkat kerusakan karena kebakaran, lalu diberi skor potensi kemungkinan tumbuhnya rotan (1:tingkat kerusakan sedang dan tinggi, 10: tidak terbakar dan tingkat kerusakan rendah).
- Berdasarkan peta Kesesuaian Lahan untuk agro-forest, beri skor potensi rotan (1:tidak sesuai, 10:sesuai).
- Dari peta DEM dibuat peta kelereng, kemudian beri skor potensi rotan (1:>40%, 4:25-40%, 6:15-25%, 8:8-15%, 10:0-8%).
- Pelaksanaan pemodelan

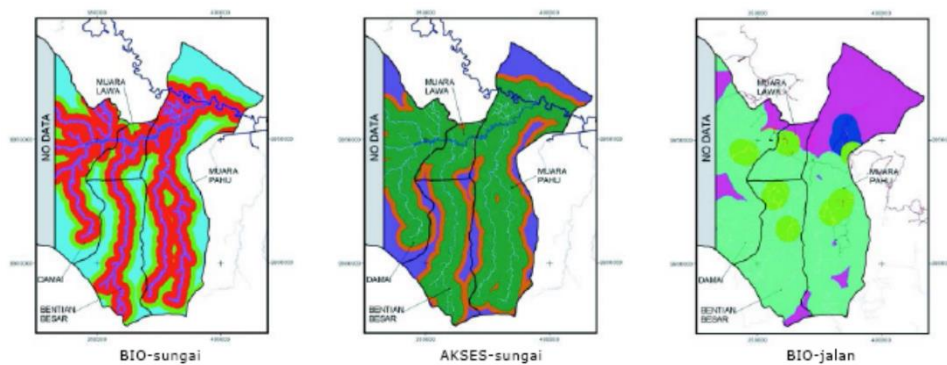
Overlay-kan hasil yang didapat berdasarkan skema pembobotan yang dibuat berdasarkan pengalaman pemodel, sebagai berikut:



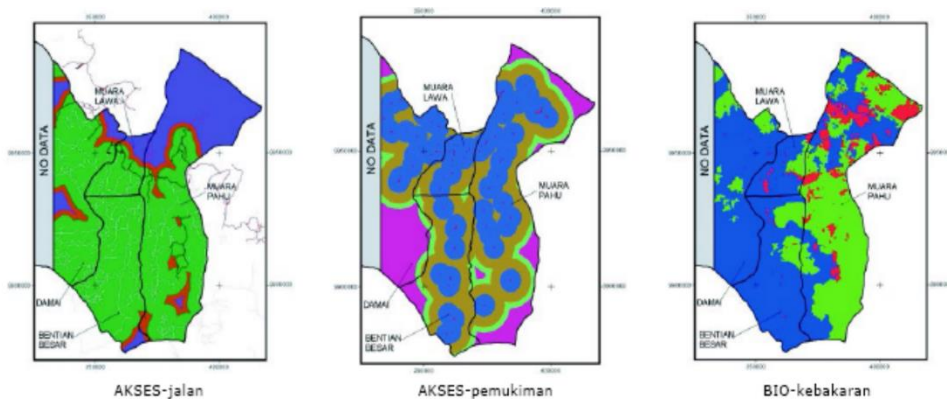
Gambar 43. Data, analisis dan hasil untuk menentukan potensi rotan pada SIG

Overlay multiple layer potensi rotan berdasarkan masing-masing variabel dengan skema pembobotan yang disesuaikan dengan expert judgement, menggunakan ArcView/Model Builder.

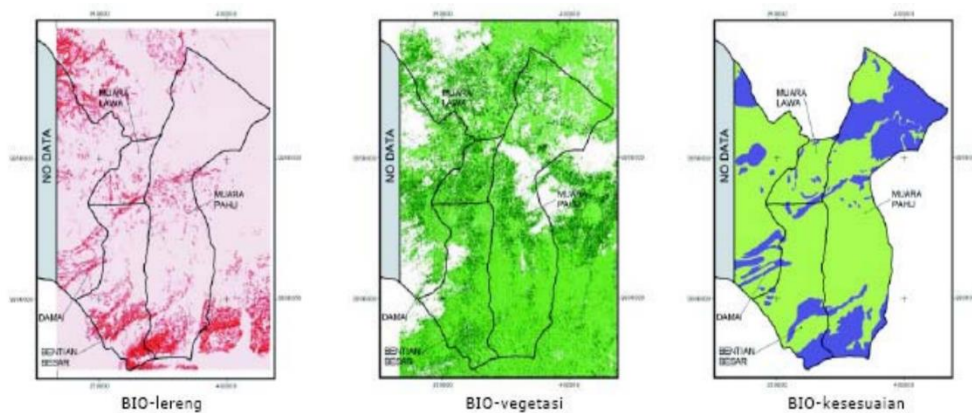
Adapun hasil proses data dasar yang dijalankan untuk mengestimasi potensi rotan yang ada adalah sebagai berikut:



Gambar 44. Layer peta dasar Bio Sungai, Akses Sungai dan Bio Jalan

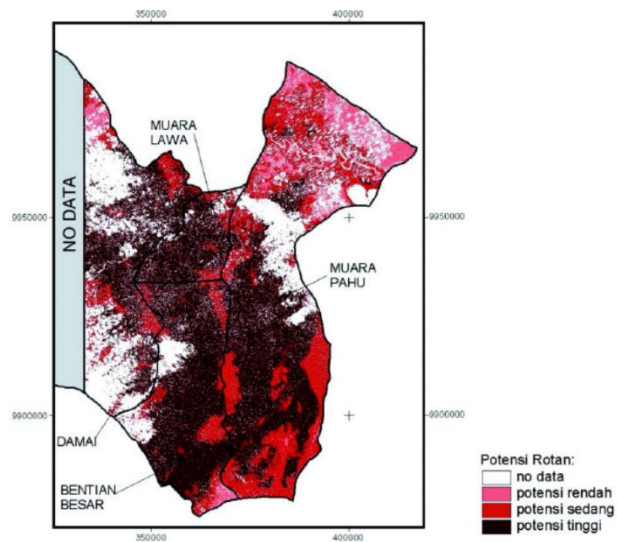


Gambar 45. Layer peta dasar Akses Jalan, Akses pemukiman dan Bio Kebakaran



Gambar 46. Layer peta dasar Bio lereng, Bio Vegetasi dan Bio Kesesuaian

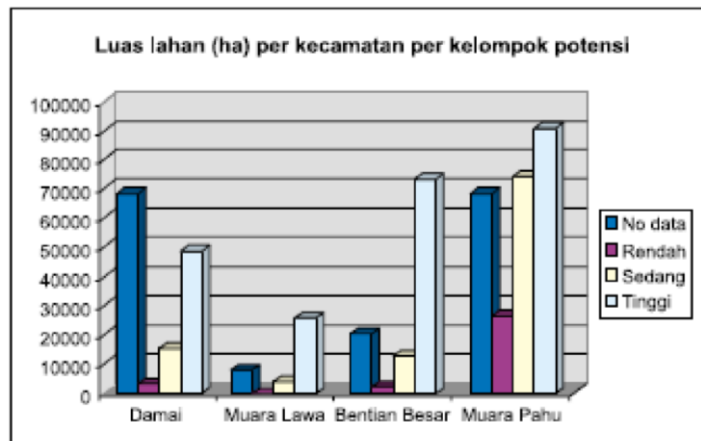
Peta Potensi Rotan Peta ini dihasilkan dari overlay yang dilakukan terhadap data seperti diatas. Hasil akhir yang didapat adalah daerah yang merah yaitu yang mempunyai potensi rotan tinggi.



Gambar 47. Estimasi potensi rotan hasil analisis yang dilakukan dengan SIG

Tabel 2. Estimasi potensi rotan per kecamatan per kelompok potensi

Kecamatan	Tidak ada data* (ha)	Rendah (ha, %**)	Sedang (ha, %**)	Tinggi (ha, %**)
Damai	69010,02	3060,63 (4,55)	15432,12 (24,01)	48834,9 (99,94)
Muara Lawa	7741,62	29,97 (0,09)	3989,97 (13,32)	25979,22 (99,95)
Bentian Besar	20690,55	2183,94 (2,46)	12956,85 (14,94)	73782,72 (99,98)
Muara Pahu	68988,87	26633,79 (13,79)	75184,29 (45,14)	91356,12 (99,94)



Gambar 48. Luas lahan berdasarkan potensi per kecamatan

Catatan:

- Hasil estimasi yang diperoleh sangat tergantung kepada asumsi yang dipakai; semakin dekat asumsi yang dipakai dengan kenyataan, semakin akurat estimasi yang dihasilkan.
- Keterbatasan data juga mempengaruhi hasil estimasi, contoh: citra yang tertutup awan dan ketiadaan peta kontur untuk sebagian area menjadi faktor penghambat dalam mendapatkan estimasi dari seluruh area.
- Dalam menginterpretasi hasil estimasi untuk perencanaan business dan management terutama yang berbasiskan masyarakat lokal, kita harus mempertimbangkan banyak faktor lain seperti kebijakan, institusi, pasar, persepsi masyarakat, mata pencaharian lain, dsb.

KEGIATAN BELAJAR 6

MENATA HARDWARE DAN SOFTWARE DALAM SIG

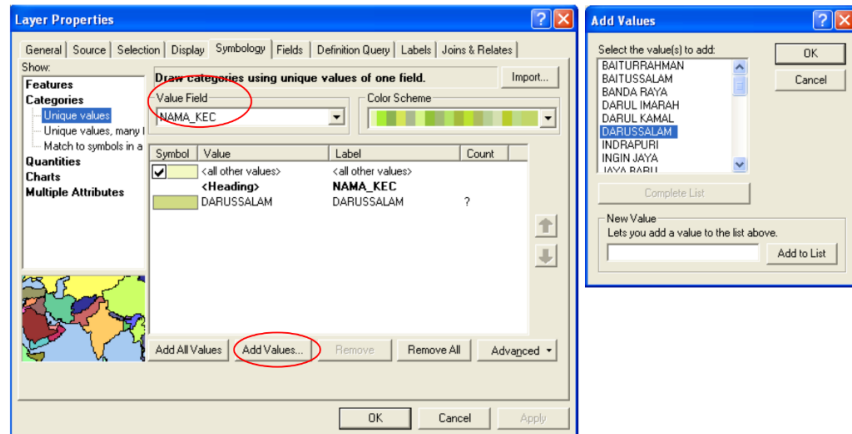
Untuk dapat menata hardware dan software dalam SIG, kita harus dapat mengetahui bentuk luaran apa yang diinginkan, sehingga setting yang dilakukan pada SIG (software) akan menghasilkan luaran berupa printout peta (hardware) yang sesuai dengan yang diinginkan.

Kesalahan dalam memberikan pengaturan (manata) pada software SIG akan berakibat hasil yang dikeluarkan tidak sesuai dengan yang diharapkan. Untuk itu pada sub bab berikut akan diuraikan tentang bagaimana cara menata (memberikan perintah pada software SIG) agar output peta yang dihasilkan (hardware) dapat sesuai dengan yang diharapkan.

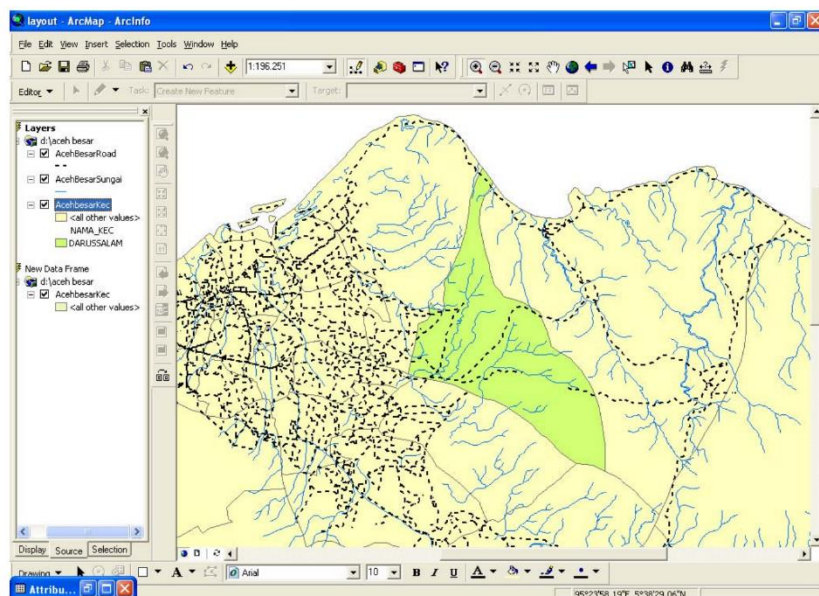
Untuk contoh dibawah ini data peta yang akan diatur untuk diprint adalah sebuah kecamatan di Aceh Besar yaitu kecamatan Darussalam. Software yang dipakai adalah ARC GIS versi 9.

9.10. Menampilkan atau Mengatur Peta

1. Tampilkan file AcehbesarKec, AcehBesarRoad, AcehBesarSungai.
2. Klik kanan pada AcehbesarKec > Properties> Symbology. Atau klik dua kali ada file yang dipilih.
3. Pilih Categories> Unique Values.
4. Pilih NAMA_KEC pada kolom Value Field.
5. Klik Add Values, (pada gambar contoh dibawah pilih Darussalam).

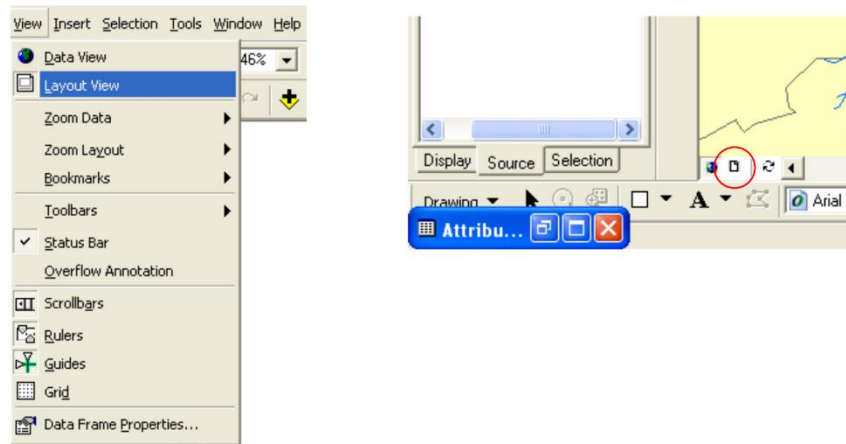


Gambar 49. Contoh file peta yang akan diprint kecamatan Darussalam



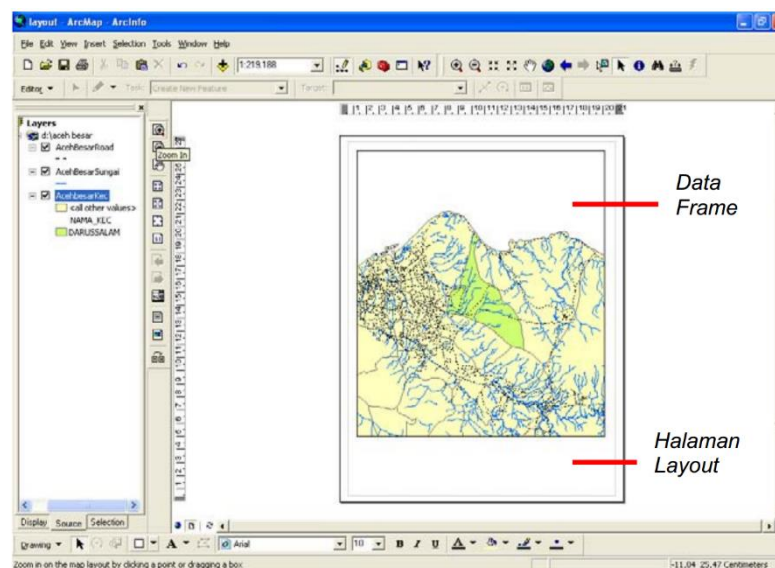
Gambar 50. Contoh peta dasar kecamatan Darussalam di Aceh Besar

6. Pindahkan ke Layout View dengan klik View> Layout View. Atau klik ikon di bagian bawah halaman data.



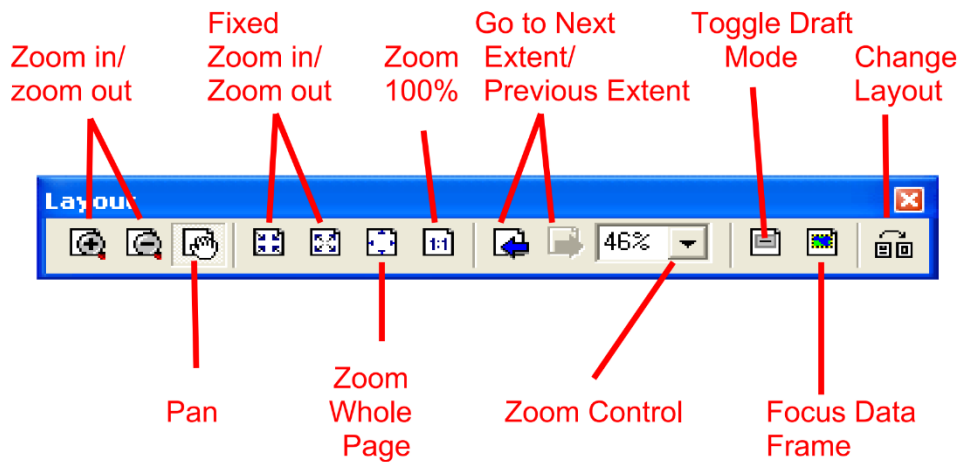
Gambar 51. Layout View

7. Setelah mengganti ke Layout View, maka peta akan disajikan pada halaman layout. Halaman layout ini menyajikan satu atau lebih data frame.



Gambar 52. Layout dari peta yang akan diprint

8. Layout toolbar memuat tools yang dipakai untuk mengedit layout. Tools tersebut antara lain zoom in, zoom out, pandan beberapa tools standar lain.



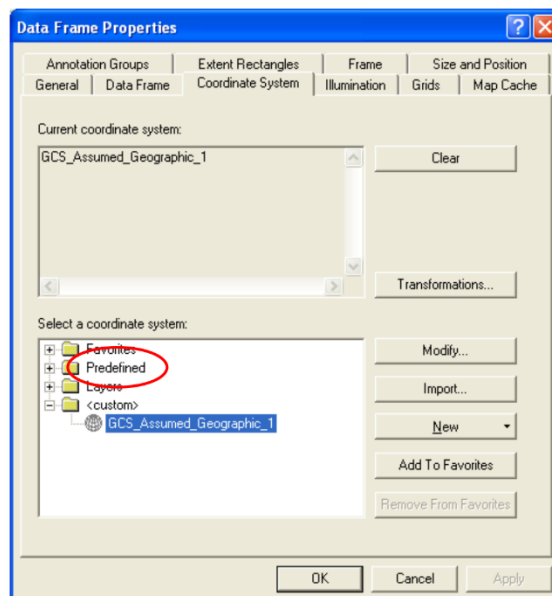
Gambar 53. Toolbars untuk mengatur layout

1. Zoom in/Zoom out: Memperbesar atau memperkecil peta pada layer yang aktif di halaman layout.
2. Pan: Menggerakkan peta pada layer yang aktif di halaman layout.
3. Fixed zoom in/zoom out: Memperbesar atau memperkecil peta pada layer yang aktif dengan skala yang diberikan langsung oleh ArcMap.
4. Zoom Whole Page: Menampilkan seluruh halaman layout.
5. Zoom 100%: Menampilkan peta yang aktif dengan skala 1:1.
6. Go to next extent/previous extent: Ke tampilan peta sebelum atau sesudah.
7. Zoom control: Menampilkan peta dengan skala perbesaran yang diinginkan pengguna.
8. Toggle Draft mode: Digunakan untuk membuat layout tanpa tampilan peta, sehingga pengguna tidak perlu menunggu gambaran peta. Pada toggle draft mode, peta diwakili dengan judul layer.
9. Focus data frame: Untuk fokus pada salah satu data frame.
10. Change layout: Untuk mengubah layout. Pengguna dapat memilih template peta yang diinginkan.

Perlu dicatat bahwa setiap project di ArcGIS hanya dapat menyajikan satu layout.

9.11. Mengatur Proyeksi

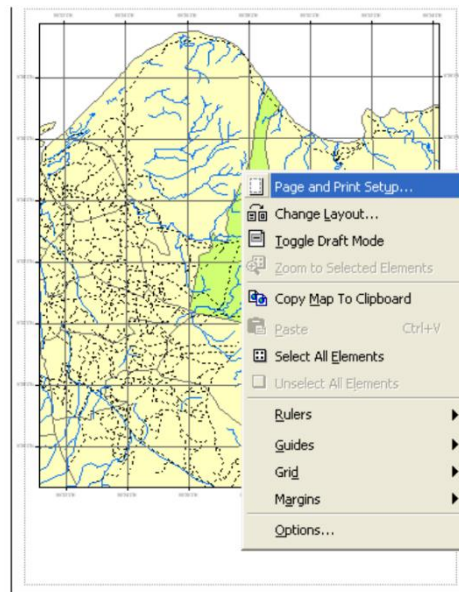
1. Klik kanan pada layer yang aktif, lalu klik Properties > Data Frame Properties > Coordinate System.
2. Akan muncul kotak Data Frame Properties > Coordinate System.
3. Pada Kotak Select a coordinate system, pilih Predefined > Projected Coordinate System > UTM > WGS1984 UTM Zone 46N



Gambar 54. Windows untuk mengatur proyeksi pada peta yang akan diprint

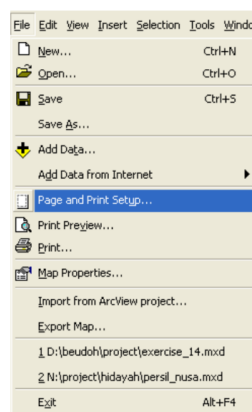
9.12. Mengatur Halaman Layout

1. Untuk mengatur lebar halaman. Klik kanan halaman pada halaman layout lalu pilih Page and Print Setup. Akan muncul kotak Page and Print Setup



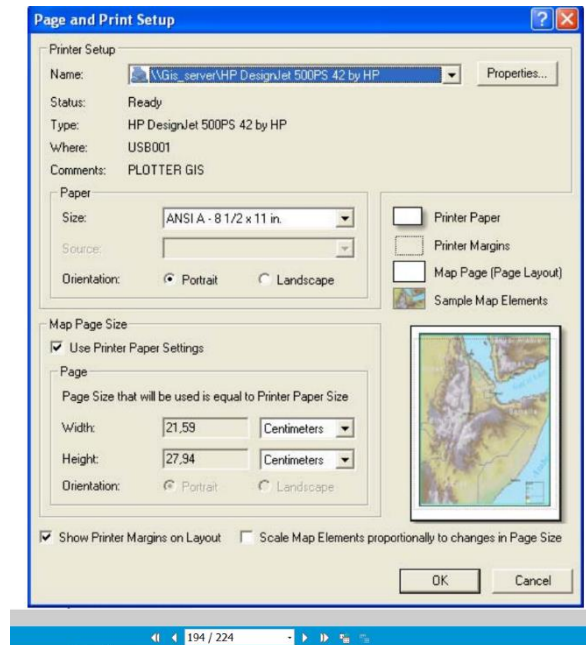
Gambar 55. Page and print setup dialogue

2. Langkah yang lain adalah dengan meng-klik menu view> Page and Print Setup. Kemudian akan muncul kotak dialog Page and Print Setup.



Gambar 56. Menu page and Print Setup

3. Kotak dialog Page and Print Setup digunakan untuk mengubah orientasi portrait menjadi landscape atau sebaliknya. Ukuran halaman dapat diubah dengan mengeditnya di kotak properties.

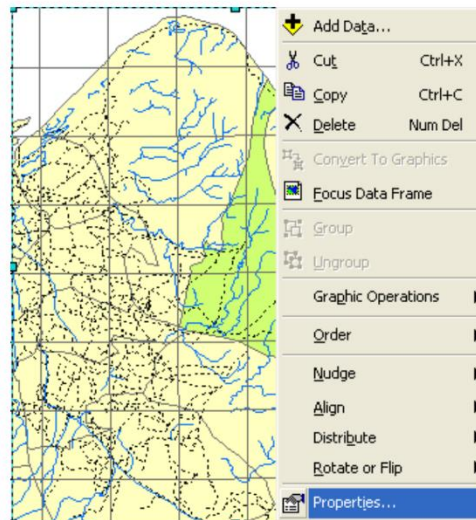


Gambar 57. Halaman pengaturan luaran (hardware) yang akan dihasilkan

4. Elemen-elemen penting lain yang wajib dicantumkan pada sebuah peta, antara lain adalah skala, legenda, panah penunjuk arah, judul dan koordinat peta. Akan disajikan pada sub bab dibawah ini.

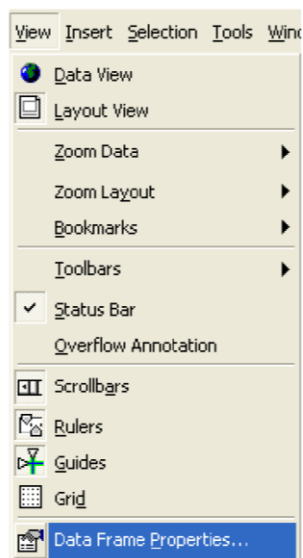
9.13. Langkah-langkah untuk Menambahkan Koordinat Peta

1. Klik kanan pada data frame, pilih Properties



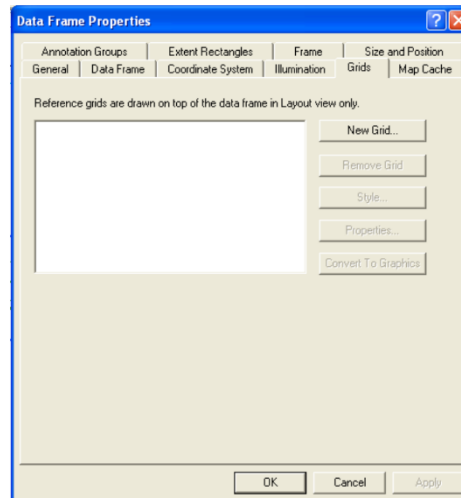
Gambar 58. Menu untuk mengatur koordinat peta

2. Atau ke menu View> Data Frame Properties.



Gambar 59. Pilihan lain dari Menu utama

3. Kotak dialog Data Frame Properties> Grids> New Grid.



Gambar 60. Windows untuk membuat grid

4. Selanjutnya akan muncul kotak dialog Grids and Graticules Wizard. Kotak dialog Grid and Graticules Wizard akan membimbing pengguna melewati 4 tahap untuk melengkapi peta dengan garis koordinat dan koordinatnya. Pada tahap pertama pengguna akan memilih jenis koordinat dan garis koordinat yang diinginkan. Klik Next.



Gambar 61. Pilihan grid system yang ada

5. Tahap kedua akan membimbing pengguna untuk membuat garis koordinat dan menentukan interval garis koordinat pada peta. Atur interval koordinat pada 2 menit, bila Anda merasa interval terlalu rapat ubah dengan interval yang lebih besar. Klik Next.



Gambar 62. Pemilihan interval Grid

6. Tahap ketiga adalah untuk mengedit label koordinat dan garis koordinat. Atur ukuran huruf menjadi 8, dengan mengubah di kotak text style. Atau sesuaikan ukuran huruf sesuai yang Anda inginkan. Klik Next.



Gambar 63. Mengubah garis dan label pada peta

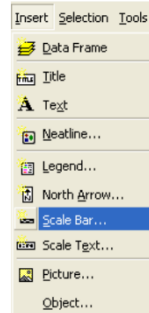
6. Tahap keempat untuk membuat batas kotak koordinat pada peta. Setelah selesai, klik Finish



Gambar 64. Membuat graticule properties

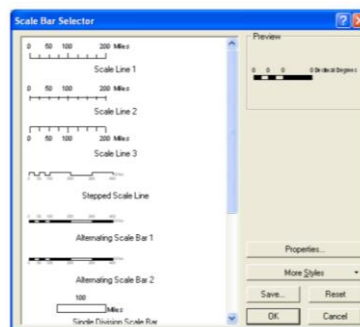
9.14. Langkah-langkah untuk Menambahkan Skala

1. Klik Insert> Klik Scale Bar untuk menambahkan skala.



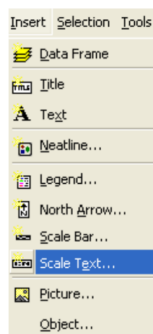
Gambar 65. Menu Scale bar pada menu utama insert

2. Kotak dialog Scale Bar Selector akan muncul. Skala dapat diedit dengan mengklik Properties.



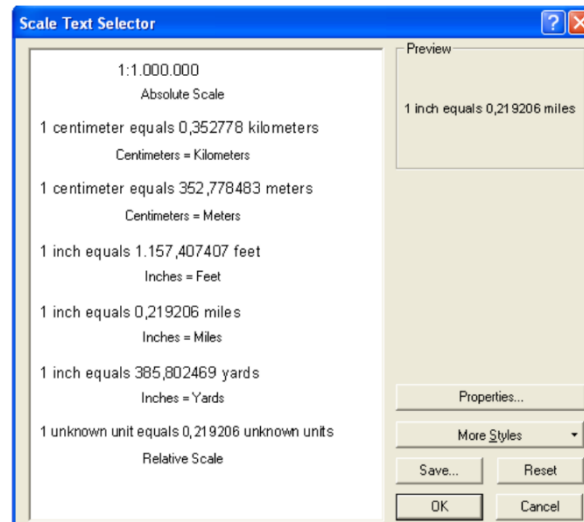
Gambar 66. Scalebar kotak dialog

3. Pilih bentuk skala yang diinginkan, dan klik OK.
4. Klik skala dan tarik ke halaman yang kosong pada halaman layout.
5. Pengguna juga dapat menambahkan skala teks. Klik Insert> Scale Text.



Gambar 67. Scale Text menu pada menu utama insert

6. Lalu akan muncul kotak Scale Text Selector.

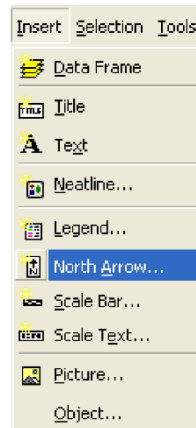


Gambar 68. Berbagai macam scale text pada arcgis9

7. Teks skala dapat diubah dengan memilih Properties. Setelah pengguna memilih jenis skala yang diinginkan, klik Ok.

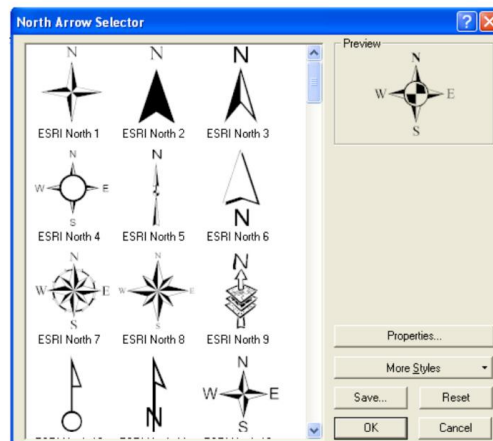
9.15. Langkah-langkah untuk Menambahkan Panah Penunjuk Arah

1. Klik Insert > North Arrow.



Gambar 69. North arrow dialog terdapat pada menu utama insert

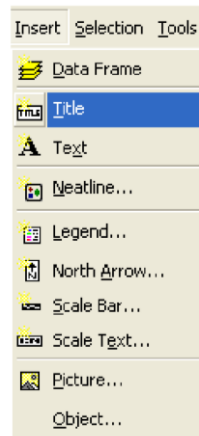
2. Selanjutnya kotak dialog North Arrow Selector akan muncul. Panah penunjuk arah dapat diedit dengan mengklik tombol Properties.
3. Pilih Panah penunjuk arah yang diinginkan, lalu klik Ok.
4. Klik panah penunjuk arah, tarik ke halaman kosong di halaman layout.



Gambar 70. Pilihan berbagai jenis North Arrow pada Arc Gis 9

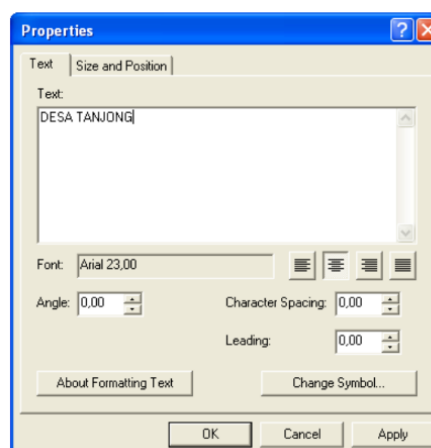
9.16. Langkah-langkah untuk Menambahkan Judul Peta

.1. Klik menu Insert> Title



Gambar 71. Pilihan penambahan judul peta dari menu utama insert

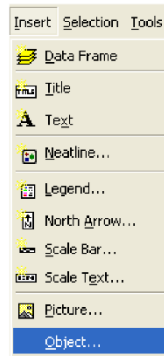
2. Tulis judul yang mewakili peta pada kotak judul. Untuk mengubah bentuk dan ukuran judul sesuai kebutuhan, klik kanan pada kotak judul dan pilih Properties. Setelah itu akan muncul kotak Properties. Ketiklah judul pada kolom text yang telah disediakan.



Gambar 72. Properties dari Teks yang akan menjadi judul peta

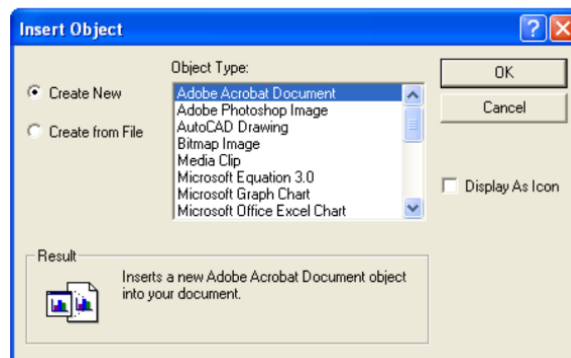
9.17. Menambahkan Object pada Layout

1. Klik Insert > Object.



Gambar 73. Menu penambahan objek pada peta yang terdapat pad menu utama insert

2. Akan muncul kotak Insert Object. User dapat memilih tipe objek yang akan di tampilkan pada layout. Bila objek gambar telah ada, klik Create From File, dan pilih objek yang ingin ditampilkan pada layout.

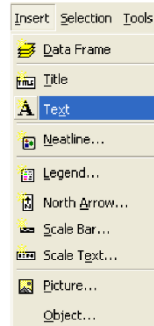


Gambar 74. Berbagai jenis Object yang dapat dimasukkan ke dalam tampilan peta

Letakkan objek pada halaman layout kosong.

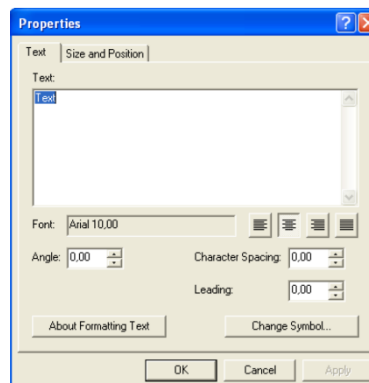
9.18. Menambahkan Teks pada Layout

1. Klik Insert > Text.



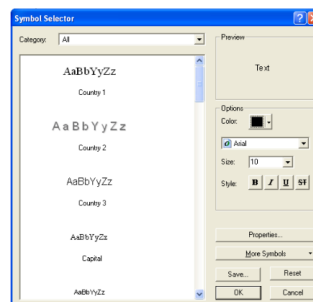
Gambar 75. Menu penambahan text pada layout yang terdapat pada menu insert

2. Kemudian akan muncul kotak teks pada halaman layout. Klik kanan pada kotak teks tersebut, pilih Properties. Akan muncul kotak dialog Properties.



Gambar 76. Dialog properties text yang akan dibuat

3. Tulis teks untuk ditampilkan pada layout peta. Untuk mengatur jenis tulisan klik Change Symbol, maka selanjutnya akan muncul kotak dialog Symbol Selector.



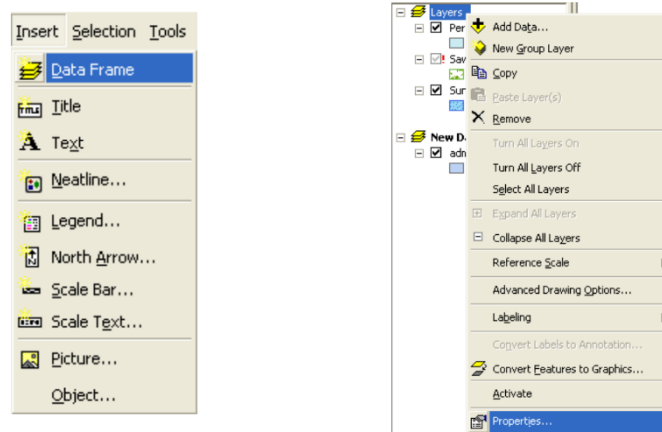
Gambar 77. Pilihan jenis text yang tersedia

9.19. Membuat Extent Rectangle

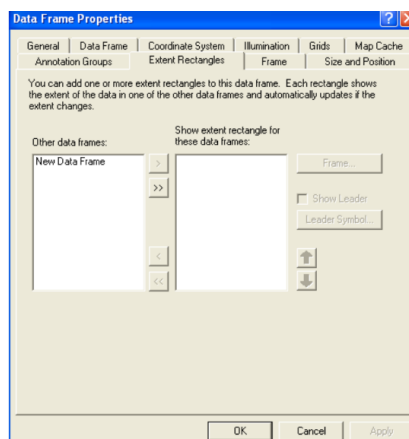
Extent rectangle berguna apabila pengguna ingin menampilkan lebih dari satu data frame, misalnya untuk insert peta.

Langkah – langkahnya sebagai berikut :

1. Tambahkan data frame terlebih dahulu, dengan mengklik Insert> Data Frame.
2. Klik kanan pada layer peta yang lebih besar, lalu klik Properties.
3. Akan muncul kotak dialog Data Frame Properties. Klik Extent Rectangles, lalu pilih data yang akan dijadikan inset peta di kotak Other Data Frames. Klik untuk memasukkan data satu per satu atau jika seluruh data ingin dijadikan inset, klik OK.
4. Setelah itu, pada halaman layout akan tampil peta dan peta inset.



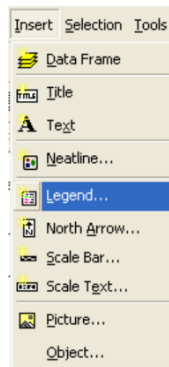
Gambar 78. Menu untuk penambahan frame pada layout



Gambar 79. Dialog untuk membuat bingkai pada layout peta

9.20. Langkah-langkah untuk Menambahkan Legenda

1. Klik menu Insert > Legend



Gambar 80. Kotak dialog untuk menambahkan legenda pada menu utama insert

2. Kotak dialog Legend Wizard akan muncul. Kotak ini akan membimbing pengguna melalui 5 tahap dalam membuat legenda sesuai dengan yang diinginkan.

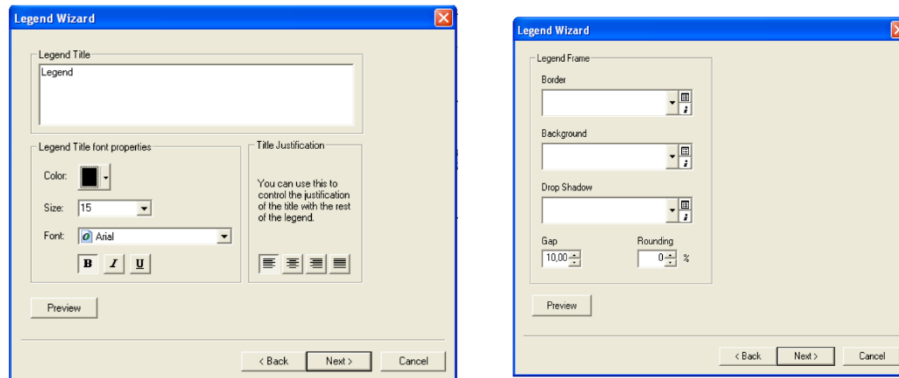
1. Tahap pertama akan membimbing pengguna untuk memilih data-data yang ingin ditampilkan pada kotak legenda. Pilih data yang diinginkan untuk ditampilkan di kotak legenda. Klik Next.



Gambar 81. Legend wizard dialog window

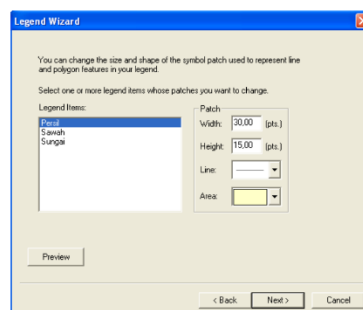
2. Tahap kedua membimbing pengguna untuk membuat judul legenda sesuai dengan yang diinginkan.
3. Tahap ketiga adalah untuk membuat kotak legenda sesuai yang diinginkan pengguna. Klik untuk menambah bingkai kotak legenda. Pilih

border garis hitam dengan ketebalan 3. klik menu drop down background untuk memilih warna latar. Pilih warna latar olive. menu drop down border.



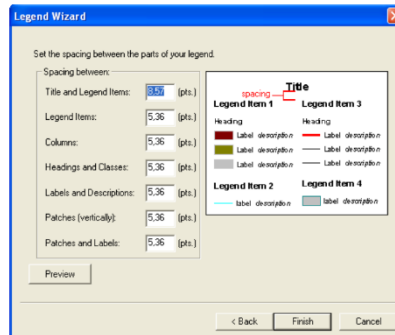
Gambar 82. Legend title dan border window

4. Tahap keempat untuk mengedit ukuran dan bentuk lambang yang mewakili setiap data sesuai yang diinginkan pengguna. Misalnya, lambang untuk data persil dapat diubah ukurannya dan bentuknya menjadi oval, lingkaran atau kotak.

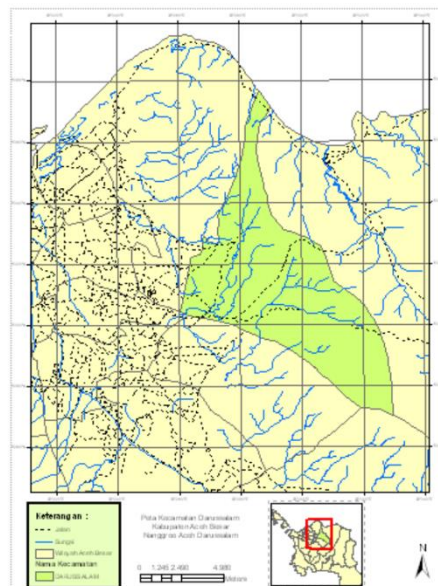


Gambar 83. Window untuk mengubah bentuk dan ukuran bentuk lambang legenda

5. Tahap terakhir membimbing pengguna untuk menentukan jarak antara bagian-bagian yang disajikan pada legenda peta. Klik Finish setelah menyelesaikan Legend Wizard.



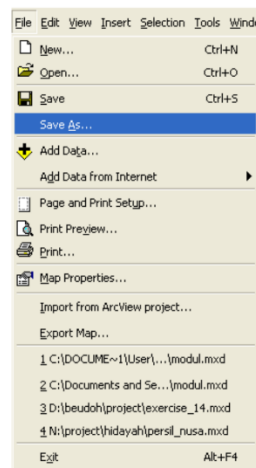
Gambar 84. Menentukan jarak antara bagian pada legenda peta



Gambar 85. Contoh hasil luaran peta (hardware) , hasil seting software ARCGIS9

9.21. Menyimpan Peta

Untuk menyimpan peta baru, klik menu File > Save As. Atau dengan meng-klik ikon . Peta dapat disimpan dalam ekstensi mxd dan mxt. Ekstensimxd adalah untuk menyimpan peta dalam bentuk dokumen project, sedangkan ekstensi mxt untuk menyimpan peta dalam bentuk template.

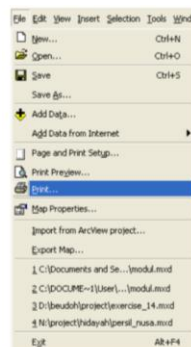


Gambar 86. Perintah penyimpanan peta dari menu utama File

9.22. Mencetak Peta

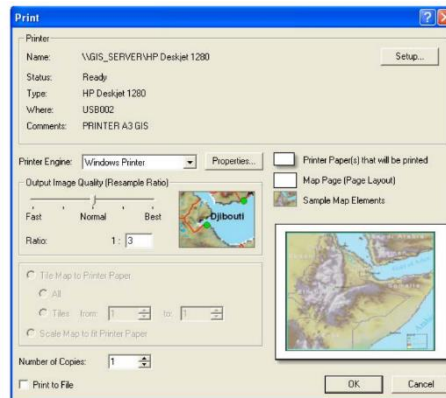
1. Klik File> Print

Kotak Printakan muncul. Setupcetak dapat disesuaikan dengan meng-klik Setup > OK.



Gambar 87. Perintah untuk mencetak peta pada menu utama file

Maka akan tampil kotak dialog Print untuk memilih printer, ukuran kertas dan kualitas cetakan.



Gambar 88. Pengaturan kualitas pencetakan, sebelum peta diprint

DAFTAR PUSTAKA

1. ESRI, 1997. ArcView. Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands, USA.
2. ESRI, 1997. PC ArcInfo. Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands, USA.
3. ESRI, 1997. ArcView Spatial Analyst. Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands, USA.
4. ESRI, 1997. ArcView 3D Analyst. Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands, USA.
5. ESRI, 1997. ArcView Network Analyst. Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands, USA.
6. ESRI, 1998. ArcView Image Analysis. Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands, USA.
7. Manual GARMIN 12CX
8. <http://www.kingston.ac.uk/geog/gis/intro.htm>. Introduction to GIS and Geospatial data.
9. <http://chesapeake.towson.edu/data/orbits.asp>. Introduction to Satellite and Orbits.
10. Apan, Armanado. 1999. GIS Applications in Tropical Forestry. Faculty of Engineering and Surveying, University of Southern Queensland, Toowoomba, Queensland, Australia.
11. Wilkie, David. S. dan Finn, John T. 1996. Remote Sensing Imagery for Natural Resources Monitoring: A Guide for First-Time Users. Columbia University Press, New York.
12. Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Wilayah Barat Indonesia,. 2003. Prosiding : Seminar Hasil-Hasil Penelitian dan Pengembangan Pengelolaan Hutan Pinus : Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Departemen Kehutanan Republik Indonesia. Surakarta

13. Ekadinata A, Dewi S, Hadi D, Nugroho D, dan Johana F. 2008. Sistem Informasi Geografis untuk Pengelolaan Bentang Lahan Berbasis Sumber Daya Alam. Buku 1 : Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh menggunakan ILWIS Open Source : World Agroforestry Centre – Bogor.
14. Prahasta Edi, 2009. Sistem Informasi Geografis : Konsep-Konsep Dasar (Perspektif Geodesi dan Geomatika) : Informatika. Bandung.
15. Undang - Undang Republik Indonesia Nomor 41 tahun 2011 tentang Informasi Geospasial
16. Peraturan Presiden No. 85 Tahun 2007 tentang Jaringan Data Spasial Nasional

SOAL SOAL LATIHAN

KEGIATAN BELAJAR 1.

1. Apa yang dimaksud dengan SIG ?
2. Apa yang dimaksud dengan data spasial pada SIG ?
3. Apa yang dimaksud dengan data non spasial pada SIG?

KEGIATAN BELAJAR 2

4. Sebutkan jenis data pada SIG !
5. Berikan contoh data spasial dan bagaimana cara pengambilan data tersebut ?

KEGIATAN BELAJAR 3

6. Sebutkan urutan pekerjaan dalam SIG mulai dari mendapatkan hardcopy dan mencetak hardcopy setelah proses dilakukan pada softcopy.
7. Sebutkan satu jenis format geodatabase yang sering dipakai ?

KEGIATAN BELAJAR 4

8. Sebutkan jenis software pada SIG
9. Sebutkan jenis-jenis hardware dalam menunjang SIG

KEGIATAN BELAJAR 5

10. Sebutkan fungsi dari SIG kaitannya dengan pemakaian perangkat lunak
11. Sebutkan institusi yang memakai SIG saat ini di Indonesia

KEGIATAN BELAJAR 6

12. Bagaimana cara menambahkan skala pada SIG ?
13. Apa saja kelengkapan pada peta yang bias ditambahkan pada software SIG

JAWABAN DARI SOAL-SOAL LATIHAN

KEGIATAN BELAJAR 1.

1. SIG merupakan sistem informasi berbasis komputer yang digunakan untuk mengolah dan menyimpan data atau informasi geografis
2. Data spasial pada SIG merupakan data yang memiliki basis geografi berupa koordinat yang sesuai dengan koordinat bumi
3. Data non spasial adalah data yang dilekatkan pada data spasial sehingga berfungsi sebagai penambah keterangan data spasial tersebut. Data non spasial biasanya diletakkan sebagai data atribut, dengan mendapatkan suatu ID untuk mengkoneksikan data tersebut dengan data spasial.

KEGIATAN BELAJAR 2

4. Jenis data pada SIG adalah data dalam bentuk Raster dan dalam bentuk Vector.

Data vektor merupakan bentuk bumi yang direpresentasikan ke dalam kumpulan garis, area (daerah yang dibatasi oleh garis yang berawal dan berakhir pada titik yang sama), titik dan nodes (merupakan titik perpotongan antara dua buah garis).

Data raster (atau disebut juga dengan sel grid) adalah data yang dihasilkan dari sistem Penginderaan Jauh. Pada data raster, obyek geografis direpresentasikan sebagai struktur sel grid yang disebut dengan pixel (picture element).
5. Contoh data spasial adalah data yang diambil secara langsung dari GPS. Pengambilan data ini dengan cara memakai pesawat GPS langsung ke lapangan, pada objek yang akan digambarkan pada peta/software SIG.

KEGIATAN BELAJAR 3

6. **Digitizing** (mengubah data yang ada (tercetak/hard copy) kedalam bentuk digital, **Georeferencing**, (*membuat data digital yang ada berbasis pada titik koordinat bumi*), **Attributing**, (Membuat file atribut yang sesuai dengan kebutuhan analisa/sesuai dengan kerangka kerja yang akan dilakukan), **Input Data GPS** (*jika terdapat data tambahan di lapangan selain dari data hardcopy yang telah diubah menjadi data digital*), **Transformasi Koordinat** (dilakukan jika terdapat berbagai macam format koordinat pada berbagai data digital yang telah dimasukkan) dan membuat **Layout** (*sebelum diprint, dilakukan pembuatan layout yang sesuai dengan kebutuhan pekerjaan*).
7. Salah satu format geodatabase adalah WGS 84.

KEGIATAN BELAJAR 4

8. Jenis software dalam SIG adalah Arcview, Arc GIS, MAppserver, MapCAD
9. Jenis hardware yang menunjang dalam SIG adalah digitizer, scanner, kamera CCD, stereo plotter, data logger, GPS.

KEGIATAN BELAJAR 5

10. Fungsi SIG antara lain :
 - Menganalisis lokasi rawan banjir di perkotaan
 - Menganalisis lokasi yang bermasalah di wilayah hutan akibat kebakaran, sebaran penggunaan lahan (HPH. HTI), Prioritas rehabilitasi hutan dan sebagainya.
 - Menganalisis potensi suatu tanaman berdasarkan kriteria yang ditetapkan yang dimasukkan ke dalam atribut data spasial yang ada.
11. Institusi di Indonesia yang telah memakai SIG adalah Kementrian yang membidangi Pertanian, Kehutanan, Bappenas, Meteorologi dan Geofisika, Pu/ Perumahan Rakyat, Kelautan, pariwisata dan sebagainya.

KEGIATAN BELAJAR 6

12. cara menambahkan skala pada SIG adalah dengan memberikan jenis skala sesuai dengan bentuk data ataupun analisis yang akan dihasilkan, misalnya skala tetap (absolut), skala batang, skala garis, dan sebagainya. Pada arc gis versi 10 , penambahan skala didapatkan pada menu insert dengan pilihan scale bar ataupun scale text.
13. Kelengkapan pada peta yang dapat ditambahkan untuk melengkapi hasil dari hardcopy (peta) adalah :
 - a. Skala
 - b. Arah Utara
 - c. Judul Peta
 - d. Legenda

Glossarium

Annotasi

Keterangan atau informasi tambahan yang menjelaskan posisi atau titik tertentu. Biasanya anotasi berhubungan dengan keterangan atau kata-kata yang dicetak pada peta yang dibuat.

ArcGIS

Merupakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) yang berbasis sistem operasi Windows yang dikembangkan oleh ESRI. Terdiri dari ArcMap, ArcCatalog, ArcGlobe, ArcReader, ArcScene.

ArcMap

Bagian dari software ArcGIS yang dapat mengerjakan pengolahan data, menampilkan data, pembuatan peta dan cetak peta.

ArcCatalog

Bagian dari software ArcGIS yang berfungsi sebagai katalog data, pembaca file, pengaturan sistem koordinat dan metadata.

Atribut

Keterangan atau informasi tentang sebuah bentukan/Feature dalam SIG/GIS. Biasanya berbentuk tabel yang masing-masing catatannya mempunyai kaitan dengan bentuk/feature tertentu. Contohnya bentukan/features sungai mungkin memiliki atribut antara lain: nama sungai, panjangnya, tingkat sedimentasinya, dapat berlayar pada sungai tersebut atau tidak, dan lain sebagainya. Pada data raster, atribut biasanya mengacu kepada nilai sel raster tersebut. Pada umumnya hanya satu atribut saja yang dapat disimpan. Terkadang pada tabel atribut ini tersimpan juga keterangan bagaimana sebuah bentukan harus ditampilkan pada ArcMap (misalnya berapa ketebalan garis, warna, jenis font yang digunakan, dan lain sebagainya).

Citra Satelit

Foto-foto permukaan bumi atau permukaan benda angkasa lain yang direkam oleh satelit buatan (bukan satelit alam seperti bulan).

Coverage

Data tempat menyimpan bentukan/featuregeografi. Sebuah coverage menyimpan informasi atau keterangan seragam (titik saja, garis saja atau polygonsaja) dan biasanya juga sejenis/tematis seperti misalnya jenis tanah, sungai, jalan, tata guna lahan. Selain bentukan/feature, coverage juga menyimpan keterangan dan penjelasannya dalam atribut maupun anotasi.

Digitasi

Sebuah kegiatan untuk merubah bentukan/featuregeografi yang berasal dari peta analog ke bentuk digitaldalam format GIS/SIG. Proses perubahan ini biasanya menggunakan perangkat meja digitasi atau dapat juga dengan pemindai (scanner).

Domain

Sekumpulan nilai yang telah diperiksa keakuratannya dalam sebuah elemen.

Data Attribute

Data tabular atau teks yang menjelaskan lebih lengkap mengenai sebuah bentukan/feature. Penjelasan ini memiliki link/kaitan dan berbeda dengan bentukan/featureyang lainnya.

DBMS

Data Base Management Systemadalah sekumpulan perangkat lunak yang dijalankan pada sekumpulan perangkat keras yang dipergunakan untuk membuat dan mengelola database/basis data berdasarkan aturan tertentu yang sudah direncanakan sebelumnya. DBMS ini data dapat dengan mudah ditambah, disimpan, dirubah, dihapus dan juga dimanfaatkan.

Data Frame

Data frame bisa terdiri dari sebuah layer atau lebih. Sebuah peta (dalam layout di ArcGIS) bisa memiliki beberapa data frame (peta utama, inset satu, inset dua, peta pembanding dan lain sebagainya), namun pada data view hanya satu data frame yang dapat ditampilkan pada satu saat. Selain itu dapat mendefinisikan sebuah wilayah geografis, besarnya bagian peta yang akan dipakai untuk menampilkan, sistem koordinatnya dan berbagai pengaturan tampilan lainnya. Secara umum, cartographer/pembuat peta menyebutnya sebagai map body/tubuh peta.

Data Raster

Data yang terdiri sel-sel yang disusun menurut baris dan kolom. Pada masing-masing sel tersebut tersimpan sebuah nilai tunggal. Data raster biasanya merupakan sebuah gambar (warna-warninya) bisa juga nilai sel tersebut melambangkan sesuatu yang berbeda-beda (seperti tata guna lahan) atau yang berkesinambungan seperti curah hujan dan ketinggian.

Sebuah sel data raster hanya mampu menyimpan sebuah keterangan atau nilai saja, untuk mengatasi keterbatasan digunakan beberapa band data raster yang masing-masing menampilkan keterangan yang berbeda (contohnya citra satelit yang ditampilkan dalam komposit band Red Green Blue (RGB) yang terdiri dari 3 band data raster.

Masing-masing sel pada data raster mewakili bentuk/kondisi tertentu di alam nyata. Luas wilayah yang diwakilkan oleh sebuah sel (biasanya berbentuk bujur sangkar) yang disebut resolusi.

Data Spasial

Data Ruang adalah keterangan tentang lokasi dan bentukannya di permukaan bumi serta keterkaitan satu aspek dengan lainnya. Biasanya data spasial menyimpan koordinat dan topologi dari bentukan tersebut. Definisi lainnya menyebutkan data spasial adalah semua data yang dapat dipetakan.

Data Vektor

Data titik, garis atau polygon(daerah/wilayah) yang masing-masingnya dibangun atas sebuah koordinat (titik) atau kumpulan koordinat (garis dan polygon). Data tersebut mewakili benda/obyek tertentu di muka bumi. Misalnya garis yang mewakili jaringan jalan.

Data View

Sebuah View/jendela pada ArcMap dan ArcReader berfungsi untuk melihat, menampilkan, mengeksplorasi, meng-query data-data geografis dan tidak menampilkan keterangan selain data geografis misalnya legenda, judul dan skala.

Datasets

Koleksi atau kelompok data-data yang berkaitan, dikumpulkan dan disimpan pada tempat yang sama.

Datum

Referensi yang dipergunakan untuk melakukan pengukuran permukaan bumi. Pada ilmu survei dan geodesi, datum merupakan titik referensi di permukaan bumi berikut model asosiasi yang matematis dimana penhitungan koordinat dilakukan.

ESRI

Environmental System Research Institute (Inc.) Salah satu perusahaan pengembang perangkat lunak Sistem Informasi Geografis

Feature

Bentukan atau gambaran secara sederhana atas benda/fenomena/objek di permukaan bumi yang disederhanakan sebagai titik, garis atau polygon (daerah/luasan).

Feature Class

Dalam terminologi perangkat lunak ArcGIS, adalah koleksi dari feature/bentukan geografi yang memiliki persamaan geometri (seperti hanya titik saja, garis saja

atau polygon saja), persamaan atribut dan persamaan referensi ruangnya. FeatureClass ini dapat disimpan dalam sebuah geodatabase, shapefile, coverage atau format data lainnya. Feature Class memungkinkan feature/bentukan sejenis digabungkan ke dalam satu unit untuk mempermudah penyimpanannya. Sebagai contoh, jalan utama, jalan pemukiman, jalan negara, jalan propinsi, jalan kecamatan dan lorong dapat dikelompokkan dalam satu feature class yang kita namakan jaringan jalan.

FGDC

Federal Geographic Data Committeeialah organisasi yang didirikan oleh pemerintah Amerika Serikat untuk mengelola, menganggarkan, mengkoordinasikan pengembangan, penggunaan, berbagi pakai dan desiminasi data-data survey, pemetaan dan data keruangan lainnya. Organisasi ini menetapkan standar sebuah metadata keruangan di Amerika Sarikat yang dipakai dalam konteks pengembangan National Spatial Data Infrastructure (NSDI).

Foto Udara

Foto permukaan bumi yang diambil dengan kamera yang berada (jauh) di atas permukaan bumi. Baik yang dipegang dengan atau dipasang padaudukan khusus dari sebuah wahana (pesawat, helikopter, balon udara, roket, layangan dan lainnya). Dalam kaitannya dengan pemetaan, foto udara dilakukan dengan cara tertentu dan hasilnya diproses mengikuti tata cara pengolahan yang baku.

Full Extent

Tool yang digunakan pada data view untuk menampilkan sebuah atau beberapa feature secara keseluruhan.

Georeference

Menyelaraskan data geografis sehingga ia dapat tepat berada pada koordinat yang tepat dengan demikian data tadi dapat dilihat, di-query dan dianalisa serta diperbandingkan dengan data geografis lain yang memiliki cakupan wilayah yang sama. Proses-proses georeferenced meliputi pergeseran, pemutaran, perubahan skala dan kadang dibutuhkan warping dan rubber sheeting serta orthorektifikasi.

Georektifikasi

Suatu proses penyelarasan citra satelit atau foto udara secara digital terhadap peta yang mencakup wilayah yang sama. Dalam proses ini tempat-tempat yang dapat ditemukan pada foto udara atau citra satelit misalnya persimpangan jalan, ditandai baik pada citra maupun peta. Untuk proses ini dibutuhkan paling sedikit tiga pasangan titik yang dapat dijumpai pada peta dan citra. Kemudian titik ini dijadikan acuan dalam pemrosesan selanjutnya hingga akhirnya didapatkan citra atau foto udara yang dapat ditampilkan mewakili tempat sebenarnya di permukaan bumi.

Geodatabase

Sebuah database yang menyimpan, mengelola suatu data, informasi geografis dan data keruangan yang lainnya. Tujuan utama pengembangan geodatabase adalah untuk mempermudah pengguna untuk query data. Misalnya Geodatabase Provinsi NAD yang di dalamnya terdapat kumpulan data Provinsi NAD dengan berbagai feature (titik, garis, polygon)

GPS

Global Positioning System adalah sebuah sistem navigasi yang memanfaatkan satelit NAVSTAR yang dapat dipergunakan secara global (di seluruh dunia). Penerima GPS (receiver) yang dipakai akan menginformasikan koordinat tempat GPS berada.

ISO

Kependekan dari International Organization Standardization. Sebuah federasi dari institusi standarisasi nasional 145 negara di dunia yang bergabung menjadi sebuah organisasi internasional untuk mendefinisikan dan memastikan kriteria - kriteria tertentu sebagai sebuah standar internasional.

Layer

Representasi visual dari data geografis pada peta digital. Secara konseptual sebuah layer adalah irisan atau strata tertentu atas realitas geografis pada sebuah

daerah tertentu yang kurang lebih sejenis atau mempunyai kriteria yang sama maupun mirip. Misalnya jaringan jalan, batas administrasi pemerintahan, batas kawasan taman nasional, sungai.

Layer File

Dalam ArcGIS, selain layer - layer yang disimpan sebagai shapefile, coverage atau geodatabase, ada format lain yaitu layer file (*.lyr) sebagai media penyimpanan sebuah layer dan menyimpan keterangan tambahan mengenai tampilan datanya.

Map Tips

Sebuah toolkotak kuning yang tampil secara sekilas bila kita menggerakkan mouse pada data spasial (titik, garis dan poligon) yang tampil pada data view. Memberikan keterangan secara singkat. Untuk mengaktifkan toolini, terlebih dahulu field yang akan ditampilkan harus diaktifkan.

Line

Dalam kaitannya dengan data vektor, sebuah garis adalah sebuah bentukan yang terhubung oleh dua titik atau lebih. Misalnya jalan.

Metadata

Sebuah layer/shapefile/geodatabase menjadi lebih informatif jika metadatanya tersedia. Fungsi metadata adalah sebagai informasi data tersebut, kapan data tersebut dibuat, proyeksi yang digunakan, institusi yang memproduksinya. Contohnya sebuah pada sebuah data tertulis 15414 yang berarti sebuah kode pos, maka angka tadi merupakan informasi yang berarti.

MXD

Pada software ArcGIS, bila kita menjalankan ArcMap maka *.mxd adalah sebuah file project yang berisi sebuah peta, layoutnya, graphic, laporan dan semua keterangan serta komponen lain pembentuk peta tersebut. Dokumen peta ini bisa dicetak atau dirubah (exporting) pada dokumen lain misalnya menjadi format JPEG atau PDF.

Orthophoto

Foto udara yang sudah dikoreksi secara geometris (orthorectified) sehingga skala pada foto tadi menjadi seragam dan jarak sebenarnya bisa diukur dengan tepat, dalam kata lain orthophoto bisa dianggap sebagai sebuah peta.

Orthorectification

Proses untuk menghasilkan sebuah orthophoto melalui rektifikasi.

Pan

Salah satu tool yang digunakan untuk menggeser tampilan yang ada pada data view untuk data frame yang aktif.

Peta Tematik

Sering juga disebut sebagai peta statistik atau peta dengan tujuan khusus/tertentu yang bertujuan untuk menampilkan pola dari satu tema saja. Misalnya Kepadatan Penduduk, Sebaran Penyakit Malaria, Iklim dan sebagainya.

Polygon

Poligon, secara harfiah diterjemahkan sebagai bentuk bersudut banyak. Dalam GIS istilah poligon adalah kumpulan pasangan koordinat yang menghubungkan paling sedikit tiga titik (vertex) dan titik awal bertemu dengan titik yang paling akhir dan menutup. Misalnya : Batas Administrasi.

Polyline

Polyline secara harfiah diterjemahkan sebagai garis yang saling terhubung. Pada GIS, polyline adalah garis yang terhubung satu dengan lainnya yang terpusat pada garis induknya. Misalnya sungai besar yang memiliki anak sungai.

Point

Dalam kaitannya dengan data vektor, sebuah titik (vertex) adalah sebuah ben-tukan yang memiliki koordinat x dan y yang mewakili suatu pusat atau tempat. Misalnya : Ibukota, Negara, Titik Sample.

Proyeksi

Adalah cara untuk menggambarkan bentuk permukaan (permukaan bumi) yang melengkung menjadi sebuah bidang datar (peta) dengan proses transformasi matematis yang sistematis. Perlu dicatat bahwa tidak ada satu proyeksipun yang mampu secara sempurna memindahkan bidang lengkung menjadi bidang datar sehingga akan ada aspek yang terdistorsi misalnya jaraknya, luas wilayahnya, bentuknya, arahnya atau kombinasi dari beberapa atau semua aspek tadi.

Rektifikasi

Proses transformasi citra atau foto udara dengan persamaan matematis tertentu untuk mendapatkan citra atau foto udara yang planimetris.

RDBMS

Relational Database Management System adalah database yang memiliki lebih dari satu tabel didalamnya dan masing - masing tabel berhubungan satu dengan yang lainnya pada satu kolom umum yang sering disebut kolom kunci.

Select Element

Gambar panah berwarna hitam pada toolbar berfungsi untuk memilih elemen-elemen pada layouting dan memilih label-label manual.

SIG

Sistem Informasi Geografis. Berasal dari bahasa Inggris GIS - Geographic Information System adalah sekumpulan perangkat keras, perangkat lunak dan data yang terintegrasi satu dengan lainnya yang mampu menampilkan, mengelola data dan informasi secara geografis, menganalisa hubungannya secara keruangan serta memodelkan proses-proses keruangan. SIG memberikan kerangka kerja untuk mengumpulkan dan mengorganisasi data keruangan dan informasi lain yang terkait sehingga tidak hanya ditampilkan saja namun dapat dianalisa. Beberapa definisi lain memasukkan unsur sumber daya manusia sebagai sebuah bagian yang tak dapat dipisahkan dari SIG.

Shapefile

Format penyimpanan suatu bentukkan/feature lengkap dengan atribut yang terkait atas bentukan geografis tadi. Shapefile hanya dapat menyimpan satu bentukan/features saja.

Sistem Koordinat

Sebuah kerangka referensi yang mengacu kepada sumbu horizontal X dan Y (dua dimensi) dan ketinggian atau kedalaman Z (tiga dimensi) beserta seperangkat aturanaturannya. Sistem koordinat yang digunakan untuk menentukan posisi dalam konteks ruang.

Symbology

Salah satu tab Properties yang memiliki seperangkat konvensi, aturan atau sistem pengkodean yang mendefinisikan bagaimana bentukan/feature geografis ditampilkan lewat simbol - simbol pada sebuah peta.

Skala

Perbandingan antara ukuran sesungguhnya dengan ukuran model.

TOC

Table of Content adalah daftar berisi data frame, layer-layer yang digunakan pada pada suatu project document. Pada TOC ini juga kita bisa mengontrol layer-layer yang aktif.

Titik Kontrol

Dalam survey, titik kontrol atau benchmark adalah titik yang telah diketahui ketinggian dan koordinatnya. Penanda ini telah dipasang secara khusus permanen oleh surveyor (dari suatu institusi yang berkompeten). Titik kontrol ini biasanya dibentuk menjadi tugu kecil atau kadang-kadang tanda-tanda lain seperti cat untuk titik kontrol bantu

Toolbar “Tools”

Toolbar standar, berfungsi pada penggunaan data frame atau view pada operasi ArcMap atau ArcCatalog.

UTM

Universal Transverse Mercator adalah sistem koordinat yang sudah diproyeksikan (Transverse Mercator) dengan membagi bumi menjadi 60 zona yang berbeda, masing-masing selebar 6°. Zona 1 berada pada 180° Bujur Barat hingga 174° Bujur Barat. Pertambahan zona ke arah timur.

Vertex

Pasangan koordinat yang bersama-sama dengan vertex lainnya yang saling terhubung dan membentuk sebuah garis atau poligon. Vertex yang mengawali dan mengakhiri sebuah garis atau poligon disebut juga node.

View

Pada ArcGIS, view merupakan cara untuk dapat melihat secara keseluruhan isi dari coverage, shapefile atau geodatabase yang dipilih pada Catalog Tree di ArcCatalog. Pada ArcView 3.x adalah salah satu dari lima jenis dokumen yang ada dalam sebuah file project (*.apr). View dipakai untuk menampilkan, mengquery, dan menganalisa tema-tema geografis.

WGS84

World Geographic System 1984 adalah datum dan sistem koordinat yang paling umum digunakan saat ini yang dikembangkan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat untuk menggantikan WGS72. Pengukuran GPS juga menggunakan datum dan sistem proyeksi ini.

XML

eXtensible Markup Language yang dikembangkan oleh World Wide Web Consortium (W3C) sebagai sebuah standar bahasa markup umum terutama untuk menampilkan format text sehingga datanya dapat dibaca oleh berbagai aplikasi komputer. XML adalah aturan - aturan untuk membuat format informasi standar dengan menggunakan tag - tag (penanda) sehingga data dan format text dapat dimanfaatkan pada berbagai aplikasi/perangkat lunak.

Zoom In

Tool yang digunakan untuk memperbesar view(tampilan) yang ada dalam data frame atau peta.

Zoom Out

Tool yang digunakan untuk memperkecil view(tampilan) yang ada dalam data frame atau peta.