BAB II
KAJIAN PUSTAKA

2.1 Definisi Operasional

A. Bencana

Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. *(Definisi bencana menurut UU No. 24 tahun 2007)*.

B. Mitigasi

Mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. (*UU No. 24 tahun 2007*)

C. Kerentanan

Vulnerability factors merupakan faktor peluang kerentanan terhadap bencana. Kerentanan merupakan faktor yang akan menentukan apakah bencana itu akan menimbulkan kerusakan yang lebih besar atau tidak. Kerentanan juga merupakan faktor-faktor yang ikut mendukung atau ikut berpengaruh secara tidak langsung terhadap terjadinya suatu bencana. Beberapa definisi tentang kerentanan (*vulnerability*) memiliki penekanan yang berbeda, terminologi kerentanan digunakan dalam banyak literatur tentang bencana yang disebabkan oleh bahaya alam. Terdapat pula terminologi kerentanan yang lebih berorientasi terhadap besar atau kecilnya kerugian yang ditimbulkan karena bencana, misalnya definisi yang diberikan oleh *Emergency Management Australia* (EMA, 1998:9 dalam Rencana Induk Sistem Proteksi Kebakaran (RISPK) Bangka):

D. Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana

Adalah serangkaian upaya yang meliputi penetapan kebijakan pembangunan yang berisiko timbulnya bencana, kegiatan pencegahan bencana,tanggap darurat, dan rehabilitasi (*UU No. 24 tahun 2007*).

E. Pencegahan Bencana

Adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mengurangi atau menghilangkan risiko bencana, baik melalui pengurangan ancaman bencana maupun kerentanan pihak yang terancam bencana (*UU No. 24 tahun 2007*).

F. Risiko bencana

Adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibatbencana pada suatu wilayah dan kurun waktu tertentu yangdapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnyarasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat (*UU No. 24 tahun 2007*)

G. Arahan

Adalah berasal dari kata "arah" pengertian arahan disini dapat didefinisikan sebagai kerangka dasar pertimbangan untuk tujuan pengembangan (*Endang Putra, 1990 : 12 dalam Rencana Induk Sistem Proteksi Kebakaran (RISPK) Bangka*)

H. Pengembangan

Adalah mewujudkan, memperbaiki atau meningkatkan sesuatu yang telah ada dalam lingkungan tertentu (*UU No.26 Th. 2007 tentang Penataan Ruang*).

I. Sarana

Fasilitas penunjang, yang berfungsi untuk penyelenggaraan dan pengembangan kehidupan ekonomi, sosial dan budaya (Kamus Tata Ruang *dalam Rencana Induk Sistem Proteksi Kebakaran (RISPK) Bangka*).

J. Mitigasi Bencana

Upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik secara struktur atau fisik melalui pembangunan fisik alami dan/atau buatan maupun nonstruktur atau nonfisik melalui peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (*UU No.27 Th. 2007 tentang Penataan Ruang*).

K. Tsunami

Sederetan gelombang laut yang menjalar dengan panjang gelombang sampai 100 km dengan ketinggian beberapa puluh cm di tengah laut dalam (*Badan meteorology dan geofisika*)

L. Zona

Ruang yang penggunaannya disepakati bersama antara berbagai pemangku kepentingan dan telah ditetapkan status hukumnya (*UU No.27 tentang pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil*).

2.2 Kajian Terhadap Sistem Informasi Geografis (SIG)

2.2.1 Konsep dan Terminologi SIG

Konsep peta telah dikenal sejak ribuan tahun yang lalu. Hal ini terbukti dengan telah banyaknya gambar yang menyerupai peta perjalanan. Salah satunya seperti yang digambarkan oleh orang-orang *Cro-Magnon* pada dinding gua di Lascaux Prancis. Pada dinding gua terdapat gambar hewan dilengkapi dengan garis yang dipercaya sebuah rute migrasi hewan-hewan tersebut. Dari

zaman ke zaman petapun berkembang. Tidak hanya manfaat peta yang akhirnya disadari semakin luas. Teknologi pembuatan peta itu sendiri juga ikut berkembang.

GIS adalah singkatan dari Geographic Information System. Dalam bahasa Indonesia sendiri, GIS disingkat SIG yang artinya Sistem Informasi Geografi. Sistem Informasi Geografi adalah sebuah sistem yang dapat membantu memberikan gambaran yang lebih jelas tentang informasi dari sebuah tempat. Hasil akhir SIG dapat juga disebut Smart Maps. Hal ini dikarenakan hasil akhir SIG memang merupakan sebuah peta yang dilengkapi dengan data yang dibutuhkan oleh si pembuatnya. Smart Map inilah yang nantinya dapat membantu user, baik dalam menganalisis ataupun mengambil keputusan terhadap suatu daerah.

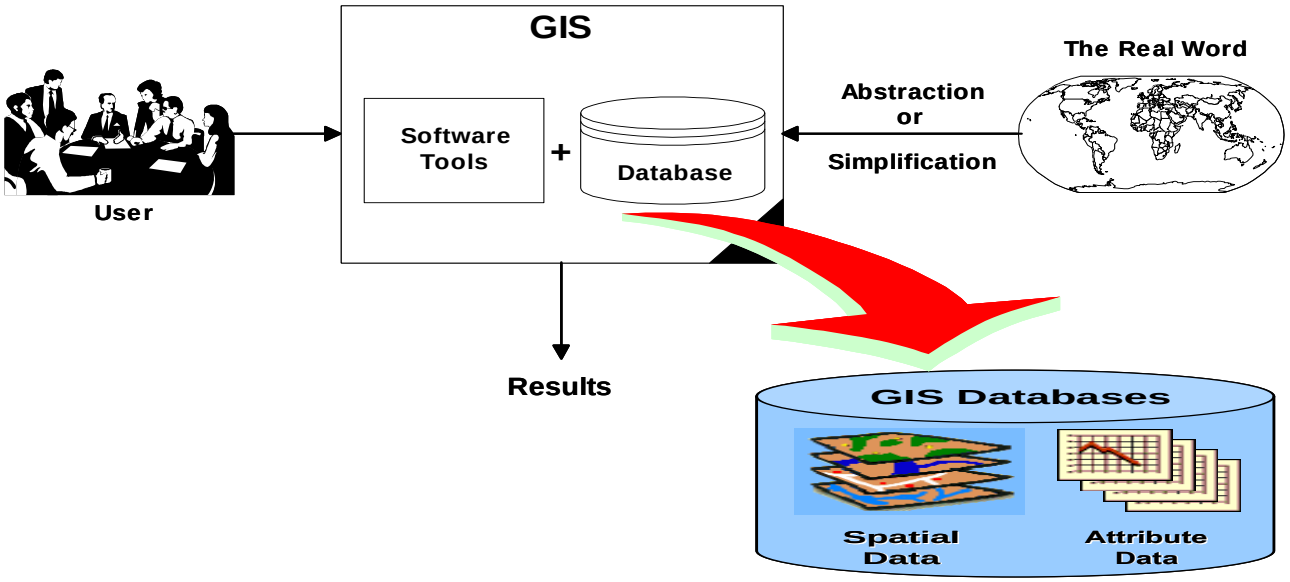
Sistem Informasi Geografis (SIG) muncul pada tahun 1967. Pertama kali SIG dipergunakan oleh Departemen Energi, Pertambangan dan sumber daya Ottawa, Ontario, Kanada. SIG yang pertama dikembangkan oleh Roger Tomlinson yang diberi nama CGIS (*Canadian GIS*). SIG ini digunakan untuk menyimpan, menganalisis dan mengolah data yang dikumpulkan untuk CLI (*Canadian Land Inventory* = Inventarisasi Tanah Canada). Tujuannya untuk mengetahui kemampuan lahan di wilayah pedesaan Canada). Sedangkan Roger Tomlinson sendiri akhirnya mendapat julukan sebagai Bapak SIG (*Rencana Induk Sistem Proteksi Kebakaran* (*RISPK) Nabire 2009*).

2.2.2 Metodologi GIS dalam Menganalisis Mitigasi Bencana

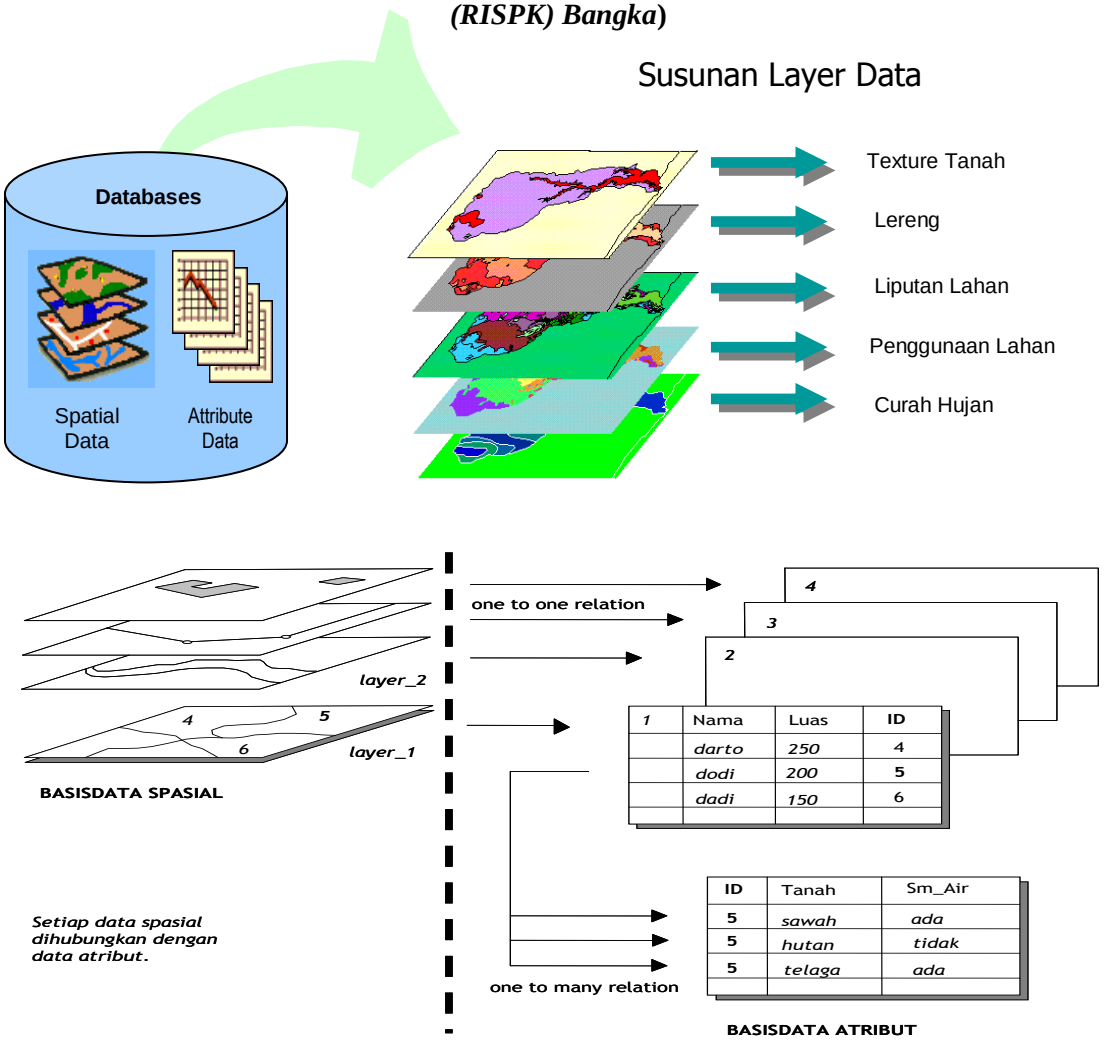
GIS merupakan sistem komputer yang mampu memproses dan menggunakan data yang menjelaskan tentang tempat pada perumukaan bumi. Lebih lanjut GIS didefinisikan sebagai sekumpulan alat yang terorganisir yang meliputi hardware, software, data geografis dan manusia yang sumuanya dirancang secara efisien untuk dapat melihat, menyimpan, memperbaharui, mengolah dan menyajikan semua bentuk informasi bereferensi geografis (ESRI, 1994 *dalam Rencana Induk Sistem Proteksi Kebakaran (RISPK) Bangka*).

Selanjutnya GIS pada dasarnya dibuat untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis obyek serta fenomena yang posisi geografisnya merupakan karakteristik yang penting untuk di analisis (Aronoff, 1989 *dalam Rencana Induk Sistem Proteksi Kebakaran (RISPK) Bangka*). Secara garis besar data dalam GIS dibagi menjadi dua bagian, yaitu data spasial yang bereferensikan data geografis (koordinat) dan data atribut yang menjelaskan atau sebagai identitas dari data spasial.

Keunikan GIS jika dibanding dengan sistem pengelola basis data yang lain adalah kemampuan untuk menyajikan informasi spatial maupun non-spatial secara bersama. Sebagai contoh data GIS penggunaan lahan dapat disajikan dalam bentuk luasan yang masing-masing mempunyai atribut penjelasan baik itu tabuler, text, angka, maupun *image file*. Informasi yang berlainan tema disajikan dalam lapisan (layer) informasi yang berlainan lihat Gambar.



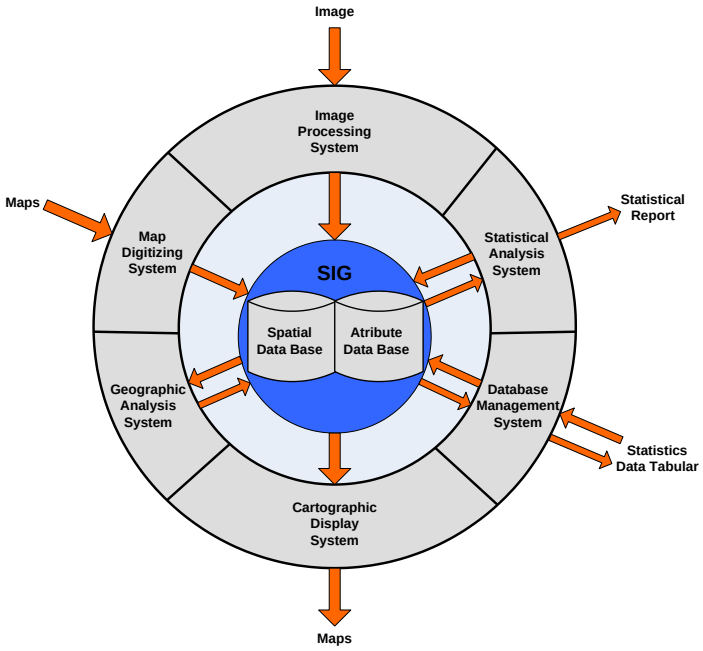
Gambar 2. 1 Terminologi SIG (ESRI, 1994 *dalam Rencana Induk Sistem Proteksi Kebakaran (RISPK) Bangka*)



Gambar 2. 2 Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis

(ESRI, 1994 *dalam Rencana Induk Sistem Proteksi Kebakaran (RISPK) Bangka*)

Kerangka input/output data/informasi dalam GIS dapat dilihat pada Gambar 2.3. Data input yang dapat dimasukkan dalam GIS adalah peta analog yang didigitasi, image/citra (citra satelit, poto udara) yang merupakan data spasial. Sedangkan data atribut dapat berupa data laporan statistik yang terkaitan dengan data spasial yang dapat berupa data tabular dan tekstual, dan juga dapat mengakses/linking dengan database management system yang sudah ada dengan syarat ada item relasinya. Sedangkan data output yang dapat dikeluarkan oleh GIS dapat berupa hasil analisis spasial berupa peta, laporan statistik, analisis statistik yang secara otomatis dapat dipetakan dalam data spasialnya, dan dapat dijadikan sebagai data input bagi database management sistem.



Gambar 2. 3 Input/Output Data Dalam SIG

(ESRI, 1994, *dalam Rencana Induk Sistem Proteksi Kebakaran (RISPK) Bangka*)

Dari definisi tersebut diatas, GIS jelas mempunyai karakteristik sebagai perangkat pengelola basis data (Database Management System (DBMS), sebagai perangkat analisa keruangan (spatial analysis) dan juga sekaligus proses komunikasi untuk pengambilan keputusan.

Lebih sederhana lagi GIS mempunyai dua fungsi utama, yaitu sebagai database system dan sebagai alat analisis dan modeling yang berkaitan dengan informasi geografis. Ada tiga tugas utama yang diharapkan dari sistem informasi geografis adalah :

- Penyimpanan, menajemen, dan integrasi data spasial dalam jumlah besar.
- Kemampuan dalam analisis yang berhubungan secara spesifik dengan komponen data geografis.

- Mengorganisasikan dan mengatur data dalam jumlah besar, sehingga informasi tersebut dapat digunakan semua pemakainya.

2.2.3 Proses Analisis dalam GIS

Seperti yang telah dijelaskan pada bagian input/output data dalam GIS, bahwa struktur data GIS dibagi kedalam dua bagian, yaitu data spasial (keruangan/peta) dan data atribut (data tabular). Dengan demikian, dalam proses analisis dengan menggunakan GIS perlu dipahami dahulu prosedur/proses pemilihan variabel dan hubungan fungsional antar variabel.

a) Pemilihan Variabel

Pemilihan variabel disesuaikan dengan tingkat kebutuhan data dan informasi untuk maksud dan kegiatan tertentu (dalam hal ini untuk kepentingan perencanaan daerah). Sesuai dengan pekerjaan yang dilakukan, yaitu Penyusunan Rencana Induk Kebakaran, maka pemilihan variabel dapat dibedakan menjadi 2 (dua), yaitu:

- Variabel dalam bentuk data grafis (peta), seperti peta administrasi, penggunaan lahan, ketinggian, kemiringan lereng, geologi, jenis tanah, tekstur tanah, air tanah, jaringan sungai, jaringan jalan, dan lain-lain.
- Variabel dalam bentuk tabel (basis data), seperti kependudukan (jumlah penduduk, struktur penduduk berdasarkan umur, dll) dan perekonomian. Pembentukan data dalam bentuk tabel (basis data) tersebut, strukturnya harus disusun dalam bentuk basis data terhubung (*relational database*) dengan data grafis.

b) Hubungan Fungsional Antar Variabel

Hubungan fungsional antar variabel dibedakan menjadi 2, yaitu hubungan antar variabel dalam bentuk grafis dan hubungan antara variabel dalam bentuk grafis dengan variabel dalam bentuk tabel.

- Hubungan Antar Variabel Grafis (Peta)

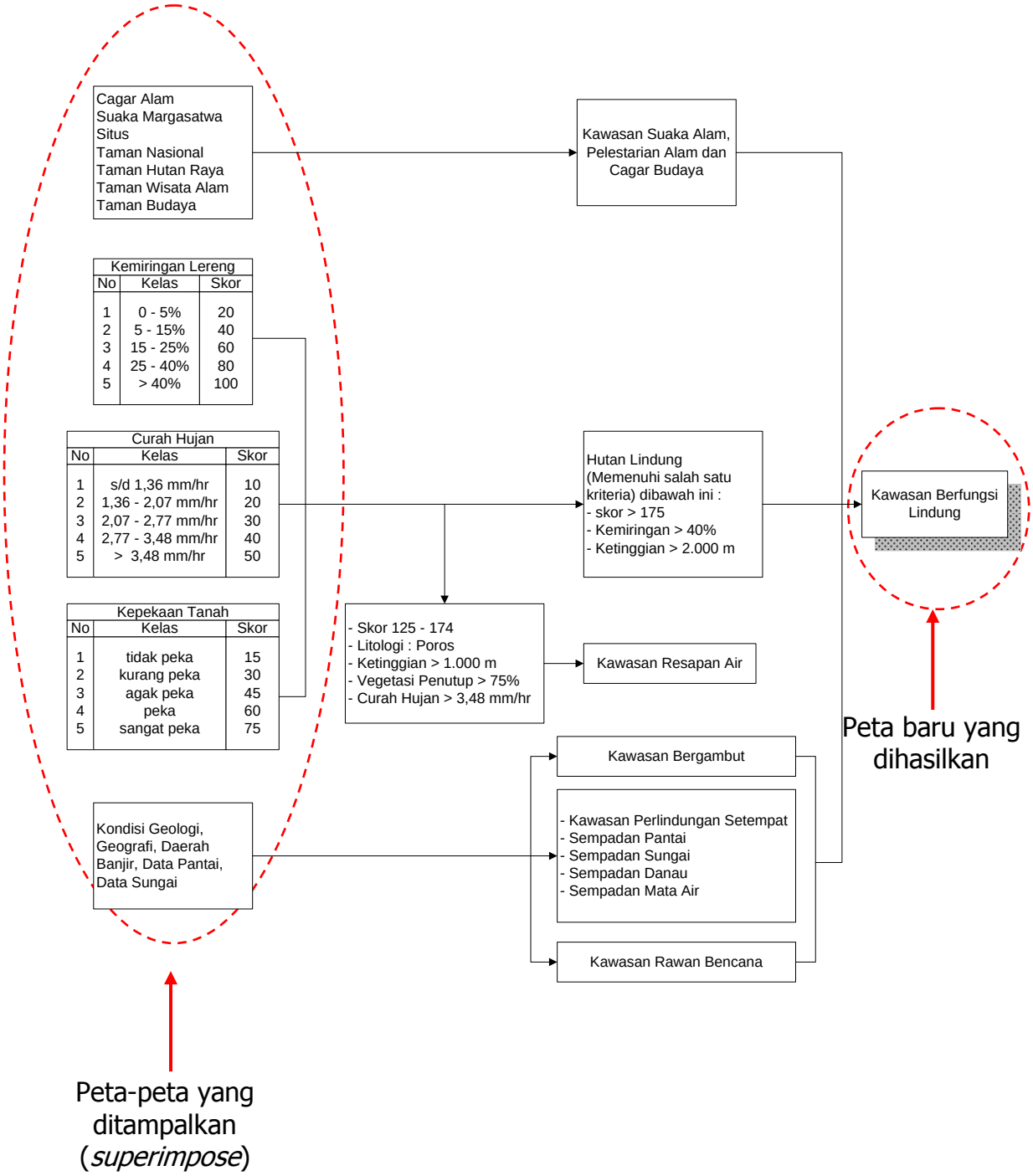
  Hubungan ini dimaksudkan untuk membentuk peta baru yang diturunkan dari beberapa peta yang merupakan variabel berpengaruh/penentu dalam pembentukan peta baru tersebut. Hal ini biasanya dilakukan, misalnya untuk penentuan kesesuaian lahan.

  Sebagai contoh dalam penentuan kawasan berfungsi lindung yang memanfaatkan hubungan antara variabel-variabel yang berpengaruh, dapat dilihat pada **Gambar 2.4.** Proses yang dilakukan adalah dengan melakukan superimpose (pertampalan) beberapa peta yang merupakan variabel berpengaruh.

- Hubungan Antara Variabel dalam Bentuk Tabel dengan Variabel Grafis

Hubungan ini biasanya dilakukan untuk memetakan data atau informasi dalam bentuk tabel ke dalam bentuk grafis (peta), misalnya data kepadatan benduduk dalam bentuk tabel di tampilkan ke dalam bentuk data grafis/peta kepadatan penduduk.

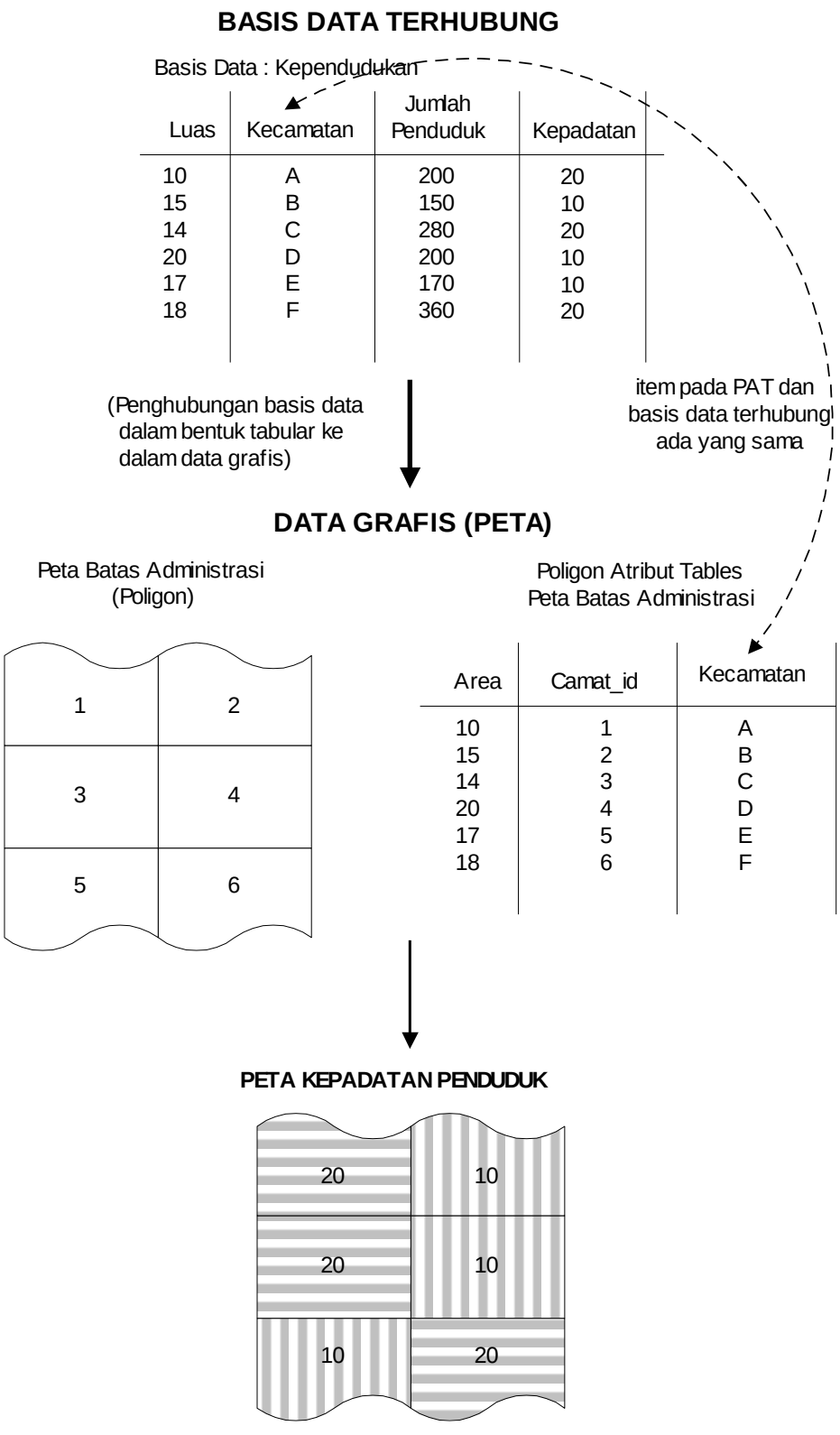
Ilustrasi hubungan tersebut dapat dilihat pada **Gambar 2.5**. Proses yang dilakukan adalah proses query data yang mengakses data base tabular, dimana hasil query tersebut akan ditampilkan dalam peta, sehingga akan memudahkan untuk dipahami dan dimengerti.



Gambar 2. 4 Penentuan Kawasan Berfungsi Lindung

(contoh penggunaan hubungan antar variabel grafis/peta)

(ESRI, 1994, *dalam Rencana Induk Sistem Proteksi Kebakaran (RISPK) Bangka*)



Gambar 2. 5 Ilustrasi Hubungan Variabel Grafis Dan Basis Data Terhubung

(ESRI, 1994, *dalam Rencana Induk Sistem Proteksi Kebakaran (RISPK) Bangka*)

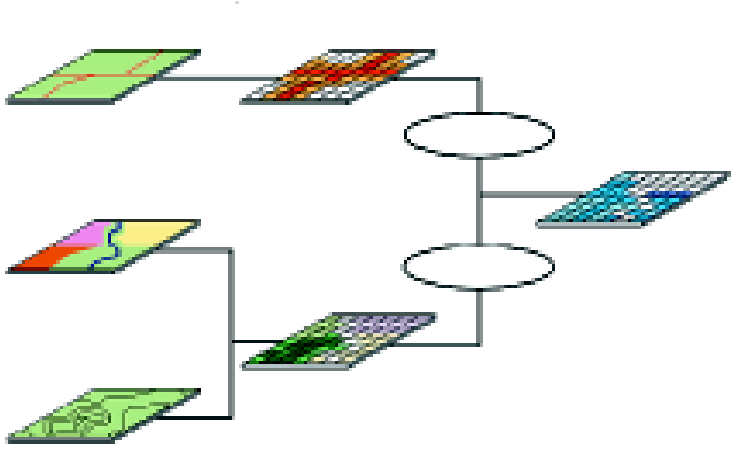
2.2.4 Model Analisis Dalam GIS

Ada beberapa model analisis yang dapat digunakan dalam GIS, yaitu:

1. *Superimpose*/Pertampalan Peta

Model analisis ini dilakukan dengan menampalkan dua atau lebih peta yang ada dalam sistem *database spatial*. Ini dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik suatu obyek dengan banyak variabel.

Sebagai contoh kita ingin membangun peta kemampuan lahan berdasarkan kondisi fisik dasarnya (kemiringan, tutupan lahan, ketinggian, kondisi geologi, dan lain-lain) serta tingkat aksesibilitasnya, maka kita dapat melakukan proses pertampalan dari peta-peta tematik tersebut.



(*ESRI, 1994, dalam Rencana Induk Sistem Proteksi Kebakaran (RISPK) Bangka*)

2. Buffering*/*Distance

Proses *Buffering/distance* digunakan untuk membangunan jarak radius dari suatu obyek. Proses ini berguna untuk menentukan besar wilayah pengaruh dari suatu kegiatan.

Misalnya kita dapat menentukan lokasi untuk pembangunan sekolah baru yang dikaitkan dengan keberadaan sekolah yang sudah ada, kita dapat melakukan proses *Buffering* ini.

Ada beberapa langkah yang harus dilakukan, yaitu :

- *Pertama*, tentukan variabel/data yang akan dilibatkan dalam proses analisis (misal landuse, ketinggian, lokasi kawasan rekreasi dan sekolah yang sudah ada).
- *Kedua*, melakukan pembangunan peta baru dengan menurunkannya dari peta yang sudah ada. Dalam hal ini adalah dengan melakukan perhitungan kemiringan dan melakukan proses *Buffering/distance* pada peta lokasi kawasan rekreasi dan sekolah.

- *Ketiga*, lakukan reklasifikasi kemiringan dan jarak sesuai dengan kriteria kesesuaian lokasi untuk sekolah.
- *Keempat*, lakukan pembobotan untuk masing-masing variabel yang dilibatkan lalu kombinasikan seluruh variabel tersebut, sehingga didapat *score*/nilai kesesuian lokasi untuk sekolah (ESRI, 1994, *dalam Rencana Induk Sistem Proteksi Kebakaran (RISPK) Bangka*).

2.3 Sarana Mitigasi Bencana Gempa Dan Tsunami

Menurut kamus tata ruang, definisi sarana adalah fasilitas penunjang, yang berfungsi untuk penyelenggaraan dan pengembangan kehidupan ekonomi, Definisi mitigasi adalah proses mengupayakan berbagai tindakan preventif untuk meminimalisasi dampak negatif bencana yang akan terjadi. Mitigasi juga merupakan investasi jangka panjang bagi kesejahteraan masyarakat.

Istilah mitigasi berlaku untuk cakupan yang luas dari aktivitas-aktivitas dan tindakan-tindakan perlindungan yang mungkin diawali, dari yang fisik, seperti membangun bangunan-bangunan yang lebih kuat, sampai dengan yang prosedural, seperti teknik-teknik yang baku untuk menggabungkan penilaian bahaya di dalam penggunaan lahan.

Mitigasi atau tindakan mengurangi dampak suatu bencana sebenarnya bisa menjadi alat ampuh dalam menghadapi bencana. Melalui strategi itu, masyarakat bisa terlindung dari ganasnya bencana. Tak ada cara lain, kuncinya terletak pada sampai sejauh mana kita mampu membuat mitigasi yang andal baik secara fisik (*struktural*) maupun nonfisik (*non-struktural).* Secara fisik bisa melalui upaya teknis, baik buatan maupun alami. Sedangkan secara nonfisik menyangkut penyesuaian dan pengaturan tentang kegiatan manusia agar sejalan dan sesuai dengan upaya mitigasi baik secara fisik maupun upaya lainnya. Upaya fisik meliputi pembuatan Jalur penyelamatan, *break water* (pemecah gelombang), *sea wall* (tembok laut), *shelter* (tempat perlindungan), *artificial hill* (bukit buatan), vegetasi pantai, *retrofitting* (penguatan bangunan) dan lain-lain. Sedangkan upaya nonfisik di antaranya pendidikan, pelatihan, penyadaran masyarakat, tata ruang, zonasi, relokasi, peraturan perundangan, dan penerapan pengelolaan wilayah pesisir terpadu (*Integrated Coastal Zone Management-ICZM*).

a) Jalur Penyelamtan *(Escape Roads)* dan Rute Penyelamatan *(Escape Root)*

Jalan penyelamatan dan rute penyelamatan bertujuan untuk memudahkan warga masyarakat untuk melakukan proses evakuasi penyelamatan ke tempat yang lebih aman. Standar yang digunakan untuk lebar jalan penyelamatan adalah minimal 6 meter dengan kualitas jalan aspal kelas I, selain dari jalan penyelamatan maka lebar jalan direncanakan minimal 4 meter dengan kualitas aspal kelas III. Rute penyelamatan (*escape routes*) direncanakan jalurnya menuju dearah atau kawasan yang secara morfologi berada pada ketinggian 10 mdpl.

Rutenya diarahkan sepanjang jalan lokal wisata dan jalan utama. Berikut petunjuk praktis penyusunan jalur evakuasi bencana tsunami :

- Menjauhi pantai / sungai
- Tidak melintasi sungai / jembatan
- Perlu dibuat beberapa jalur sejajar. Prioritas pada daerah pantai terbuka
- Untuk daerah landai, dibuat bertahap, tempat evakuasi sementara / evakuasi vertical
- Jalur perlu dipasangi rambu



Gambar 2. 6 Keberadaan Escape Roads and Rute di zona rawan tsunami

b) Tempat Perlindungan (Shelter)

Kawasan pariwisata pantai rentan akan gempa dan tsunami maka bangunan penyelamatan yang banyak difungsikan sebagai bangunan penyelamatan berupa bangunan-bangunan fasilitas umum (seperti: mesjid yang berlantai atau meiliki ketinggian 12 m, sekolah berlantai, dan kantor desa) dan lapangan terbuka. Untuk bangunan yang direkomendasikan sebagai bangunan penyelamatan dari bencana luapan air baik itu gelombang tinggi ataupun banjir yakni bangunan

berlantai dua, dengan ketinggian 12 meter dari tanah dengan dimensi 10 m x 15 m. Petunjuk Praktis Bangunan Penyelamat (*Escape Building / Tsunami Shelter*) :

- Persyaratan Bangunan
- Bangunan sudah ada
- Struktur beton bertulang
- Cukup luas, memiliki ruang untuk tempat berkumpul
- Secara fisik bangunan tamak kaku dan solid



Gambar 2. 7 Fasilitas bangunan penyelamatan tsunami,

(Sumber : Satake, 2006 dalam Hery Hidayat, Arahan pengembangan Sarana prasarana mitigasi bencana tsunami di zona wisata utama pangandaran.- Bandung : Teknik - Planologi (Perencanaan Wilayah dan Kota), 2009.)

- Bertingkat 2 lantai ke atas
- Bangunan Tsunami Shelter Buatan minimal memiliki luasan 150 m2.
- Arah panjang bangunan tegak lurus garis pantai
- Gedung dirancang tahan gempa (engineering building) hotel/apartemen,
- mall, kantor, perguruan tinggi (BUKAN sekolah, rumah, ruko dsb dengan
- kekakuan minim)
- Berada di daerah yang diperkirakan tidak akan terendam jika terjadi tsunami

c) Sabuk Hijau (Green Belt) / Vegetasi Pantai

Prinsip penataan ruang terbuka hijau di kawasan wisata bertujuan untuk (1) meningkatkan mutu lingkungan yang aman, nyaman produktif dan berkelanjutan dan (2) menciptakan keserasian dengan tata massa bangunan sekitarnya sehingga dapat membentuk citra kawasan. Penataan tata hijau/RTH kawasan sempadan pantai merupakan bagain dari *one costal one plan one management* yang telah disusun dalam kebijakan ICM (*integrated Costal Management*.). Untuk menciptakan kawasan pesisir yang tepadu dan selaras dengan ekologi kawasan pesisir sesuai, maka penataan RTH di Kawasan memiliki fungsi sebagai berikut:

- Areal perlindungan berlangsungnya fungsi ekosistem dan penyangga kehidupan,
- Sarana untuk menciptakan kebersihan, kesehatan, keserasian dan keindahan lingkungan,
- Sarana rekreasi,
- Pengamanan lingkungan hidup terhadap berbagai macam pencemaran baik di darat, perairan maupun udara,
- Sarana penelitian dan pendidikan serta penyuluhan bagi masyarakat untuk membentuk kesadaran lingkungan,
- Tempat pelindungan plasma nuftah,
- Sarana untuk mempengaruhi dan memperbaiki iklim mikro, dan pengatur tata air.
- Sarana mitigasi bencana tsunami mengingat kawasan pesisir memiliki potensi bencana tsunami yang cukup tinggi.

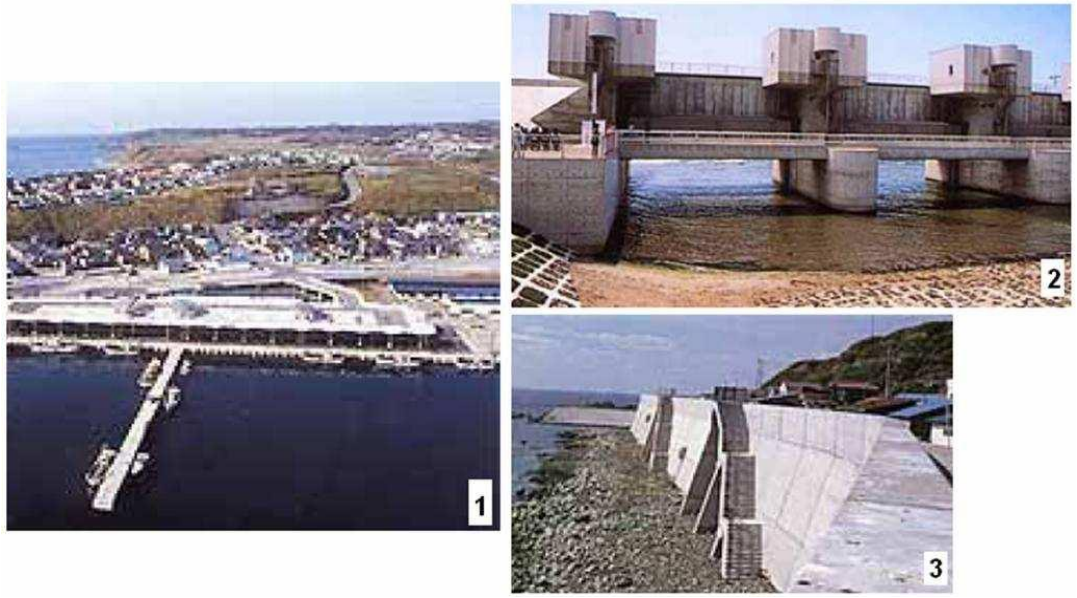
Sempadan pantai kawasan wisata memiliki potensi tata hijau yang baik. Untuk melindungi pantai dari tingkat abrasi dan dari potensi arus pasang tinggi dan bencana tsunami, maka ruang terbuka di sepanjang pantai diarahkan pada lokasi sebagai berikut :

- Untuk pinggir pantai (batas pasir) adalah tanaman perdu dan ketapang sebagai suatu jalur (satu lapis) dan ke arah darat berupa pohon kelapa.
- Lapisan Sempadan kedua, cocok ditanami tanaman campuran yang pendek (perdu) dan yang tinggi (pohon).
- Sempadan pantai yang landai maka tanaman perdu dan ketapang sebagai suatu jalur (satu lapis) dan ke arah darat berupa pohon kelapa.(*Hery Hidayat, Arahan pengembangan Sarana prasarana mitigasi bencana tsunami di zona wisata utama pangandaran.- Bandung : Teknik - Planologi (Perencanaan Wilayah dan Kota), 2009*)

d) Pemecah Ombak (Break Water) dan Sea Wall

Bangunan penahan gelombang tsunami di perairan dangkal pantai sebagai pertahanan pertama adalah pemecah gelombang (*breakwater*). Di pinggir pantai perlu dibangun dinding penghalang (*tidal barrier*) atau *sea wall*. Baik breakwater ataupun seawall tingginya disesuaikan minimal setengahnya dari pada yang pernah dan diperkirakan terjadi. Diupayakan pembuatan tanggul penghalang (*dyke*) beberapa lapis sebelum tsunami mencapai lokasi pemukiman.

Selain itu antara daerah bebas pantai dengan pemukiman perlu dibatasi pepohonan tinggi berakar serabut kuat untuk melindungi rumah-rumah dari terjangan langsung tsunami. Tanggul bisa berstatus permanen atau temporer , metode "buka-tutup" seperti pada pintu-pintu air irigasi muara sungai Numazu berjenis electric water gates dengan ukuran terbesar berketinggian hampir 10 m. Fungsinya untuk mencegah terjadi upstreaming gelombang tsunami masuk muara sungai yang berakibat genangan tsunami merayap jauh menimbulkan banjir bandang dadakan di bantalan-bantalan sungai.



Gambar 2. 8 Fasilitas perlindungan tsunami; 1) Water Breakers, 2) Electric Water Gates,3) Sea Wall, (Sumber : Satake, 2006,dalam *Hery Hidayat, Arahan pengembangan Sarana prasarana mitigasi bencana tsunami di zona wisata utama pangandaran.- Bandung : Teknik - Planologi (Perencanaan Wilayah dan Kota), 2009)*

e) Tata Inforamsi

Papan peringatan tanda bahaya tsunami dan rute evakuasi sebaiknya ditempel di lokasi-lokasi yang mudah terlihat umum contohnya di tiang listrik, baliho dan dekat rambu lalu lintas.

Keterangannya harus jelas, mudah dimengerti, tidak menimbulkan perasaan was-was, dan kalau perlu ditambah Bahasa Inggris dan bahasa daerah setempat. Perlindungan sarana-sarana umum seperti rumah sakit, shelter, gudang penyimpanan makanan dan fasilitas vital pemerintahan perlu ditempatkan di daerah benar-benar aman. Alternatif lain tanda bahaya adalah isyarat

tradisional seperti kentongan, bedug, dan pengeras suara di rumah ibadah yang memberitahukan peringatan tanda bahaya tsunami.

Mobil dan motor patroli perlu dikerahkan untuk memobilisasi penduduk ke lokasi yang penampungan sementara. Dalam hal pembuatan peta bencana lokal tentunya pemerintah kabupaten dan kecamatan yang lebih tahu akan daerahnya diharapkan berdaya upaya segera mewujudkannya demi keselamatan bersama.



Gambar 2. 9 Contoh Rambu Informasi Di Daerah Rawan Tsunami.

Keterangannya harus jelas, mudah dimengerti, tidak menimbulkan perasaan was-was, dan kalau perlu ditambah Bahasa Inggris dan bahasa daerah setempat. Perlindungan sarana-sarana umum seperti rumah sakit, shelter, gudang penyimpanan makanan dan fasilitas vital pemerintahan perlu ditempatkan di daerah benar-benar aman. Alternatif lain tanda bahaya adalah isyarat tradisional seperti kentongan, bedug, dan pengeras suara di rumah ibadah yang memberitahukan peringatan tanda bahaya tsunami. Mobil dan motor patroli perlu dikerahkan untuk memobilisasi penduduk ke lokasi yang penampungan sementara.

Dalam hal pembuatan peta bencana lokal tentunya pemerintah kabupaten dan kecamatan yang lebih tahu akan daerahnya diharapkan berdaya upaya segera mewujudkannya demi keselamatan bersama. (Sumber : *Hery Hidayat, Arahan pengembangan Sarana prasarana mitigasi bencana tsunami di zona wisata utama pangandaran.- Bandung : Teknik - Planologi (Perencanaan Wilayah dan Kota), 2009)*



Gambar 2. 10 Contoh rambu "*Tsunami Ready*" di Pelabuhan Grays, Washington.

Informasi yang dipaparkan dalam peta bencana (Hazard Map) meliputi : perkiraan ketinggian tsunami, rute dan tempat-tempat evakuasi, tips panduan evakuasi, informasi penting (telepon kantor pemerintah, rumah sakit, lembaga terkait), instruksi penyelamatan, pengetahuan bencana dan sejarah bencana tsunami yang pernah terjadi di daerah itu.

f) Sistem Peringatan Dini Tsunami

Menurut bahasa sistem peringatan dini adalah sistem yang menginformasikan kemungkinan terjadinya bahaya sebelum bahaya tersebut terjadi. Termasuk sistem biologis yang dimiliki oleh makhluk hidup maupun sistem hasil buatan manusia. Yang termasuk sistem biologis adalah rasa sakit dan rasa takut (yang umumnya menjadi bagian dari insting) yang dimiliki makhluk hidup secara alamiah.

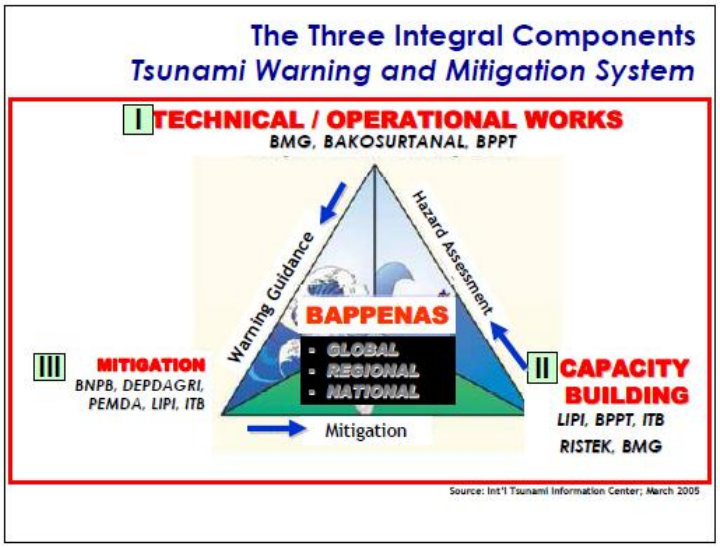
Sementara yang termasuk sistem buatan adalah sistem yang dirancang manusia untuk mengumpulkan data-data terkait dan mengolahnya menjadi parameter kemungkinan terjadinya bahaya. Sebagai tindakan atas kejadian yang melanda bangsa ini, pemerintah Indonesia juga telah menunjuk Kementerian Riset dan Teknologi (Ristek), beserta enam belas institusi pemerintah yang relevan, untuk mengembangkan suatu sistem peringatan dini untuk Indonesia.

Agar program ini dapat berhasil maka menteri koordinator bidang kesejahteraan rakyat mengeluarkan surat keputusan SK No.21/KEP/MENKO/KESRA/IX/2006 pada tanggal 26 September 2006 mengenai penunjukkan institusi pemerintah yang ditunjuk sebagai tim yang bekerjasama untuk mengembangkan sistem peringatan dini tsunami dengan kementerian bidang riset dan teknologi bertindak sebagai koordinator. Masing-masing institusi telah diberi tugas dan kewenangan masing-masing untuk mengimplementasikan pengembangan sistem peringatan dini tsunami. Sesuai dengan keputusan menteri tersebut badan yang ditunjuk ialah sebagai berikut :

- BMKG (Badan Meteorologi Kinematologi dan Geofisika), berfungsi sebagai pemantau gempa, sistem diseminasi, dan pusat operasional TEWS.
- BPPT (Badan Penelitian dan Pengembangan Teknologi) berfungsi sebagai pemantau oseanografi dan pemodelan gempa dan tsunami.
- LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) berfungsi untuk kesiapan masyarakat, dan penelitian dan pengembangan di bidang ilmu pengetahuannya.
- Depdagri (Departemen Dalam Negeri) memiliki fungsi pendidikan pada masyarakat dan hubungan masyarakat perihal bahaya tsunami.
- Depkominfo (Departemen Komunikasi dan Informasi) berfungsi untuk teknologi informasinya.
- Bakosurtanal (Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional) sebagai pemantau deformasi kerak bumi , pengolahan data deformasi dan informasi keruangan.
- Kementerian Riset dan Teknologi sebagai pengembangan sumber daya manusia yang terkait, pelatihan tsunami *(tsunami drill*), workshop, seminar, dan konferensi.

Peluncuran Sistem Peringatan Dini Tsunami untuk Samudra Hindia yang merupakan bagian kerjasama dari negara-negara donor ini berdasar pada jenisjenis sistem sensor yang berlainan. Sekitar 90 % tsunami disebabkan oleh gempa bumi atau karena letusan gunung berapi, dan tanah longsor pun bisa menjadi penyebab tsunami. Konsep ini bertujuan pada pencapaian indikator dari suatu tsunami beserta dimensinya dengan menganalisis beberapa pengukuran di setiap tahap awal. Secara teknisnya, ketika gelombang tsunami di samudra luas menyebar dengan kecepatan sampai 700 km/jam, cepat rambat gelombang tsunami juga tergantung dari kedalaman lautnya. Pada laut yang dalam cepat rambat gelombang tsunami dapat mencapai kecepatan pesawat terbang, sedangkan di kawasan dangkal kira-kira sama dengan kecepatan sepeda balap (*Sumber : Japan Meteorological Agency dalam Hery Hidayat, Arahan pengembangan Sarana prasarana mitigasi bencana tsunami di zona wisata utama pangandaran.- Bandung : Teknik - Planologi (Perencanaan Wilayah dan Kota), 2009*).

Pada daerah yang terancam di sepanjang jalur patahan lempeng, kurang lebih 20 menit waktu tersisa antara terciptanya gelombang besar dengan kontak pertama dengan daratan Indonesia dikarenakan posisi pantai Indonesia yang berada di garis depan dari posisi patahan lempeng tektonik. Sedangkan Konsep dasar InaTEWS berlandaskan pada model yang diusulkan oleh (ITIC), yang terdiri atas 3 komponen yaitu: Operasional (Operational), *Capacity Building*, dan Tanggapan.



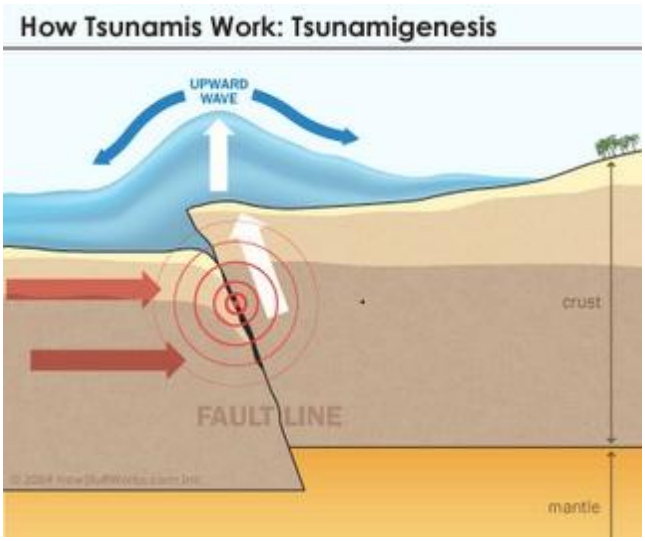
Gambar 2. 11 Konsep INA-TEWS dan Instrumen Sistem Peringatan Dini.

(Sumber: International Tsunami Information Center, 2005)

Operasional dan komponen mencakup pemantauan (*monitoring*), pengumpulan data, pemrosesan, dan analisis, persiapan peringatan, pengeluaran informasi, diseminasi. Pembangunan Kapasitas (*Capacity Building*) mencakup pemodelan, penelitian dan pengembangan, pelatihan, pendidikan dan keahlian. Tanggapan Keadaan Darurat dan Mitigasi (*Emergency Response and Mitigation*) mencakup pendidikan untuk masyarakat umum, peningkatan kesiapsiagaan dan kesadaran, tanggapan keadaan darurat, persiapan logistik dan perlindungan, latihan dll.

2.4 Definisi Tsunami

Dari segi terminologi berasal dari bahasa Jepang, Tsu yang berarti pelabuhan dan Nami yang berarti gelombang, karena tsunami sering terjadi di negara Jepang, berdasarkan catatan sejarah di Jepang telah terjadi tsunami kurang lebih sebanyak 195 kali.

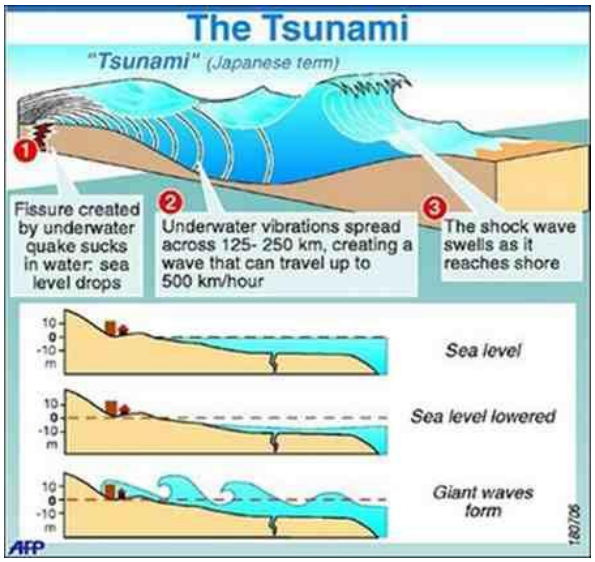


Gambar 2. 12 Terjadinya Tsunami

Sedangkan penjelasan lengkap tentang tsunami, Tsunami merupakan perpindahan badan air yang disebabkan oleh perubahan permukaan laut secara vertikal dengan tiba-tiba. Perubahan permukaan laut tersebut bisa disebabkan antara lain oleh :

- gempa bumi yang berpusat di bawah laut,
- letusan gunung berapi bawah laut,
- longsor bawah laut,
- atau dapat juga karena hantaman meteor dari angkasa yang jatuh ke laut.

Gelombang ombak yang terjadi dapat merambat ke segala arah. Tenaga yang dikandung dalam gelombang tsunami adalah tetap terhadap fungsi ketinggian dan kelajuannya. Di laut dalam, gelombang tsunami dapat merambat dengan kecepatan 500 sampai dengan 1000 km per jam, kecepatan yang setara dengan kecepatan pesawat terbang. Ketinggian gelombang di laut dalam hanya sekitar 1 meter. Dengan demikian, laju gelombang tidak terasa oleh kapal yang sedang berada di tengah laut. Ketika mendekati pantai, kecepatan gelombang tsunami menurun hingga sekitar 30 km per jam, namun ketinggiannya sudah meningkat hingga mencapai puluhan meter. Hantaman gelombang Tsunami bisa masuk hingga puluhan kilometer dari bibir pantai. Kerusakan dan korban jiwa yang terjadi karena Tsunami bisa diakibatkan karena hantaman air maupun material yang terbawa oleh aliran gelombang tsunami.



Gambar 2. 13 Tsunami.

Seperti yang telah disebutkan di atas Tsunami merupakan perpindahan badan air yang disebabkan oleh perubahan permukaan laut secara vertikal dengan tiba-tiba. Gerakan vertikal pada kerak bumi yang terjadi, dapat mengakibatkan dasar laut naik atau turun secara tiba-tiba, yang mengakibatkan gangguan keseimbangan air yang berada di atasnya. Hal ini

mengakibatkan terjadinya aliran energi air laut, yang ketika sampai di pantai menjadi gelombang besar sehingga terjadilah tsunami.

Kecepatan gelombang tsunami tergantung pada kedalaman laut di mana gelombang terjadi, dimana kecepatannya bisa mencapai ratusan kilometer per jam. Bila tsunami mencapai pantai, kecepatannya akan menjadi kurang lebih 50 km/jam dan energinya sangat merusak daerah pantai yang dilaluinya. Di tengah laut tinggi gelombang tsunami hanya beberapa cm hingga beberapa meter, namun saat mencapai pantai tinggi gelombangnya bisa mencapai puluhan meter karena terjadi penumpukan masa air. Saat mencapai pantai tsunami akan merayap masuk daratan jauh dari garis pantai dengan jangkauan mencapai beberapa ratus meter bahkan bisa beberapa kilometer.

Gerakan vertikal ini dapat terjadi pada patahan bumi atau sesar. Gempa bumi juga banyak terjadi di daerah subduksi, dimana lempeng samudera menelusup ke bawah lempeng benua.

Tanah longsor yang terjadi di dasar laut serta runtuhan gunung api juga dapat mengakibatkan gangguan air laut yang dapat menghasilkan tsunami. Gempa yang menyebabkan gerakan tegak lurus lapisan bumi. Akibatnya, dasar laut naik-turun secara tiba-tiba sehingga keseimbangan air laut yang berada di atasnya terganggu. Demikian pula halnya dengan benda kosmis atau meteor yang jatuh dari atas. Jika ukuran meteor atau longsor ini cukup besar, dapat terjadi megatsunami yang tingginya mencapai ratusan meter.

beberapa Gempa yang dapat menyebabkan terjadinya tsunami :

- Gempa bumi yang berpusat di tengah laut dan dangkal (0 – 30 km)
- Gempa bumi dengan kekuatan sekurang-kurangnya 6,5 Skala Richter
- Gempa bumi dengan pola sesar naik atau sesar turun

(indonesiabreakingnewsonline.blogspot.com, id.wikipedia.org)

2.5 Terminologi Gempa

Gempa adalah pergeseran tiba-tiba dari lapisan tanah di bawah permukaan bumi.Ketika pergeseran ini terjadi, timbul getaran yang disebut gelombang seismik, gempa kesegala arah di dalam bumi. Ketika gelombang ini mencapai permukaan bumi, getarannya bisa merusak atau tidak tergantung pada kekuatan sumber dan jarak fokus, disamping itu juga mutu bangunan dan mutu tanah dimana bangungan berdiri. Gempa bumi biasa disebabkan oleh pergerakan kerak bumi (lempeng bumi). Kata gempa bumi juga digunakan untuk menunjukkan daerah asal terjadinya kejadian gempa bumi tersebut. Bumi kita walaupun padat, selalu bergerak, dan gempa bumi terjadi apabila tekanan yang terjadi karena pergerakan itu sudah terlalu besar untuk dapat ditahan. Gelombang ini menjalar menjauhi fokus.

Gempa bumi adalah berguncangnya bumi yang disebabkan oleh tumbukan antar lempeng bumi, patahan aktif aktivitas gunung api atau runtuhan batuan. Kekuatan gempa bumi akibat aktivitas gunung api dan runtuhan batuan relatif kecil sehingga kita akan memusatkan pembahasan pada gempa bumi akibat tumbukan antar lempeng bumi dan patahan aktif.

Gempa dapat terjadi kapan saja, tanpa mengenal musim. Meskipun demikian, konsentrasigempa cenderung terjadi di tempat-tempat tertentu saja, seperti pada batas Plat Pasifik.Tempat ini dikenal dengan ***Lingkaran Api*** karena banyaknya gunung berapi.

Seismologist adalah ilmuwan yang mempelajari sesar dan gempa. Mereka menggunakan peralatan yang disebut seismograf untuk mencatat gerakan tanah dan mengukur besarnya suatu gempa.

Seismograf memantau gerakan gerakan bumi mencatatnya dalam seismogram, Gelombang seismik, atau getaran, yang terjadi selama gempa tergambar sebagai garis bergelombang pada seismogram. Seismologist mengukur garis-garis ini dan menghitung besaran gempa. Seismologist menggunakan skala Richter 1 untuk menggambarkan besaran gempa, dan skala Mercalli untuk menunjukkan intensitas gempa, atau pengaruh gempa terhadap tanah, gedung dan manusia.

Gempa Bumi disebabkan dari pelepasan energi yang dihasilkan oleh tekanan yang dilakukan oleh lempengan yang bergerak. Semakin lama tekanan itu kian membesar dan akhirnya mencapai pada keadaan dimana tekanan tersebut tidak dapat ditahan lagi oleh pinggiran lempengan. Pada saat itulah gempa bumi akan terjadi.Gempa bumi biasanya terjadi di perbatasan lempengan lempengan tersebut. Gempa bumi yang paling parah biasanya terjadi di perbatasan lempengan kompresional dan translasional. Gempa bumi fokus dalam kemungkinan besar terjadi karena materi lapisan litosfer yang terjepit kedalam mengalami transisi fase pada kedalaman lebih dari 600 km. Beberapa gempa bumi lain juga dapat terjadi karena pergerakan magma di dalam gunung berapi. Gempa bumi seperti itu dapat menjadi gejala akan terjadinya letusan gunung berapi.

Ada dua cara yang hasilnya untuk menyatakan besarnya kekuatan gempa bumi yaitu skala Modifikasi Intensitas Mercalli dan Skala Richter. Skala Modifikasi Intensitas Mercalli menyatakan kekuatan gempa bumi yang digambarkan oleh kerusakan yang ditimbulkannya. Ilustrasi skala Modifikasi Intensitas Mercalli adalah sebagai berikut:

1. Skala 1 : Tidak terasa
2. Skala 2 : Terasa oleh orang yang berada di bangunan tinggi
3. Skala 3 : Getaran dirasakan seperti ada truck lewat
4. Skala 4: Getaran dirasakan seperti ada benda berat yang menabrak dinding rumah, benda yang bergantung bergerak

5. Skala 5 : Dapat dirasakan di luar rumah, hiasan dinding bergerak, benda kecil diatas rak dapat berjatuhan.
6. Skala 6 : Terasa oleh hampir semua orang, plester diding rusak.
7. Skala 7 : Tembok yang tidak kuat pecah, orang tidak dapat berjalan/berdiri.
8. Skala 8 : Bangunan yang tidak kuat akan mengalami kerusakan.
9. Skala 9 : Bangunan yang tidak kuat akan mengalami kerusakan yang parah.
10. Skala 10 : Jembatan, bendungan dan tanggul rusak, terjadi tanah longsor.
11. Skala 11 : Rel kereta api hancur.
12. Skala 12 : Seluruh bangunan hancur dan porak poranda.

(Sumber: http://www.Geocities.com, 2009)

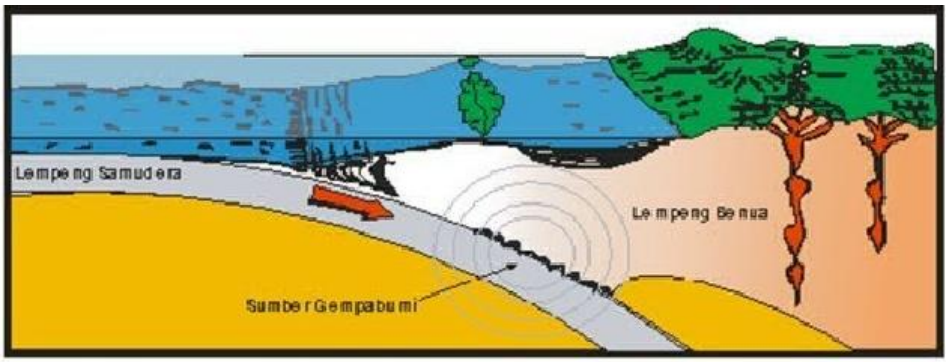
Sedangkan besaran gempa (*magnitudo*) yang dibuat oleh Beno Gutemberg dan Charles Richter, *magnitudo* dan itentitas gempa dapat diperbandingkan dalam daerah yang dihuni, sebagai berikut magnitude 2,5 dapat terasakan, magnitude 4,5 menyebabkan kerusakan lokal, 6,0 menyebabkan kerusakan besar, lebih besar 7 merupakan gempa besar (Ditjend Pengairan, 1984:119). Gempa bumi atau longsoran selain dapat terjadi di permukaan daratan juga dapat terjadi di dasar laut menyebabkan terjadinya gelombang pasang yang disebut tsunami. Gelombang pasang semacam ini bisa melanda daerah pantai sampai puluhan meter tingginya dan ratusan meter jauhnya dari pantai, sehingga menyapu dan merusak segala apa yang ada di pantai dan di daratan.

Menurut Ieda dalam Sudrajat (1996), bahwa tidak semua gempa yang terjadi di dasar laut dapat menyebabkan tsunami. Syarat terjadinya tsunami adalah *magnitudo* gempa harus lebih besar dari 6 skala Richter, gerakan kulit bumi ke arah atas (*up thrusting*) dan kedalaman gempa bumi kurang dari 80 kilometer. Selain oleh gempa, tsunami juga bisa dipicu oleh letusan gunung berapi atau longsor di dasar laut (Cahanar ed., 2005:81).

Beberapa gempa bumi (jarang namun) juga terjadi karena menumpuknya massa air yang sangat besar di balik dam, seperti Dam Karibia di Zambia, Afrika.Sebagian lagi (jarang juga) juga dapat terjadi karena injeksi atau akstraksi cairan dari/kedalam bumi (contoh. pada beberapa pembangkit listrik tenaga panas bumi dan di Rocky Mountain Arsenal. Terakhir, gempa juga dapat terjadi dari peledakan bahan peledak. Hal ini dapat membuat para ilmuwan memonitor tes rahasia senjata nuklir yang dilakukan pemerintah. Gempa bumi yang disebabkan oleh manusia seperti ini dinamakan juga seismisitas terinduksi.

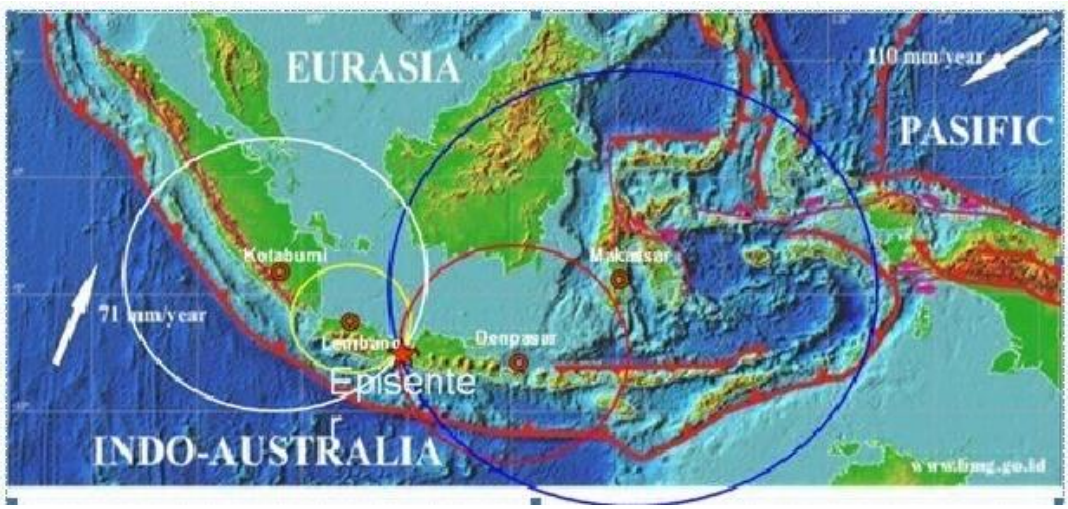
Proses Gempa Bumi Lempeng samudera yang rapat massanya lebih besar ketika bertumbukkan dengan lempeng benua di zona tumbukan (subduksi) akan menyusup ke bawah. Gerakan lempeng itu akan mengalami perlambatan akibat gesekan dari selubung bumi.Perlambatan

gerak itu menyebabkan penumpukkan energi di zona subduksi dan zona patahan. Akibatnya di zona-zona itu terjadi tekanan, tarikan, dan geseran. Pada saat batas elastisitas lempeng terlampaui, maka terjadilah patahan batuan yang diikuti oleh lepasnya energi secara tiba-tiba. Proses ini menimbukan getaran partikel ke segala arah yangdisebut gelombang gempa bumi.



Gambar 2. 14 Tumbukan Lempeng Samudera dan Lempeng Benua

Kepulauan Indonesia terletak pada pertemuan 3 lempeng utama dunia yaitu lempeng Australia, Eurasia, dan Pasifik. Lempeng Eurasia dan Australia bertumbukan di lepas pantai barat Pulau Sumatera, lepas pantai selatan pulau Jawa, lepas pantai Selatan kepulauan Nusa tenggara, dan berbelok ke arah utara ke perairan Maluku sebelah selatan. Antara lempeng Australia dan Pasifik terjadi tumbukan di sekitar Pulau Papua. Sementara pertemuan antara ketiga lempeng itu terjadi di sekitar Sulawesi. Itulah sebabnya mengapadi pulau-pulau sekitar pertemuan 3 lempeng itu sering terjadi gempabumi.Berikut ini adalah 25 Daerah Wilayah Rawan Gempabumi Indonesia yaitu: Aceh,Sumatera Utara (Simeulue), Sumatera Barat - Jambi, Bengkulu, Lampung, Banten Pandeglang, Jawa Barat, Bantar Kawung, Yogyakarta, Lasem, Jawa Timur, Bali, NTB, NTT, Kepulauan Aru, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Utara, Sangir Talaud, Maluku Utara, Maluku Selatan, Kepala Burung-Papua Utara,Jayapura, Nabire, Wamena, dan Kalimantan Timur.



Gambar 2. 15 Peta Kepulauan Indonesia pada Pertemuan 3 Lempeng

Macam Macam pada Gempa Bumi :

1) Tektonisme

Seperti telah dijelaskan, keragaman muka bumi dipengaruhi oleh adanya gerakangerakandi kerak bumi, baik gerakan mendatar maupun gerakan tegak. Gerakangerakan tersebutmengakibatkan terjadinya perubahan bentuk yang menghasilkan pola baru yang disebutstruktur diastropik. Bentuk baru yang termasuk dalam struktur diastropik adalah pelengkungan, pelipatan, patahan, dan retakan. Pelengkungan : lapisan kulit bumi yang semula mendatar jika mendapat tekanan vertikalakan membentuk struktur melengkung. Lengkungan tersebut dapat mengarah ke atasyang disebut kubah (dome) dan dapat mengarah ke bawah yang disebut basin.Lipatan : lapisan kulit bumi yang mendapat tekanan arah mendatar akan membentuk lipatan. Punggung lipatan disebut antiklinal. Lembah lipatan disebut sinklinal.Patahan : terjadi karena adanya tekanan atau gerakan tektonik secara horizontal maupunvertikal pada kulit bumi yang rapuh. Daerah patahan merupakan daerah yang rawangempa karena rapuh. Patahan sering disebut juga sesar.Retakan : terjadi karena gaya regangan yang menyebabkan batuan menjadi retakretak.

2) Vulkanisme

Vulkanisme merupakan proses keluarnya magma ke permukaan bumi. Keluarnya magma ke permukaan bumi umumnya melalui retakan batuan, patahan, dan pipa kepundan pada gunung api. Jika magma yang berusaha keluar tidak mencapai permukaan bumi, prosesini disebut intrusi magma. Jika magma sampai di permukaan bumi, proses ini disebut ekstrusi magma. Magma yang sudah keluar ke permukaan bumi disebut lava. Proses vulkanisme menghasilkan berbagai bentuk muka bumi antara lain:

(1) kawah, lubang berbentuk mangkuk di puncak gunung api (2) kaldera, hasil letusan gunung api yang berbentuk seperti kawah tetapi berukuran jauh lebih besar. Karena besar, pada sebuah kaldera dapat terbentuk danau, emisi gas, mata air panas, dan gunung api corong kecil(3) berbagai bentuk gunung api. Intrusi magma menghasilkan bentukan-bentukan berikut. (1) Retas (*sill*), magma yang membeku di antara dua lapisan batuan yang ada di dalam bumi berupa batuan beku.(2) *Lakolit,* bentuk cembung ke atas tetapi datar di bawah akibat magma yang menekanke atas di antara dua lapisan batuan sedimen.(3) Gang atau korok, bentukan tipis dan panjang memotong lapisan litosfer secara vertikal atau miring yang berasal dari magma yang membeku ketika berusaha menerobos batuan sedimen.(4) *Batholit,* magma yang membeku jauh di dalam bumi.

3) Seisme

Bila tumpukan energi di daerah penujaman demikian besar, energi tersebut akan mampu menggoyang atau menggetarkan lempeng benua dan lempeng samudera di sekitarnya. Gayangan atau getaran ini disebut gempa bumi. Gejala ini disebut seisme. Getaran yangdihasilkan akibat pergeseran kerak bumi tersebut dapat besar maupun kecil. Besar kecilnya kerusakan di muka bumi disebabkan oleh besar kecilnya gempa tersebut.

a) Klasifikasi Gempa

Gempa dapat digolongkan menjadi beberapa kategori. Menurut proses terjadinya, gempa bumi diklasifikasikan menjadi seperti berikut.(1) Gempa tektonik: terjadi akibat tumbukan lempeng-lempeng di litosfer kulit bumi oleh tenaga tektonik. Tumbukan ini akan menghasilkan getaran. Getaran ini yang merambatsampai ke permukaan bumi.(2) Gempa vulkanik: terjadi akibat aktivitas gunung api. Oleh karena itu, gempa ini hanya dapat dirasakan di sekitar gunung api menjelang letusan, pada saat letusan, dan beberapasaat setelah letusan.(3) Gempa runtuhan atau longsoran: terjadi akibat daerah kosong di bawah lahanmengalami runtuh. Getaran yang dihasilkan akibat runtuhnya lahan hanya dirasakan disekitar daerah yang runtuh.Menurut bentuk episentrumnya, ada dua jenis gempa.(1) Gempa sentral: episentrumnya berbentuk titik.(2) Gempa linear: episentrumnya berbentuk garis. Menurut kedalaman hiposentrumnya,ada tiga jenis gempa.(1) Gempa bumi dalam: kedalaman hiposenter lebih dari 300 km di bawah permukaan bumi.(2) Gempa bumi menengah: kedalaman hiposenter berada antara 60-300 km di bawah permukaan bumi.(3) Gempa bumi dangkal: kedalaman hiposenter kurang dari 60 km.

Menurut jaraknya, ada tiga jenis gempa.(1) Gempa sangat jauh: jarak episentrum lebih dari 10.000 km. (2) Gempa jauh: jarak episentrum sekitar 10.000 km. (3) Gempa lokal: jarak episentrum kurang 10.000 km.Menurut lokasinya, ada dua jenis gempa. (1) Gempa daratan: episentrumnya di daratan. (2) Gempa lautan: episentrumnya di dasar laut. Gempa jenis inilah yang menimbulkan tsunami.

b) Pengukuran Gempa Bumi

Getaran gempa dari hiposentrum merambat dan menyebar ke segala arah. Getaran itu berupa gelombang primer dan gelombang sekunder. Dari episentrum, juga terjadi rambatan getaran di permukaan bumi dalam bentuk gelombang panjang. Jadi, gelombang gempa dapat dibedakan atas:(1) gelombang primer (P): merupakan gelombang longitudinal yang merambat di permukaan bumi dengan kecepatan 4-7 km per detik (2) gelombang sekunder (S): berupa gelombang transversal yang merambat di permukaan bumi dengan kecepatan 2-6 km per detik (3) gelombang panjang (L): merupakan gelombang permukaan dengan kecepatan lebih lambat.

c) Kekuatan Gempa

Kerusakan yang ditimbulkan oleh gempa bumi dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut antara lain kekuatan gempa, letak hiposentrum, struktur tanah, dan struktur bangunan. Kekuatan gempa (magnitude) diukur berdasarkan tingkat kerusakan yang dihasilkan. Ada beberapa skala yang digunakan untuk mengukur kekuatan gempa, antara lain Skala Omari, Skala Richter, Skala Cancani, dan Skala Mercalli. (Sumber : www.duniabaca.com).

2.6 Terminologi Longsor

Wilayah Indonesia berada pada pertemuan tiga lempeng dunia, yaitu lempeng Eurasia, lempeng Pasifik, dan lempeng Australia. Ketiga lempeng ini saling bergerak dan menumbuk. Akibat tumbukan tersebut, terbentuklah palung samudera, sebaran gempa bumi, dan sebaran gunung api. Dengan demikian, Indonesia rawan terhadap gempa bumi dan letusan gunung api.

Jenis tanah yang banyak ditemui di Indonesia adalah hasil letusan gunung api. Tanah ini bersifat subur dengan komposisi sebagian besar lempung dan sedikit pasir. Tanah pelapukan yang ada di atas batuan kedap air pada pegunungan atau perbukitan dengan kemiringan sedang sampai terjal, berpotensi menimbulkan tanah longsor pada musim hujan. Jika di perbukitan atau pegunungan tidak ada tanaman keras berakar, kawasan itu rawan bencana tanah longsor.

Tanah longsor terjadi akibat perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau campuran kedua material tersebut yang bergerak ke bawah atau keluar lereng. Terjadinya tanah longsor diawali oleh air yang meresap ke dalam tanah menambah bobot tanah. Jika air tersebut menembus sampai ke tanah kedap air, tanah menjadi licin dan tanah pelapukan di atasnya akan bergerak mengikuti lereng dan keluar lereng. Ada enam jenis tanah longsor, yaitu longsoran translasi, longsoran rotasi, pergerakan blok, runtuhan batu, rayapan tanah, dan aliran bahan rombakan. Di Indonesia, jenis longsor yang paling sering terjadi adalah translasi dan rotasi. Sementara itu, jenis tanah longsor yang paling banyak memakan korban jiwa adalah aliran bahan rombakan.

- **Longsoran Translasi**

  Longsor ini terjadi karena bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai.

- **Longsoran Rotasi**

  Longsoran ini muncul akibat bergerkanya massa tanah dan batuan padabidang gelincir berbentuk cekung.

- **Pergerakan Blok**

  Pergerakan blok terjadi karena perpindahan batuan yang bergerak pada bidang gelincir berbentuk rata. Longsor jenis ini disebut juga longsoran translasi blok batu.

- **Runtuhan Batu**

  Runtuhan batu terjadi saat sejumlah besar batuan atau material lain bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas. Biasanya, longsor ini terjadi pada lereng yang terjal sampai menggantung, terutama di daerahpantai. Runtuhan batu-batu besar dapat menyebabkan kerusakan parah.

- **Rayapan Tanah**

  Longsor jenis ini bergerak lambat serta jenis tanahnya berupa butiran kasar dan halus. Longsor ini hampir tidak dapat dikenali. Setelah beberapa lama terjadi longsor jenis rayapan, posisi tiang-tiang telepon, pohon-pohon, dan rumah akan miring ke bawah.

- **Aliran Bahan Rombakan**

  Longsor ini terjadi ketika massa tanah bergerak didorong oleh air dan terjadi di sepanjang lembah yang mencapai ratusan meter jauhnya. Kecepatannya bergantung pada kemiringan lereng, volume air, tekanan air, dan jenis materialnya.

Faktor penyebab tanah longsor adalah:

- hujan;
- lereng terjal;
- tanah yang kurang padat dan tebal;
- batuan yang kurang kuat;
- jenis tata lahan;
- getaran yang diakibatkan oleh gempa bumi, ledakan, getaranmesin, dan getaran lalu lintas kendaraan;
- menyusutnya permukaan air danau atau bendungan;
- adanya beban tambahan;
- pengikisan atau erosi;
- adanya material timbunan pada tebing;
- bekas longsoran lama;
- adanya bidang diskontinuitas (bidang tidak sinambung);

- penggundulan hutan; dan
- daerah pembuangan sampah.

Di Indonesia, terdapat ratusan lokasi rawan longsor dengan kerugian setiap tahunnya mencapai miliaran rupiah. Berikut daerah-daerah yang berpotensi rawan longsor.

- Jawa Tengah (327 lokasi)
- Jawa Barat (276 lokasi)
- Sumatera Barat (100 lokasi)
- Sumatera Utara (53 lokasi)
- Yogyakarta (30 lokasi)
- Kalimantan Barat (23 lokasi)

Pencegahan

- Tidak membuka lahan persawahan dan membuat kolam di lereng bagian atas dekat pemukiman.
- Membuat terasering.
- Secepat mungkin menutup retakan tanah dan dipadatkan agar air tidak masuk ke dalam tanah melalui retakan tersebut.
- Tidak menggali tanah di bawah lereng terjal.
- Tidak menebang pohon di lereng.
- Tidak membangun rumah di bawah tebing dan di tepi sungaiyang rawan erosi *(BNPB 2010)*.

2.7 Terminologi Banjir

Secara alamiah, banjir adalah proses alam yang biasa dan merupakan bagian penting dari mekanisme pembentukan dataran di Bumi kita ini. Melalui banjir, muatan sedimen tertransportasikan dari daerah sumbernya di pegunungan atau perbukitan ke daratan yang lebih rendah, sehingga di tempat yang lebih rendah itu terjadi pengendapan dan terbentuklah dataran. Melalui banjir pula muatan sedimen tertransportasi masuk ke laut untuk kemudian diendapkan diendapkan di tepi pantai sehingga terbentuk daratan, atau terus masuk ke laut dan mengendap di dasar laut. Banjir yang terjadi secara alamiah ini sangat ditentukan oleh curah hujan.

Perlu benar kita sadari bahwa banjir itu melibatkan air, udara dan bumi. Ketiga hal itu hadir di alam ini dengan mengikuti hukum-hukum alam tertentu yang selalu dipatuhinya. Seperti: air mengalir

dari atas ke bawah, apabila air ditampung di suatu tempat dan tempat itu penuh sedang air terus dimasukkan maka air akan meluap, dan sebagainya.

Bila air hujan turun dan sampai di permukaan Bumi, sebagian air itu meresap ke dalam tahan dan membentuk air tanah, sebagian lainnya mengalir di permukaan tanah sebagai aliran permukaan yang secara umum terekspresikan sebagai aliran sungai, dan sebgaian kecil menguap kembali. Secara alamiah, pada waktu-waktu tertentu, ketika curah hujan sangat tinggi di musim hujan, aliran air permukaan menjadi sangat besar melebihi kapasitas alur sungai sehingga tidak dapat tersalurkan dengan baik melalui aliran sungai. Air meluap dan terjadilah apa yang kita sebut banjir.

Aliran permukaan = curah hujan – (peresapan air + penguapan air)

Besarnya curah hujan dan penguapan air di suatu kawasan adalah faktor yang ditentukan oleh kondisi alam dan manusia tidak dapat mempengaruhinya. Manusia hanya dapat mempengaruhi peresapan air ke dalam tanah. Peresapan air ke dalam tanah ditentukan oleh faktor-faktor berikut ini:

- Kondisi tanah. Tanah berpasir yang gembur lebih mudah menyerap air daripada tanah yang banyak mengandung lempung. Untuk faktor ini, manusia dapat mengurangi peresapan air melalui cara pemadatan tanah, atau menutup permukaan tanah dengan material yang kedap air seperti menutup permukaan tanah dengan semen.
- Kondisi permukaan tanah. Permukaan tanah yang ditumbuhi rumput atau belukar lebih banyak menyerap air daripada tanah yang tanpa rumput/belukar atau rumput/belukarnya jarang. Manusia dapat mempengaruhi faktor ini dengan cara memelihara rumput/belukar, atau menghilangkan rumput/belukar. Besarnya kemiringan lereng permukaan tanah. Tanah dengan sudut kemiringan lereng yang lebih kecil lebih mudah menyerap air daripada tanah dengan sudut kemiringan lereng lebih besar. Manusia dapat mempengaruhi faktor ini mengurangi kemiringan lereng, seperti dengan membuat lahan berteras.
- Vegetasi penutup. Tanah yang banyak ditumbuhi pohon lebih banyak menyerap air daripada tanah sedikit atau tidak ditumbuhi pohon. Manusia dapat mempengaruhi faktor ini dengan menanam atau memelihara pohon untuk mengurangi aliran permukaan, atau menebang pohon yang dapat meningkatkan aliran permukaan.

Perlu kita ingat bahwa ke-empat faktor tersebut tidak berdiri sendiri, melainkan dapat berkaitan satu sama lain. Sebagai contoh: apabila kita memiliki lahan yang berlereng dan kita ingin meningkatkan banyaknya air yang meresap di lahan itu atau mengurangi aliran permukaan, maka kita dapat melakukannya dengan menanaminya dengan pohon-pohon atau membuatnya berteras-teras. Contoh sebaliknya, apabila ada lahan miring bervegetasi, seperti lereng gunung yang berhutan, jumlah air yang mengalir sebagai air permukaan akan meningkat apabila kita menebang pohon-pohon itu. Pada contoh yang terakhir inilah, maka banjir tidak lagi murni alamiah, tetapi telah dipengaruhi oleh campur tangan manusia *(BNPB 2010)*.

Gambar 2. 1 Terminologi SIG (ESRI, 1994 *dalam Rencana Induk Sistem Proteksi Kebakaran (RISPK) Bangka*) 14
Gambar 2. 2 Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis 14
Gambar 2. 3 Input/Output Data Dalam SIG 15
Gambar 2. 4 Penentuan Kawasan Berfungsi Lindung 18
Gambar 2. 5 Ilustrasi Hubungan Variabel Grafis Dan Basis Data Terhubung 19
Gambar 2. 6 Keberadaan Escape Roads and Rute di zona rawan tsunami 22
Gambar 2. 7 Fasilitas bangunan penyelamatan tsunami, ... 23
Gambar 2. 8 Fasilitas perlindungan tsunami; 1) Water Breakers, 2) Electric Water Gates,3) Sea Wall, (Sumber : Satake, 2006,dalam *Hery Hidayat, Arahan pengembangan Sarana prasarana mitigasi bencana tsunami di zona wisata utama pangandaran.- Bandung : Teknik - Planologi (Perencanaan Wilayah dan Kota), 2009)* 25
Gambar 2. 9 Contoh Rambu Informasi Di Daerah Rawan Tsunami. 26
Gambar 2. 10 Contoh rambu "*Tsunami Ready*" di Pelabuhan Grays, Washington. 27
Gambar 2. 11 Konsep INA-TEWS dan Instrumen Sistem Peringatan Dini. 29
Gambar 2. 12 Terjadinya Tsunami 29
Gambar 2. 13 Tsunami. 30
Gambar 2. 14 Tumbukan Lempeng Samudera dan Lempeng Benua 34
Gambar 2. 15 Peta Kepulauan Indonesia pada Pertemuan 3 Lempeng 34