

**APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)  
UNTUK PENENTUAN PETA DAERAH RAWAN BENCANA  
AKIBAT TSUNAMI  
(STUDI KASUS : PANTAI PANCER DAN RAJEKWESI BANYUWANGI)**

**TUGAS AKHIR**

Oleh :  
**YUSLIDA HIDAYATI**  
**0110930062**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2008**

**APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)  
UNTUK PENENTUAN PETA DAERAH RAWAN BENCANA  
AKIBAT TSUNAMI  
(STUDI KASUS : PANTAI PANCER DAN RAJEKWESI BANYUWANGI)**

**TUGAS AKHIR**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang fisika

Oleh :  
**YUSLIDA HIDAYATI**  
0110930062



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2008**

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)  
UNTUK PENENTUAN PETA DAERAH RAWAN BENCANA  
AKIBAT TSUNAMI  
(STUDI KASUS : PANTAI PANCER DAN RAJEKWESI BANYUWANGI)**

Oleh :  
**YUSLIDA HIDAYATI**  
0110930062

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji  
Pada tanggal .....  
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar  
sarjana Sains dalam bidang fisika

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Drs. Adi Susilo, M.Sc. PhD.**  
NIP. 131 960 447

**Ir. Aprivanto, M.Si.**  
NIP. 680 003 554

Mengetahui,  
**Ketua Jurusan Fisika**  
**Fakultas MIPA Universitas Brawijaya**

**Drs. Adi Susilo, M.Sc. PhD.**  
NIP. 131 960 447

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yuslida Hidayati  
NIM : 0110930062  
Program Studi : Fisika  
Penulis Tugas Akhir berjudul : Aplikasi Sistem Informasi Geografi (SIG) Untuk Penentuan Peta Daerah Rawan Bencana Akibat Tsunami (Studi Kasus : Pantai Pancer dan Rajekwesi Banyuwangi)

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari Tugas Akhir yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam Tugas Akhir ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata Tugas Akhir yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, Juni 2008  
Yang menyatakan,

Yuslida Hidayati  
NIM. 0110930062-93

**Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG)  
untuk Penentuan Peta Daerah Rawan Bencana Akibat Tsunami  
(Studi Kasus : Pantai Pancer dan Rajekwesi Banyuwangi)**

**ABSTRAK**

Telah dilakukan pembuatan model basisdata berupa penyajian peta rawan bencana akibat tsunami dari penggunaan lahan di daerah Pancer dan Rajekwesi, kecamatan Pesanggaran, kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur. Pembuatan model ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) ArcView versi 3.3.

Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data yang meliputi peta penggunaan lahan serta peta situasi rayapan daerah Pancer dan Rajekwesi yang berupa data digital. Kemudian data yang ada diklasifikasikan menjadi dua, yaitu data grafis berupa peta digital penggunaan lahan dan peta digital *run-up* tsunami dan data atribut meliputi tinggi *run-up* dan jenis penggunaan lahan. Selanjutnya proses analisa data dilakukan dengan Proses Tumpang Susun (Overlay) data grafis.

Hasil akhir dari penelitian ini adalah berupa Peta Daerah Rawan Tsunami yang pernah terjadi di daerah Pancer dan Rajekwesi Kecamatan Pesanggaran Banyuwangi. Peta Daerah Rawan Tsunami yang dihasilkan adalah Peta Daerah Rawan Tsunami Pancer yaitu peta rawan tsunami untuk daerah Pancer dan Peta Daerah Rawan Tsunami Rajekwesi yaitu peta rawan tsunami untuk daerah Rajekwesi.

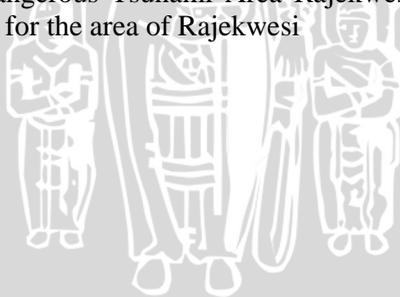
# **Geographical Information System( GIS) Application for The Determination of Map of Dangerous Tsunami Area (Case Study : Pancer and Rajekwesi Coastal, Banyuwangi)**

## **Abstraction**

Have been done by a making model the basisdata in the presentation of map of dangerous tsunami area from land use in area of Pancer and Rajekwesi, Pesanggaran subdistrict, regency Banyuwangi, East Java. This making model done by using software of Geographical Information System (GIS) ArcView version 3.3.

Research done by collecting data covering map of land use and also map of situation of creep of area of Pancer and Rajekwesi which is in the form of digital data. Later;The existing data classified become two, that is graphical data in the digital map of land use and the digital map of run-up tsunami and attribute data covering high of run-up and type of land use. Here in after process the data analysis done with the Overlay of the graphical data.

End result from this research is in the form of Map of Dangerous Tsunami Area which have been happened in area of Pancer and Rajekwesi of Pesanggaran Subdistrict of Banyuwangi. Map of Dangerous Tsunami Area yielded is Map of Dangerous Tsunami Area Pancer that is map of dangerous tsunami for the area of Pancer and Map of Dangerous Tsunami Area Rajekwesi that is map of dangerous tsunami for the area of Rajekwesi



## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, segala puji syukur hanya untuk Allah SWT, karena atas hidayah dan inayah-Nyalah penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul “**Aplikasi Sistem Informasi Geografi (SIG) Untuk Penentuan Peta Daerah Rawan Bencana Akibat Tsunami (Studi Kasus : Pantai Pancer dan Rajekwesi Banyuwangi)**”.

Penyusunan Tugas Akhir ini tidak akan terwujud tanpa bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini pula penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Drs. Adi Susilo, M.Sc. PhD. selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Brawijaya sekaligus Pembimbing I yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kepala Balai Pengkajian Dinamika Pantai, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPDP-BPPT) Yogyakarta.
3. Bapak Ir. Apriyanto, M.Si. selaku Pembimbing II yang juga telah membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Seluruh staf dan karyawan Balai Pengkajian Dinamika Pantai, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPDP-BPPT) Yogyakarta.
5. Seluruh Dosen Pengajar di Jurusan Fisika Universitas Brawijaya atas ilmu yang telah diberikan kepada penulis selama ini.
6. Seluruh staf jurusan Fisika atas bantuan administrasinya.
7. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam bentuk apapun.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Meskipun demikian penulis berharap semoga laporan ini dapat berguna. Sebagai upaya perbaikan selanjutnya saran dan kritik apapun sangat penulis harapkan.

Malang, Juni 2008

Penulis

# DAFTAR ISI

Halaman

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>3</b>
2.1 Gelombang .....	3
2.1.1 Gelombang Secara Umum .....	3
2.1.2 Gelombang Laut .....	3
2.1.3 Karakteristik Gelombang Laut .....	4
2.1.4 <i>Run-Up</i> Gelombang .....	4
2.2 Daerah Rawan Bencana .....	5
2.2.1 Definisi bencana dan kerawanan .....	5
2.2.2 Penanggulangan Bencana .....	6
2.3 Tsunami .....	7
2.3.1 Definisi Tsunami .....	7
2.3.2 Penyebab Terjadinya Tsunami .....	7
2.3.3 Karakteristik Tsunami .....	8
2.4 Pantai dan Pesisir .....	9
2.4.1 Definisi Pantai dan Pesisir .....	9
2.4.2 Penggunaan Lahan Wilayah Pesisir .....	10
2.4.3 Permasalahan Wilayah Pesisir .....	11
2.5 Sistem Informasi Geografis (SIG) .....	12
2.5.1 Gambaran Umum SIG .....	12

2.5.2 Data dan Informasi .....	13
2.5.3 Basisdata SIG .....	14
2.6 Proses Tumpang Susun ( <i>overlay</i> ) .....	17
2.7 Peta .....	19
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	21
3.2 Bahan dan Alat .....	21
3.3 Rancangan Penelitian .....	22
3.4 Langkah-Langkah Penelitian .....	23
3.4.1 Pengumpulan Data .....	23
3.4.2 Klasifikasi Data .....	23
3.4.3 Pemasukan Data .....	24
3.4.4 Analisa Data .....	27
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>29</b>
4.1 Peta Daerah Rawan Tsunami Pancer .....	29
4.2 Peta Daerah Rawan Tsunami Rajekwesi .....	34
4.3 Analisa Hasil .....	39
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>43</b>
5.1 Kesimpulan .....	43
5.2 Saran .....	43
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>45</b>

**DAFTAR TABEL**

Tabel 3.1 Klasifikasi Data ..... 24

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pantai dan Pesisir .....	9
Gambar 2.2 Hubungan Data dengan Informasi .....	13
Gambar 2.3 Proses <i>overlay Point-in-Polygon</i> .....	17
Gambar 2.4 Proses <i>overlay Line-in-Polygon</i> .....	17
Gambar 2.5 Proses <i>overlay Polygon-on-Polygon</i> .....	18
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian .....	22
Gambar 4.1 Penyajian Peta Run-Up Tsunami Pancer .....	30
Gambar 4.2 Penyajian Peta Penggunaan Lahan Pancer .....	31
Gambar 4.3 Penyajian Peta Daerah Rawan Tsunami 1 .....	33
Gambar 4.4 Penyajian Peta Run-Up Tsunami Rajekwesi .....	35
Gambar 4.5 Penyajian Peta Penggunaan Lahan Rajekwesi .....	36
Gambar 4.6 Penyajian Peta Daerah Rawan Tsunami 2 .....	38



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Peta Kabupaten Banyuwangi .....	47
Lampiran 2. Jenis Penggunaan Lahan yang Terkena Tsunami di Daerah Pancer .....	48
Lampiran 3. Jenis Penggunaan Lahan yang Terkena Tsunami di Daerah Rajekwesi .....	53
Lampiran 4. Kondisi Awal Daerah Banyuwangi Sebelum Terkena Tsunami .....	57
Lampiran 5. Data Korban Tsunami .....	58
Lampiran 6. Rekapitulasi Kerugian Kumulatif .....	59
Lampiran 7. Peta Pusat Gempa .....	60
Lampiran 8. Peta Daerah Landaan Tsunami .....	61



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara yang secara tektonik rawan terhadap gempa bumi. Hal ini dikarenakan Indonesia terletak pada daerah pertemuan tiga lempeng dunia (*triple junction plate convergence*), yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Samudra Pasifik, yang masing-masing saling bergerak satu sama lain. Akibat dari pergerakan ini, menyebabkan gerakan yang tiba-tiba dari kerak bumi yang sering disebut dengan gempa bumi.

Gempa bumi yang terjadi di Indonesia, beberapa diantaranya merupakan gempa bumi penyebab tsunami. Tsunami sebagai salah satu gelombang yang cukup berbahaya dan harus diwaspadai karena kedatangannya yang tiba-tiba dan tidak dapat dihindari. Besarnya dampak tsunami tergantung dari besarnya magnitudo gempa bumi penyebab tsunami dan ketinggian tsunami yang dihasilkan.

Negara Indonesia juga merupakan negara yang rawan terhadap tsunami karena Indonesia merupakan wilayah dengan tingkat kegempaan yang tinggi dan juga merupakan negara berbentuk kepulauan. Bencana tsunami tidak dapat dicegah tapi manusia hanya dapat mengurangi dampak kerusakan yang mungkin ditimbulkan oleh tsunami. Hal ini dapat dilakukan dengan mengambil pelajaran dari tsunami yang terjadi pada masa lampau.

Salah satu tsunami yang pernah terjadi di Indonesia dan membawa korban yang cukup banyak adalah tsunami yang telah menerjang pantai Selatan Jawa Timur terutama pantai Selatan Banyuwangi. Berdasarkan data yang didapatkan dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Wilayah III Bali, tsunami ini terjadi pada tanggal 3 Juni 1994 dengan posisi pusat gempa sekitar 220 km sebelah barat daya Banyuwangi (selatan Malang) pada koordinat  $10,00^{\circ}$  LS –  $112,74^{\circ}$  BT (Sumber data : Bappeda Banyuwangi).

Sistem Informasi Geografis (SIG) atau sistem informasi berbasis pemetaan dan geografi adalah sebuah alat bantu manajemen basisdata berupa informasi berbantuan komputer yang berkait erat dengan sistem pemetaan dan analisis terhadap segala sesuatu serta

peristiwa-peristiwa yang terjadi di muka bumi. Dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk manajemen basisdata tsunami, semua data suatu daerah baik data spasial maupun tabuler yang berkenaan dengan tsunami dapat dikelola dan diolah sedemikian rupa sehingga menghasilkan informasi tentang daerah rawan bencana.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Permasalahan yang ingin diangkat pada penelitian ini adalah bagaimana menyusun suatu penyajian model basisdata berupa peta rawan tsunami di daerah Pancer dan Rajekwesi dengan menerapkan aplikasi Sistem Informasi Geografis.

## **1.3 Batasan Masalah**

Penelitian ini dibatasi dengan hanya menggunakan data tsunami yang terjadi di Banyuwangi, Jawa Timur pada tanggal 3 Juni 1994, khususnya di daerah Pancer dan Rajekwesi.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat model basisdata berupa penyajian peta rawan tsunami di daerah Pancer dan Rajekwesi, kecamatan Pesanggaran, kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang bisa diambil dari penelitian ini adalah agar masyarakat yang tinggal di daerah rawan tsunami maupun pemerintah dapat mempersiapkan diri menghadapi kejadian serupa di masa yang akan datang. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan informasi tentang daerah rawan bencana tsunami sebagai bahan pertimbangan dalam penyusunan dan pengambilan kebijakan bagi suatu perencanaan pengembangan wilayah di daerah rawan bencana tsunami, sehingga dapat meminimalisasi kerugian akibat bencana serupa di masa yang akan datang.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Gelombang**

##### **2.1.1 Gelombang secara umum**

Gelombang adalah getaran yang merambat. Seperti juga getaran yang memiliki sejumlah energi, maka perambatan getaran berarti juga perambatan energi. Jadi, energi dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain melalui gelombang. Pada gelombang, getaranlah yang merambat sedangkan partikel-partikel mediumnya tidak ikut merambat (Halliday and Resnick, 1992).

Sears and Zemansky(1991), mendefinisikan gelombang sebagai rentetan tak putus-putus gangguan yang timbul karenanya akan menjalar dengan suatu kecepatan yang bergantung pada sifat medium. Apabila gelombang bergerak dalam satu materi, tiap partikel zat akan bergetar terhadap posisi kesetimbangannya. Gelombang dapat dibedakan menjadi dua berdasarkan arah rambatannya yaitu gelombang transversal (melintang) dan longitudinal (membujur). Apabila getaran partikel tegak lurus pada arah rambatan gelombang, gelombangnya disebut gelombang transversal (melintang). Sedangkan apabila partikel bergetar dalam arah atau searah rambatan gelombang, gelombangnya disebut gelombang longitudinal (membujur).

##### **2.1.2 Gelombang laut**

Berdasarkan gaya pembangkitnya, gelombang di laut dapat dibedakan menjadi tiga macam (Triatmodjo, 1999) :

- a. Gelombang angin, dibangkitkan oleh tiupan angin di permukaan laut. Gelombang ini dapat menimbulkan energi untuk membentuk pantai, menimbulkan arus dan transpor sedimen dalam arah tegak lurus dan sepanjang pantai, serta menyebabkan gaya-gaya yang bekerja pada bangunan pantai.
- b. Gelombang pasang surut, dibangkitkan oleh gaya tarik benda-benda langit terutama matahari dan bulan terhadap bumi. Pasang surut merupakan faktor yang penting karena dapat menimbulkan arus yang cukup kuat terutama di daerah yang sempit, misalkan di teluk, estuari dan muara sungai.

- c. Gelombang Tsunami, terjadi karena letusan gunung berapi atau gempa bumi di laut. Panjang gelombang yang terjadi bervariasi dari 0,5 m sampai dengan 30 m dan periode gelombang dari beberapa menit sampai sekitar satu jam. Tinggi gelombang tsunami dipengaruhi oleh konfigurasi dasar laut. Selama penjalaran dari tengah laut (pusat terbentuknya tsunami) menuju pantai, tinggi gelombang menjadi semakin besar karena pengaruh perubahan kedalaman laut. Di daerah pantai, tinggi gelombang tsunami bisa mencapai puluhan meter.

### 2.1.3 Karakteristik gelombang laut

Menurut Triatmodjo(1999), gelombang laut mempunyai beberapa karakteristik antara lain :

- a. Gelombang yang merambat dari laut dalam menuju pantai mengalami perubahan bentuk karena pengaruh kedalaman laut. Semakin berkurangnya kedalaman laut akan menyebabkan berkurangnya panjang gelombang dan bertambahnya tinggi gelombang.
- b. Pada saat kemiringan gelombang (perbandingan antara tinggi dan panjang gelombang) mencapai batas maksimum, gelombang akan pecah. Gelombang yang telah pecah tersebut merambat terus ke arah pantai sampai akhirnya gelombang bergerak naik dan turun pada permukaan pantai (*uprush dan downrush*). Garis gelombang pecah merupakan batas perubahan perilaku gelombang. Di pantai yang landai, gelombang pecah terjadi dua kali.

### 2.1.4 Run-Up gelombang

Gelombang yang menjalar dari laut dalam menuju pantai mengalami perubahan bentuk karena pengaruh kedalaman laut. Pengaruh kedalaman laut mulai terasa pada kedalaman lebih kecil dari setengah kali panjang gelombang. Gelombang tunggal yang menuju ke pantai, kecepatan dan panjang gelombang berkurang secara berangsur-angsur sementara tinggi gelombang bertambah (Triatmodjo, 1999).

Apabila gelombang bergerak menuju bangunan atau profil pantai yang miring, gelombang akan dipantulkan atau pecah di daerah tersebut. Sebagian dari momentum gelombang tersebut akan dirubah menjadi gerakan air yang meluncur ke atas lereng yang

disebut gelombang run-up. Yuwono(1986), mendefinisikan tinggi *run-up* sebagai elevasi vertikal maksimum yang dapat dicapai oleh gerakan air tersebut yang diukur dari muka air diam. *Run-up* tergantung pada bentuk dan kekasaran wilayah pantai, kemiringan dasar laut, dan karakteristik gelombang (Bruun, 1976)

## **2.2 Daerah Rawan Bencana**

### **2.2.1 Definisi bencana dan kerawanan**

Pada Undang-Undang Penanggulangan Bencana, bencana didefinisikan sebagai “suatu gangguan terhadap kehidupan dan penghidupan masyarakat yang diakibatkan oleh faktor alam diantaranya bencana gempa bumi, tsunami, longsor, angin topan, banjir, letusan gunung api, kekeringan, epidemi, dan wabah penyakit, bencana karena faktor non alam diantaranya kebakaran dan gagal teknologi, dan bencana karena faktor manusia mencakup kerusakan sosial, teroris, dan kerusakan lingkungan, sehingga menyebabkan kerusakan lingkungan hidup, kerugian harta benda, dampak psikologis, bahkan sampai menimbulkan korban jiwa manusia” (Muria, 2007).

Sedangkan menurut WHO, bencana dapat didefinisikan sebagai setiap kejadian yang menyebabkan kerusakan, gangguan ekologis, hilangnya nyawa manusia atau memburuknya derajat kesehatan atau pelayanan kesehatan pada skala tertentu yang memerlukan respon dari luar masyarakat atau wilayah yang terkena (Anonymous, 2008).

Menanggapi banyaknya definisi tentang bencana, Carter (1992) dalam Darmawan (2008) menyimpulkan bahwa sebagian besar definisi bencana mencerminkan karakteristik :

- a. Gangguan terhadap kehidupan normal.
- b. Efek terhadap manusia, seperti menjadi korban, luka/cacat, gangguan kesehatan, dan lain-lain.
- c. Efek terhadap struktur sosial.
- d. Efek terhadap kebutuhan masyarakat.

Kerawanan adalah tingkat kemungkinan suatu objek bencana yang terdiri dari masyarakat, struktur, pelayanan, atau daerah geografis mengalami kerusakan atau gangguan akibat dampak bencana atau kecenderungan sesuatu benda atau makhluk rusak

akibat bencana (Sutikno, 1994; UNDP/UNDRO, 1992 dalam Darmawan, 2008).

### **2.2.2 Penanggulangan bencana**

Upaya penanggulangan bencana secara umum meliputi 2 hal yaitu pra bencana dan pasca bencana. Upaya penanggulangan pasca bencana membutuhkan lebih banyak biaya serta alokasi sumber daya yang sangat besar. Upaya ini akan semakin besar lagi apabila masyarakat dan Negara tidak memiliki sistem manajemen pra bencana yang baik (Anonymous, 2008).

Sistem informasi geografis memiliki peran penting dalam siklus manajemen bencana, mulai dari pencegahan, mitigasi, tanggap darurat hingga rehabilitasi. Peta merupakan salah satu cara terbaik untuk memvisualisasikan hasil penilaian kerawanan. Peta dapat memadukan dimensi keruangan (spasial), karakteristik dari bencana serta berbagai informasi lainnya seperti gambaran lingkungan maupun data masyarakat yang relevan (Anonymous, 2008).

Setiap bencana memerlukan tindakan prioritas dan kebutuhan informasi yang relatif berbeda. Namun secara umum, informasi yang dibutuhkan pada waktu penanganan bencana adalah :

- a. Wilayah serta lokasi geografis bencana dan perkiraan populasi.
- b. Status jalur transportasi dan sistem komunikasi.
- c. Ketersediaan air bersih, bahan makanan, fasilitas sanitasi, dan tempat hunian.
- d. Jumlah korban.
- e. Kerusakan, kondisi pelayanan, ketersediaan obat-obatan, peralatan medis serta tenaga di fasilitas kesehatan.
- f. Lokasi dan jumlah penduduk yang menjadi pengungsi.
- g. Estimasi jumlah yang meninggal dan hilang.

Pada tahap awal, tindakan kemanusiaan dan pengumpulan informasi dilakukan secara simultan. Pengumpulan data harus dilakukan secara cepat untuk menentukan tindakan prioritas yang harus dilakukan oleh manajemen bencana (Anonymous, 2008).

## 2.3 Tsunami

### 2.3.1 Definisi tsunami

Kata tsunami berasal dari bahasa Jepang yang berarti “air yang mendidih”. Tsunami merupakan gelombang laut yang mempunyai energi yang besar yang dihasilkan oleh pergerakan bumi, dimana sumber yang dapat menyebabkannya dapat berupa gempa bumi, longsor bawah laut atau letusan gunung api (Reymond, 1995).

Tsunami (diucapkan *soo-nah-mee*) adalah kumpulan gelombang lautan yang sangat panjang, disebabkan oleh terjadinya gempa tektonik sehingga menyebabkan disposisi air secara vertikal. Istilah tsunami diambil dari bahasa Jepang, yaitu *tsu* yang berarti pelabuhan dan *nami* yang berarti gelombang. Istilah tersebut kemudian dipakai oleh masyarakat untuk menunjukkan adanya gelombang besar yang disebabkan oleh gempa bumi. Lebih tepatnya tsunami diartikan sebagai gelombang laut yang terjadi secara mendadak yang disebabkan karena terganggunya kestabilan air laut yang diakibatkan oleh gempa bumi (Pasaribu, 2000).

Rahman dkk (2005), mendefinisikan tsunami sebagai serangkaian gelombang tinggi yang disebabkan oleh perpindahan sejumlah besar air laut secara tiba-tiba. Tsunami disebabkan oleh gempa bawah laut, meletusnya gunung berapi di bawah laut, tanah longsor atau perpindahan tanah di bawah air, jatuhnya meteor, dan juga tanah pesisir yang longsor ke dalam laut.

### 2.3.2 Penyebab terjadinya tsunami

Tsunami terjadi karena adanya gangguan impulsif terhadap air laut akibat terjadinya perubahan bentuk dasar laut secara tiba-tiba. Ini dapat terjadi karena tiga sebab, yaitu gempa bumi, letusan gunung api, dan longsor (*landslide*) yang terjadi di dasar laut. Gempa bumi di dasar laut ini menimbulkan gangguan air laut, yang disebabkan berubahnya profil dasar laut. Perubahan profil dasar laut ini umumnya disebabkan karena adanya gempa bumi tektonik yang bias menyebabkan gerakan tanah tegak lurus dengan permukaan air laut atau permukaan bumi (Pasaribu, 2000).

Cara gempa bumi dapat menyebabkan tsunami dijelaskan oleh majalah kedirgantaraan *Angkasa* edisi spesial *Tsunami The Deadliest Wave* (2005). Gempa bumi yang terjadi di dasar lautan menyebabkan dasar lautan bergeser secara dahsyat sehingga memindahkan air

lautan secara vertikal dari posisi kesetimbangannya dan terjadilah tsunami. Dengan demikian, faktor yang menyebabkan besar kecilnya gelombang tsunami tergantung dari seberapa besar pergeseran dasar lautan dan volume air yang dipindahkan secara vertikal itu.

Sebagian besar tsunami terjadi di “Lingkaran Api” Pasifik, yang merupakan tempat dimana gempa bumi paling sering terjadi. Tsunami biasanya diklasifikasikan menjadi tsunami lokal dan tsunami jauh. Tsunami yang terjadi secara lokal biasanya terjadi dalam waktu yang cepat sehingga kurang waktu untuk memberi peringatan, dan mungkin juga diiringi kerusakan yang diakibatkan gempa pemicu seperti tanah bergerak, patahan permukaan (*surface faulting*), atau tanah longsor. Sedangkan tsunami jauh bisa berjalan selama berjam-jam sebelum sampai di pesisir (Rahman dkk., 2005).

Gempa-gempa yang paling mungkin menyebabkan tsunami adalah (Pasaribu, 2000) :

- a. Gempa yang terjadi di dasar lautan.
- b. Kedalaman pusat gempa kurang dari 60 km.
- c. Magnitudo gempa lebih besar dari 6,0 Skala Richter.
- d. Jenis pensesaran gempa tergolong sesar naik atau sesar turun.

### **2.3.3 Karakteristik tsunami**

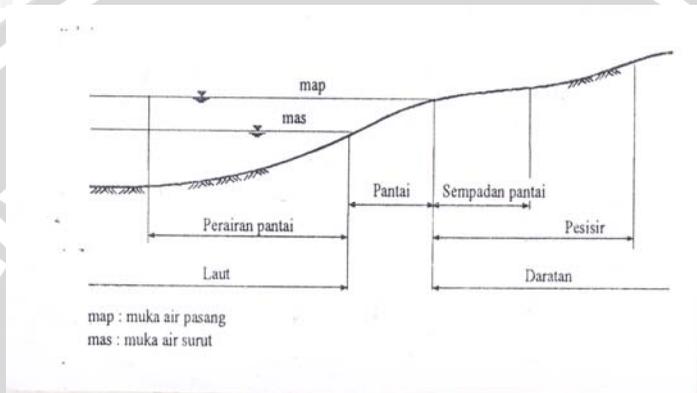
Menurut Reymond (1995), secara umum tsunami terdiri dari rangkaian tiga sampai lima gelombang yang mempunyai karakteristik di laut dalam adalah mempunyai amplitudo gelombang yang tidak lebih panjang daripada puluhan sentimeter sampai satu meter dan periodenya sekitar 10 sampai 20 menit (panjang gelombang antara 100 sampai 200 km).

Di lautan terbuka, tinggi tsunami hanya mencapai beberapa kaki saja, tapi kecepatannya mencapai 500 mil/jam (= 804,5 km/jam). Ketika tsunami memasuki perairan dekat pesisir, kecepatannya berkurang, panjang ombaknya berkurang, dan tingginya bertambah secara drastis. Ombak pertama yang datang biasanya bukan merupakan ombak yang terbesar, namun beberapa ombak yang lebih besar dan lebih ganas seringkali mengikuti. Konfigurasi pesisir, bentuk dasar laut, serta karakteristik dari gelombang yang mendekat menentukan keganasan dari gelombang tersebut (Rahman dkk., 2005).

## 2.4 Pantai dan Pesisir

### 2.4.1 Definisi pantai dan pesisir

Definisi tentang kepantaian, dapat dijelaskan dengan memperhatikan gambar berikut (Triatmodjo, 1999) :



Gambar 2.1 Pantai dan Pesisir

Dari gambar di atas, dapat dijelaskan bahwa pantai adalah daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah. Sedangkan garis pantai adalah garis batas pertemuan antara daratan dan air laut, dimana posisinya tidak tetap dan dapat berpindah sesuai dengan pasang surut air laut dan erosi pantai yang terjadi. Beberapa definisi lain yang sesuai dengan gambar di atas adalah :

- Pesisir, yaitu daerah darat di tepi laut yang masih mendapat pengaruh laut seperti pasang surut, angin laut, dan perembesan air laut.
- Daerah daratan, yaitu daerah yang terletak di atas dan di bawah permukaan laut dimulai dari sisi laut pada garis surut terendah, termasuk dasar laut dan bagian bumi di bawahnya.
- Sempadan pantai, yaitu kawasan tertentu sepanjang pantai yang mempunyai manfaat penting untuk mempertahankan kelestarian fungsi pantai. Kriteria sempadan pantai adalah daratan sepanjang tepian yang lebarnya sesuai dengan bentuk dan kondisi fisik pantai, minimal 100 m dari titik pasang tertinggi ke arah daratan.

Menurut Tiwow (2003), wilayah pesisir merupakan daerah pertemuan antara daratan dan laut. Ke arah darat wilayah pesisir meliputi bagian daratan, baik kering maupun terendam air, yang masih dipengaruhi oleh sifat-sifat laut, seperti pasang surut, angin laut, dan perembesan air asin. Sedangkan ke arah laut wilayah pesisir mencakup bagian laut yang masih dipengaruhi oleh proses alami yang terjadi di darat, seperti sedimentasi dan aliran air tawar, maupun karena kegiatan manusia, seperti penggundulan hutan dan pencemaran.

#### **2.4.2 Penggunaan lahan wilayah pesisir**

Indonesia yang merupakan negara kepulauan memiliki kawasan pesisir yang terpanjang kedua di dunia setelah Kanada yaitu sepanjang sekitar 81.000 km. Hampir setiap propinsi di Indonesia memiliki kawasan pesisir yang berfungsi sebagai sarana penghubung antar pulau dan antar wilayah. Kawasan pesisir sesungguhnya memiliki fungsi dan peran ekonomi maupun ekologi yang sangat penting, sehingga terjadinya gangguan atau kerusakan di kawasan pesisir dapat mengganggu aktivitas dan keberlanjutan pembangunan (Dahuri, 1996 ; Adibroto, 1994 dalam Edwarsyah, 2002).

Beberapa karakteristik wilayah pesisir menurut Scura (1992) dalam (Nugroho dkk., 2001) adalah sebagai berikut:

- a. Mengandung habitat dan ekosistem (seperti estuari, terumbu karang, padang lamun, dan sebagainya) yang menyediakan barang-barang (misalnya ikan, minyak, mineral) dan jasa (misalnya perlindungan alamiah terhadap badai dan gelombang pasang) bagi masyarakat pesisir.
- b. Dikarakteristikkan oleh persaingan untuk tanah ruang dan sumberdaya berbagai *stake holders*, dan seringkali menghasilkan konflik yang tajam dan pengrusakan terhadap integritas sistem sumberdaya.
- c. Merupakan tulang punggung perekonomian nasional bagi negara berpantai (contohnya Indonesia) dimana cukup banyak produk domestik bruto tergantung pada kegiatan di wilayah ini seperti perkapalan, pengeboran minyak dan gas bumi, wisata pesisir dan lain sebagainya.
- d. Biasanya merupakan daerah berpenduduk padat dan merupakan daerah tujuan urbanisasi.

Potensi sumber daya pembangunan yang terdapat di wilayah pesisir (dan lautan) secara garis besar dibagi dalam tiga kelompok besar yaitu (Latama dkk., 2002) :

1. Kelompok sumber daya yang dapat pulih (*renewable resources*), terdiri dari hutan mangrove, terumbu karang, rumput laut, dan sumber daya perikanan laut.
2. Kelompok sumber daya yang tidak dapat pulih (*non-renewable resources*), terdiri dari seluruh mineral dan geologi, yang termasuk kedalamnya antara lain minyak gas, batu bara, emas, timah, nikel, bijih besi, batu bara, granit, tanah liat, pasir, dan lain-lain. Sumber daya geologi lainnya adalah bahan baku industri dan bahan bangunan, antara lain kaolin, pasir kuarsa, pasir bangunan, kerikil dan batu pondasi.
3. Jasa-jasa lingkungan (*environmental services*), meliputi fungsi kawasan pesisir dan lautan sebagai tempat rekreasi dan pariwisata, media transportasi dan komunikasi, sumber energi, sarana pendidikan dan penelitian, pertahanan keamanan, penampungan limbah, pengatur iklim, kawasan lindung, dan sistem penunjang kehidupan serta fungsi fisiologis lainnya.

#### **2.4.3 Permasalahan wilayah pesisir**

Beberapa permasalahan yang terjadi pada wilayah pesisir dan lautan Indonesia antara lain (Latama dkk., 2002) :

1. Pencemaran, yaitu masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan laut oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya menurun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan laut tidak sesuai lagi dengan baku mutu dan/atau fungsinya (Departemen Kelautan dan Perikanan RI, 2002 dalam Latama, 2002).
2. Kerusakan fisik habitat, misalnya kerusakan pada hutan *mangrove* dan terumbu karang. Kerusakan ini kebanyakan disebabkan oleh aktivitas manusia.
3. Eksploitasi sumberdaya secara berlebihan.
4. Abrasi pantai, dapat disebabkan oleh proses alami (karena gerakan gelombang pada pantai terbuka) maupun aktivitas manusia seperti menebang atau merusak ekosistem mangrove di garis pantai baik untuk keperluan kayu, bahan baku arang maupun untuk membuat tambak.

5. Konversi kawasan lindung ke penggunaan lainnya, yaitu terjadinya pergeseran lahan pesisir dan kawasan lindung menjadi lahan pemukiman, industri, pelabuhan, perikanan tambak, dan pariwisata sehingga mengakibatkan kerusakan ekosistem di sekitar pesisir, terutama ekosistem *mangrove*.
6. Bencana alam, merupakan kejadian alami yang berdampak negatif pada sumber daya pesisir dan lautan diluar kontrol manusia. Beberapa macam bencana alam yang sering terjadi di wilayah pesisir dan merusak lingkungan pesisir antara lain adalah kenaikan muka laut, gelombang pasang tsunami, dan radiasi ultra violet.

## **2.5 Sistem Informasi Geografis (SIG)**

### **2.5.1 Gambaran umum SIG**

Burrough (1986), mendefinisikan Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai sekumpulan peralatan yang mempunyai kekuatan untuk mengumpulkan, menyimpan, mendapatkan kembali sesuai keinginan, mengubah dan menampilkan data spasial dari data yang sebenarnya untuk beberapa tujuan tertentu.

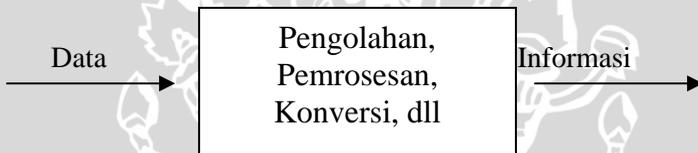
SIG merupakan tujuan umum teknologi berbasis komputer untuk penanganan data geografis dalam bentuk digital. Itu dimaksudkan untuk mendapatkan, menyimpan, mengubah, menganalisa, dan menampilkan bermacam-macam kumpulan data spasial atau data bereferensi bumi (*geo-referenced*). Sistem Informasi Geografis mengandung dua data yaitu data geometri (informasi koordinat dan topologi) dan data atribut (informasi yang menggambarkan kelengkapan obyek geometri seperti titik, garis dan area) (Singh and Florentino, 1996).

Ada empat kriteria yang seharusnya dipenuhi untuk membuat Sistem Informasi Geografi menjadi bermanfaat, yaitu (Bryan and Zobrist dari Valenzuela, 1991) :

1. Lokasi titik dan wilayah harus disediakan.
2. Sebisa mungkin menunjukkan variabel kesatuan (*agragasi*) dan variabel letak (*subsetting*).
3. Menggambarkan rencana spasial data.
4. Sebisa mungkin ditampilkan dengan program analisa matematika dan statistika.

## 2.5.2 Data dan informasi

Prahasta (2000), mendefinisikan data sebagai bahasa, *mathematical*, dan simbol-simbol pengganti lain yang disepakati oleh umum dalam menggambarkan obyek, manusia, peristiwa, aktivitas, konsep, dan obyek-obyek penting lainnya yang merupakan suatu kenyataan apa adanya. Sedangkan informasi adalah data yang ditempatkan pada konteks yang penuh arti oleh penerimanya. Data dan informasi bersifat relatif. Tidak semua orang dapat menganggap setiap kenyataan apa adanya sebagai data yang berharga. Masing-masing memiliki kriteria dan ketertarikan sendiri hingga dalam memahami data yang telah didapatnya pun berbeda-beda. Sebelum dianggap sebagai informasi oleh penerimanya, sebuah data harus diproses terlebih dahulu dan sebuah data dapat dihargai atau dinilai sebagai suatu informasi bergantung pada situasi dan kondisi setiap penerimanya.



Gambar 2.2 Hubungan Data dengan Informasi

Ada dua jenis data yang dapat digunakan untuk merepresentasikan atau memodelkan fenomena-fenomena yang terdapat di bumi, yaitu data spasial dan data non-spasial atau data atribut. Data spasial adalah jenis data yang merepresentasikan aspek-aspek keruangan dari fenomena yang bersangkutan. Data spasial dapat disebut juga data posisi, koordinat atau ruang. Sedangkan data non-spasial adalah jenis data yang merepresentasikan aspek-aspek deskriptif (mencakup *items* atau *properties* dari fenomena yang bersangkutan hingga dimensi waktunya) dari fenomena yang dimodelkannya (Prahasta, 2000).

Sedangkan Suharyadi dan Jatmiko (1993), membagi data menjadi dua macam, yaitu :

1. Data Grafis, merupakan data yang menggambarkan lokasi geografis dan topologis suatu kenampakan yang berupa :

- a. Titik, merupakan kenampakan tunggal dari sepasang koordinat  $x,y$  yang menunjukkan lokasi suatu obyek, misalnya lokasi pengambilan sampel.
  - b. Garis, merupakan sekumpulan titik yang membentuk suatu kenampakan memanjang, misalnya jalan, sungai, dan lain-lain.
  - c. Area, merupakan kenampakan yang dibatasi satu atau beberapa garis yang membentuk ruang homogen, misalnya kategori penggunaan lahan.
2. Data Atribut, merupakan informasi dari suatu data grafis (titik, garis, maupun area).

Tumpang susun atau *overlaying* suatu data grafis adalah menggabungkan antara dua atau lebih data grafis untuk dapat diperoleh data grafis baru yang memiliki satuan pemetaan gabungan dari beberapa data grafis tersebut. Untuk dapat melakukan proses tumpang susun, maka antara dua data grafis tersebut harus mempunyai sistem koordinat yang sama (Suharyadi dan Jatmiko, 1993).

### 2.5.3 Basisdata SIG

Pengertian basisdata adalah sekumpulan data tentang suatu obyek atau kejadian yang berhubungan satu sama lain (Subekti, 2003). Untuk merealisasikan ke dalam bentuk basisdata, terlebih dahulu model data harus ditentukan. Model data merupakan kumpulan perangkat konseptual yang digunakan untuk mendeskripsikan (menggambarkan) data, hubungan antar (relasi) data, makna data, dan batasan mengenai data yang bersangkutan (Fatansyah, 1999 dalam Prahasta, 2000).

Pembawa informasi di dalam model-model data adalah obyek. Obyek dianggap sebagai deskripsi fenomena dunia nyata yang memiliki *properties* tipe, atribut, relasi, geometri dan kualitas. Model data dapat dirancang untuk mencakup (Prahasta, 2000) :

1. Obyek fisik; seperti jalan, pemukiman, sungai, dan lain-lain.
2. Obyek-obyek yang terklasifikasi; seperti tipe penggunaan lahan, tipe vegetasi, dan lain-lain.
3. Peristiwa (*events*); seperti kekeringan, gempa bumi, tsunami, dan lain-lain.
4. Obyek yang berubah secara kontinyu; seperti batas-batas suhu.
5. Obyek buatan; seperti kontur ketinggian.

Data spasial direpresentasikan di dalam basisdata sebagai model data raster atau model data vektor. Model data raster menampilkan, menempatkan, dan menyimpan data spasial dengan menggunakan struktur matriks atau piksel-piksel yang membentuk grid. Contoh sumber data spasial raster adalah citra satelit dan citra radar. Sedangkan model data vektor menampilkan, menempatkan, dan menyimpan data spasial dengan menggunakan titik-titik, garis-garis atau kurva, atau poligon beserta atribut-atributnya. Bentuk-bentuk dasar representasi data spasial di dalam sistem model data vektor didefinisikan oleh sistem koordinat kartesian dua dimensi ( $x$ ,  $y$ ) (Prahasta, 2000).

Sebagai suatu sistem, sistem basisdata terdiri dari komponen-komponen yang membentuknya. Komponen-komponen yang membentuk SIG terdiri dari (Prahasta, 2000) :

1. Perangkat keras. Perangkat keras yang sering digunakan dalam SIG adalah komputer (PC), *mouse*, *digitizer*, *printer*, *plotter*, dan *scanner*.
2. Perangkat lunak. Perangkat lunak ini tersedia dalam bentuk paket-paket perangkat lunak yang masing-masing terdiri dari multi program yang terintegrasi untuk mendukung kemampuan-kemampuan khusus untuk pemetaan, manajemen, dan analisis data geografi.
3. Data dan informasi geografik. SIG dapat mengumpulkan dan menyimpan data dan informasi yang diperlukan baik secara langsung dengan cara mendijitasi data spasialnya dari peta dan memasukkan data atributnya dari tabel-tabel dan laporan dengan menggunakan *keyboard* maupun secara tidak langsung dengan cara meng-*import*-nya dari perangkat-perangkat lunak SIG yang lain.
4. Manajemen. Merupakan sumberdaya manusia atau *brainware*, termasuk pengguna.

ArcView merupakan salah satu perangkat lunak SIG dan pemetaan yang telah dikembangkan oleh ESRI. Secara umum, kemampuan-kemampuan perangkat SIG ArcView dapat dijabarkan sebagai berikut (Prahasta, 2002) :

- a. Pertukaran data : membaca dan menuliskan data dari dan ke dalam format perangkat SIG lainnya.
- b. Melakukan analisis statistik dan operasi-operasi matematis.
- c. Menampilkan informasi (basisdata) spasial maupun atribut.

- d. Menjawab pertanyaan-pertanyaan (query) spasial maupun atribut.
- e. Membuat peta tematik.

Dalam operasi rutinnnya, ArcView membaca, menggunakan, dan mengolah data spasial dengan format yang disebut sebagai **Shapefile**. Shapefile dapat mendukung representasi berbagai *features* baik titik, garis, maupun poligon (area). Shapefile dapat dibuat atau dihasilkan dengan menggunakan cara ekspor dari perangkat lunak SIG lainnya, dijitasi, dengan menggunakan bahasa semi pemrograman dan pemrograman. Keuntungan =keuntungan yang bisa didapatkan jika bekerja dengan menggunakan data spasial shapefile adalah sebagai berikut (Prahasta, 2000) :

- a. Proses penggambaran atau penggambaran kembali dari *features* petanya dapat dilakukan dengan relatif cepat.
- b. Informasi atribut dan geometriknnya dapat diedit.
- c. Dapat dikonversikan ke dalam format-format data spasial lainnya.
- d. Memungkinkan untuk proses *on-screen digitizing* yaitu proses dijitasi langsung di layar monitor dengan menggunakan *mouse* tanpa meja *digitizer*.

Beberapa komponen-komponen penting ArcView adalah sebagai berikut (Prahasta, 2002) :

1. **Project**, merupakan suatu unit organisasi tertinggi di dalam ArcView yaitu suatu file kerja yang dapat digunakan untuk menyimpan, mengelompokkan, dan mengorganisasikan semua komponen-komponen program : view, theme, table, chart, layout, dan script dalam satu kesatuan yang utuh.
2. **Theme**, merupakan kumpulan dari beberapa layer ArcView yang membentuk suatu 'tematik' tertentu.
3. **View**, merupakan representasi grafis informasi spasial dan dapat menampung beberapa "layer" atau "theme" informasi spasial (titik, garis, poligon, dan citra raster).
4. **Table**, merupakan representasi data ArcView dalam bentuk tabel yang berisi informasi deskriptif mengenai layer tertentu.
5. **Chart**, merupakan representasi grafis dari resume tabel data atau dapat juga merupakan hasil query terhadap suatu tabel data.
6. **Layout**, digunakan untuk menggabungkan semua dokumen (view, table, dan chart) ke dalam suatu dokumen yang siap cetak.
7. **Script**, merupakan bahasa (semi) pemrograman sederhana yang digunakan untuk mengotomasikan kerja ArcView.

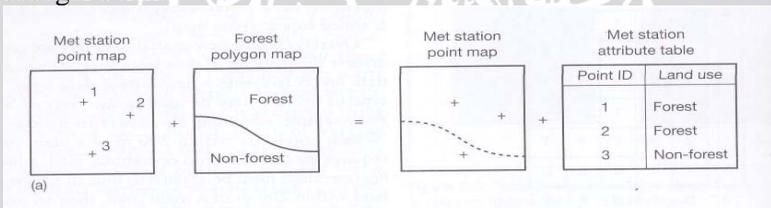
## 2.6 Proses Tumpang Susun (*Overlay*)

Kunci analisa fungsi GIS sesungguhnya adalah kemampuan untuk mengintegrasikan data dari dua sumber dengan menggunakan proses tumpang susun (*overlay*) peta. Proses ini dilakukan dengan mengambil dua lapisan peta tematik yang berbeda dan menyangkut area yang sama dan mengoverlaynya satu di atas yang lain untuk membentuk suatu lapisan baru. Jadi dengan proses tumpang susun ini akan didapatkan suatu lapisan data keluaran baru hasil penggabungan dua atau lebih lapisan data masukan (Heywood dkk, 2002).

Seperti halnya operasi lain untuk analisa di dalam GIS, terdapat perbedaan cara tumpang susun (*overlay*) peta dengan menggunakan data raster dan data vektor. Pada *overlay* peta dengan menggunakan data vektor lebih memakan waktu, penuh perhitungan, mahal, dan kompleks. Sedangkan yang menggunakan data raster dapat lebih cepat, efisien, dan secara langsung (Heywood dkk, 2002).

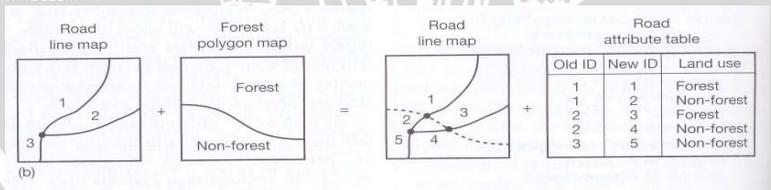
Ada 3 jenis *overlay* vektor, yaitu (Heywood dkk, 2002) :

- a. *Point-in-Polygon*, digunakan untuk menemukan dimana letak suatu titik pada suatu wilayah. Proses ini dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.3 Proses *overlay Point-in-Polygon*

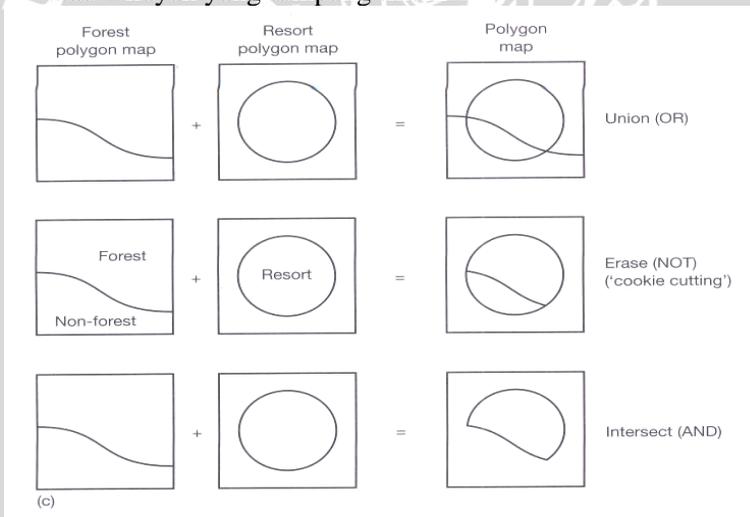
- b. *Line-in-Polygon*, digunakan untuk mengetahui letak suatu garis pada suatu wilayah. Proses ini dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.4 Proses *overlay Line-in-Polygon*

c. *Polygon-on-Polygon*, dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh suatu wilayah pada wilayah lain. Ada 3 lapisan data keluaran yang berbeda yang bisa diperoleh, yaitu :

1. Lapisan data keluaran berisi semua polygon dari kedua peta masukan. Ini sesuai dengan operasi Boolean ATAU, atau di dalam proses matematikanya disebut UNION.
2. Lapisan data keluaran berisi data suatu wilayah yang juga mencakup data wilayah lain. Wilayah yang mempunyai cakupan lebih luas akan digunakan sebagai tepi dari peta keluaran. Operasi ini dikenal dengan *cookie cutting* atau disebut dengan operasi IDENTITAS.
3. Lapisan data keluaran berisi wilayah yang mempertemukan dua kriteria. Proses ini disebut dengan INTERSECT, atau sama dengan operasi Boolean AND dimana peta keluaran yang dihasilkan merupakan perpotongan dari dua wilayah atau wilayah yang tumpang tindih.



Gambar 2.5 Proses *overlay Polygon-on-Polygon*

## 2.7 Peta

Peta adalah salah satu jenis sistem informasi. Peta merupakan gambaran normal terhadap skala dan pada medium bidang datar dari pemilihan penampakan material atau abstrak, atau hubungannya terhadap permukaan bumi. Kartografi adalah seni dan pengetahuan membuat peta dan grafik (Valenzuela, 1991).

Persyaratan-persyaratan geometrik yang harus dipenuhi oleh suatu peta sehingga menjadi peta yang ideal adalah (Umaryono, 1986 dalam Prahasta, 2000) :

1. Jarak antara titik-titik yang terletak di atas peta harus sesuai dengan jarak aslinya di permukaan bumi (dengan memperhatikan faktor skala peta).
2. Luas suatu unsur yang direpresentasikan di atas peta harus sesuai dengan luas sebenarnya (dengan memperhatikan faktor skala peta).
3. Sudut atau arah suatu garis yang direpresentasikan di atas peta harus sesuai dengan arah yang sebenarnya (seperti di permukaan bumi).
4. Bentuk suatu unsur yang direpresentasikan di atas peta harus sesuai dengan bentuk yang sebenarnya (dengan memperhatikan faktor skala peta).

Skala peta adalah perbandingan antara jarak pada peta dan jarak sebenarnya di bumi. Sebagai gambaran, jika sebuah peta mempunyai skala 1 : 25000 maka jarak 1 cm pada peta mewakili 25000 cm atau 0.25 km pada permukaan bumi. Skala pada peta dihubungkan terhadap tingkat informasi peta. Peta yang berskala besar mempunyai informasi yang lebih besar atau lebih banyak daripada peta yang berskala kecil (Valenzuela, 1991).

Bentuk permukaan bumi secara keseluruhan merupakan permukaan yang melengkungdan sama sekali tidak mungkin dibentangkan sehingga menjadi bidang datar sempurna tanpa mengalami perubahan atau kerusakan. Untuk memecahkan masalah ini, dikembangkanlah metode-metode proyeksi peta. Secara umum, proyeksi peta merupakan suatu fungsi yang menghubungkan koordinat titik-titik yang terletak di atas permukaan suatu kurva (biasanya berupa elipsoid atau bola) ke koordinat titik-titik yang terletak di atas bidang datar (Prahasta, 2000).

Salah satu sistem proyeksi peta yang sering digunakan adalah UTM (*Universal Transverse Mercator*). Pada sistem proyeksi ini

didefinisikan posisi horizontal dua dimensi  $(x,y)_{utm}$  dengan menggunakan proyeksi silinder (menggunakan silinder sebagai bidang proyeksi), transversal (garis karakteristik tegak lurus terhadap sumbu bumi), dan konform (sudut dan arah di atas peta sama dengan sudut dan arah di permukaan bumi) yang memotong bumi pada dua meridian standar. Dalam sistem koordinat ini, seluruh permukaan bumi dibagi menjadi 60 bagian yang disebut zone UTM (Prahasta, 2000).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian Tugas Akhir ini dilaksanakan mulai bulan Agustus 2006 sampai dengan selesai di Balai Pengkajian Dinamika Pantai (BPDP) BPPT Yogyakarta.

#### **3.2 Bahan dan Alat**

Bahan-bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah berupa data-data yang terdiri atas :

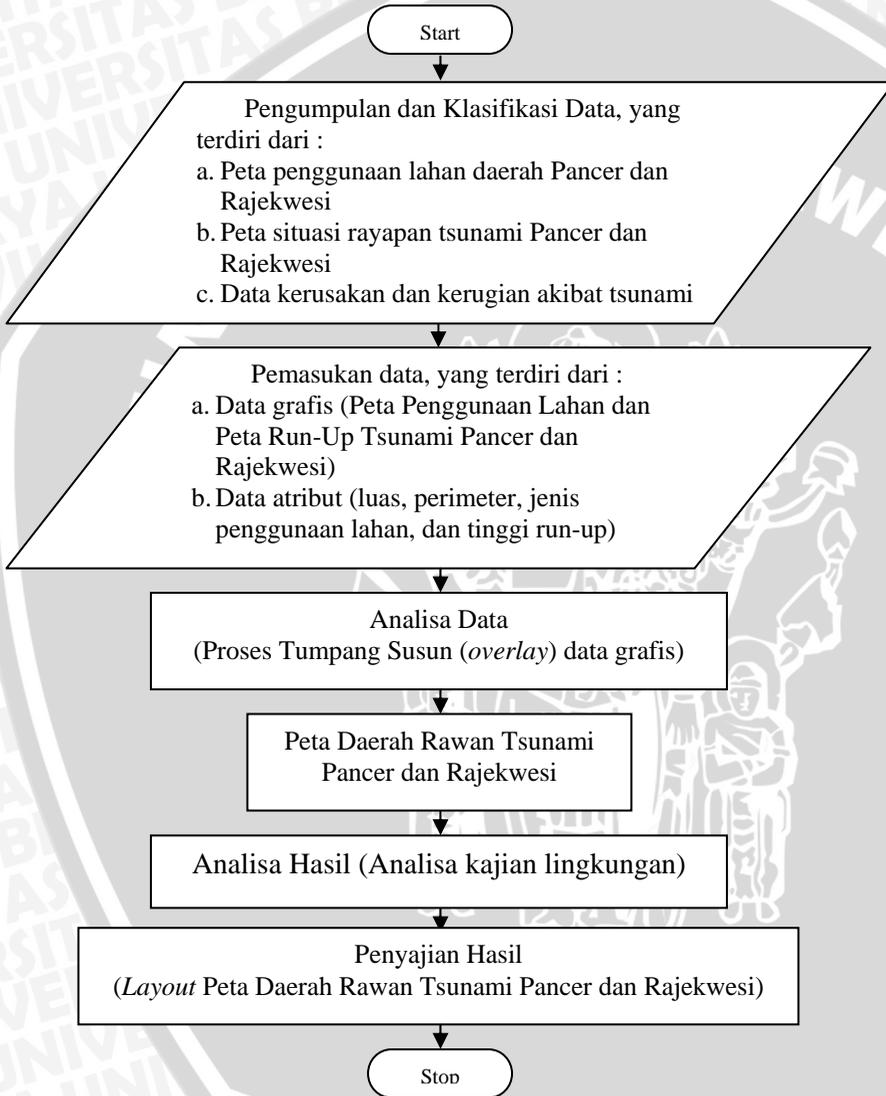
1. Peta penggunaan lahan daerah Pancer skala 1 : 10000 yang dikeluarkan oleh Puslitbang Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum (1996) yang terdigitasi.
2. Peta penggunaan lahan daerah Rajekwesi skala 1 : 4000 yang dikeluarkan oleh Puslitbang Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum (1996) yang terdigitasi.
3. Peta situasi rayapan tsunami daerah Pancer skala 1 : 10000 yang dikeluarkan oleh Puslitbang Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum (1996) yang terdigitasi.
4. Peta situasi rayapan tsunami daerah Rajekwesi skala 1 : 4000 yang dikeluarkan oleh Puslitbang Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum (1996) yang terdigitasi.

Sedangkan peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain :

1. Seperangkat komputer untuk pemasukan, pengolahan, dan penyimpanan data.
2. Perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) Arcview versi 3.3.

### 3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan alur sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

### 3.4 Langkah-Langkah Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

#### 3.4.1 Pengumpulan data

Data yang dipergunakan pada penelitian ini berupa data grafis yang meliputi peta penggunaan lahan daerah Rajekwesi skala 1 : 4000 dan peta penggunaan lahan daerah Pancer skala 1 : 10000 serta peta situasi rayapan tsunami daerah Rajekwesi skala 1 : 4000 dan peta situasi rayapan tsunami daerah Pancer skala 1 : 10000 yang berupa data digital. Data ini merupakan data sekunder yang dikeluarkan oleh Puslitbang Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum dan diperoleh oleh penulis dari arsip Balai Pengkajian Dinamika Pantai (BPDP) BPPT Yogyakarta.

Selain mempergunakan data grafis, juga dipergunakan data atribut yang meliputi data kerusakan dan kerugian akibat bencana tsunami di Banyuwangi yang diperoleh penulis dari Bappeda Banyuwangi.

#### 3.4.2 Klasifikasi data

Tahap klasifikasi data dilakukan dengan menentukan macam-macam data yang akan digunakan dalam penelitian. Data grafis berupa peta digital penggunaan lahan dan peta digital *run-up* tsunami, sedangkan data atribut meliputi tinggi *run-up* dan jenis penggunaan lahan.

Klasifikasi data dilakukan untuk mempermudah penyusunan dalam basisdata grafis dan atribut, sehingga diperoleh basisdata yang mampu menyajikan informasi yang diinginkan. Data grafis yang digunakan diidentifikasi dengan struktur data spasial yaitu tipe data luasan (poligon). Kemudian hasil klasifikasi data grafis diorganisasikan dalam beberapa *layer* sesuai dengan tema informasi yang dimiliki. Dari data grafis yang akan digunakan diperoleh dua buah *layer*, yaitu *layer Run-Up* Tsunami dan *layer* Penggunaan Lahan, dimana setiap *layer* mempunyai tema informasi yang berbeda. Data atribut diidentifikasi berdasarkan jenis informasi deskriptif yang dimiliki. Klasifikasi data pada pembuatan peta Daerah Rawan Bencana dan Sistem Informasi Nilai Taksiran Ekonomi dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Klasifikasi Data

Jenis Data	Nama Data	Cara Memasukkan
Data Grafis	Peta penggunaan lahan daerah Pancer dan Rajekwesi	Data sudah dalam bentuk digital ( <i>shapefile/.shp</i> )
	Peta situasi rayapan tsunami daerah Pancer dan Rajekwesi	
Data Atribut	Luas, perimeter, Tinggi run-up, dan jenis penggunaan lahan.	<i>Keyboard entry</i>

### 3.4.3 Pemasukan data

Ada beberapa langkah yang harus dilakukan selama proses pemasukan data, yaitu :

#### 1. Membuat *Project*

Sebelum pemasukan data dilakukan, terlebih dahulu dibuat sebuah *project* baru yang disesuaikan dengan tujuan dari penelitian ini yaitu untuk membuat peta daerah rawan tsunami. Pembuatan *project* baru ini dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu setelah perangkat lunak SIG ArcView diaktifkan, klik pilihan “with a new view” untuk mendapatkan sebuah *project* baru dengan sebuah *view* yang baru pula atau “as a blank project” untuk mendapatkan sebuah *project* baru yang masih kosong, kemudian klik tombol “OK”. Setelah *project* dibuat, nama *project* dapat diganti dengan mengklik menu *pulldown* “File | Save Project”, atau “File | Save Project As”. Kemudian nama *project* ditulis dan disimpan sebagai **data\_skripsi.apr**.

#### 2. Menyisipkan *View*

Pembuatan peta daerah rawan tsunami dapat dilakukan dengan terlebih dahulu atau menyisipkan sebuah *view* baru. Jika pada pembuatan *project* telah diklik pilihan “with a new view”, maka langkah ini tidak perlu dilakukan. Sedangkan apabila pada pembuatan *project* baru diklik pilihan “as a blank project” atau menu *pulldown* “File | New Project”, maka *view* perlu disisipkan pada tahap ini dengan cara mengaktifkan *window project*, kemudian klik *icon views* dan pada *window project* klik *button* “New”.

Setelah *view* kosong tampil (dan aktif), maka *properties*-nya (termasuk nama *view*) dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Untuk

merubah *properties* dipilih menu *pull-down* “View | Properties”. Dalam pembuatan *layout*, nama *view* secara otomatis akan menjadi judul petanya. Pada penelitian ini, akan dibuat dua buah peta daerah rawan tsunami yaitu untuk daerah Pancer dan Rajekwesi. Oleh karena itu, diperlukan dua buah *view* yang akan diberi nama **Peta Daerah Rawan Tsunami Pancer** yang merupakan peta daerah rawan tsunami untuk daerah Pancer dan **Peta Daerah Rawan Tsunami Rajekwesi** yang merupakan peta daerah rawan tsunami untuk daerah Rajekwesi.

### 3. Pemasukan data grafis

Data grafis berupa peta penggunaan lahan daerah Pancer dan Rajekwesi bersumber pada peta penggunaan lahan daerah Pancer dengan skala 1: 10000 dan daerah Rajekwesi dengan skala 1 : 4000 yang dikeluarkan oleh Puslitbang Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum (1996), dan peta run-up tsunami daerah Pancer dan Rajekwesi bersumber pada peta situasi rayapan tsunami daerah Pancer dengan skala 1: 10000 dan daerah Rajekwesi dengan skala 1 : 4000 yang dikeluarkan oleh Puslitbang Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum (1996). Data grafis yang didapat sudah dalam bentuk digital dengan format *.shp* (*shapefile*) dengan sistem koordinat *Universal Transverse Mercator* (UTM).

Pemasukan data grafis dapat dilakukan dengan dengan menyisipkan peta penggunaan lahan daerah Pancer dan Rajekwesi serta peta situasi rayapan tsunami daerah Pancer dan Rajekwesi sebagai *layer* atau *theme*. **Layer Penggunaan Lahan Pancer** dan **Penggunaan Lahan Rajekwesi** diperoleh dari peta penggunaan lahan daerah Pancer dan Rajekwesi dan **layer Run-Up Tsunami Pancer** dan **Run-Up Tsunami Rajekwesi** diperoleh dari peta situasi rayapan tsunami daerah Pancer dan Rajekwesi. Untuk menyisipkan *layer* atau *theme* tersebut dilakukan dengan memilih menu *pull-down* “View | Add Theme” hingga muncul dialog “Add Theme”. Kemudian pilih *theme* (*shapefile*) yang akan ditampilkan.

### 4. Pemasukan data atribut

Ketika sebuah *theme* baru dibuat, sebuah tabel atribut juga ditambahkan secara otomatis. Tapi tabel atribut ini hanya memiliki dua *field* atribut saja, yaitu “Shape” dan “ID”. Untuk menambahkan data *field*/atribut ke dalam tabel adalah dengan terlebih dahulu membuka tabel atribut unsur spasial poligon yang bersangkutan

hingga aktif dengan menggunakan menu *pulldown* “Theme | Table” atau langsung dengan menekan *button* “Open Theme Table”. Kemudian mode editing terhadap *theme* yang bersangkutan diaktifkan dengan menggunakan menu *pulldown* “Table | Start Editing”. Selanjutnya data atribut dapat ditambahkan dengan menggunakan menu *pulldown* “Edit | Add Field” dengan mendefinisikan *item name*-nya dan *type*-nya, dan terakhir tekan *button* “OK”.

Sebelum memasukkan data atribut lainnya, ada dua atribut yang hampir selalu muncul di dalam unsur-unsur spasial poligon yaitu “Area” (luas) dan “Perimeter” (keliling). Nilai-nilai kedua atribut ini dihasilkan (dihitung) secara otomatis oleh ArcView. Untuk menambahkan atribut “Area” ini digunakan cara yang sama dengan langkah-langkah di atas dengan mendefinisikan *item name*-nya sebagai “Area”, *type* “Number”, dan *decimal place*-nya “6”. Untuk memasukkan data “Area” digunakan menu *pulldown* “Field | Calculate” atau langsung menekan *button* “Calculate” untuk menampilkan kotak dialog “Field Calculator”. Kemudian pada item “Fields”, klik “[Area]”; pada item “Type”, klik “Number” dan pada item edit box “[Area] = ”, diketik “[Shape].ReturnArea” dan tekan “OK” untuk menghitung sekaligus mengisi nilai atribut “Area”. Sedangkan untuk menambahkan atribut “Perimeter” juga digunakan cara yang sama seperti pada atribut “Area” dengan mendefinisikan *item name*-nya sebagai “Perimeter”, *type* “Number”, dan *decimal place*-nya “6”. Untuk menghitung atribut “Perimeter” digunakan rumus “[Shape].ReturnLength”.

Setelah memasukkan data atribut “Area” dan “Perimeter” maka data-data atribut lainnya yaitu “Tinggi Run-Up” dan “Jenis Penggunaan Lahan” juga dapat dimasukkan dengan langkah-langkah yang sama seperti di atas dengan tipe data “String”, lebar data (*width*) “30”. Data-data masukan “Tinggi Run-Up” dan “Jenis Penggunaan Lahan” disesuaikan dengan kondisi pada saat terjadinya tsunami pada tanggal 3 Juni 1994 pada masing-masing daerah yang terkena tsunami khususnya di daerah Pancer dan Rajekwesi kabupaten Banyuwangi.

#### 3.4.4 Analisa data

Analisa data dilakukan dengan menggunakan proses tumpang susun (*overlay*) untuk menentukan daerah mana yang terkena tsunami. Proses tumpang susun (*overlay*) ini dilakukan antara dua buah *layer* yaitu *layer* penggunaan lahan dan *layer* tinggi run-up. Dari kedua *layer* tersebut didapat hubungan spasial baru di antara tinggi *run-up* tsunami dan penggunaan lahan untuk menentukan peta daerah rawan tsunami. Proses *overlay* dilakukan diantara *layer* Penggunaan Lahan Pancer dan *layer* Run-Up Tsunami Pancer untuk peta daerah rawan tsunami Pancer dan *layer* Penggunaan Lahan Rajekwesi dan *layer* Run-Up Tsunami Rajekwesi untuk peta daerah rawan tsunami Rajekwesi. Proses penggabungan spasial tersebut mendefinisikan dua daerah yaitu daerah yang terkena tsunami dan daerah yang tidak terkena tsunami.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



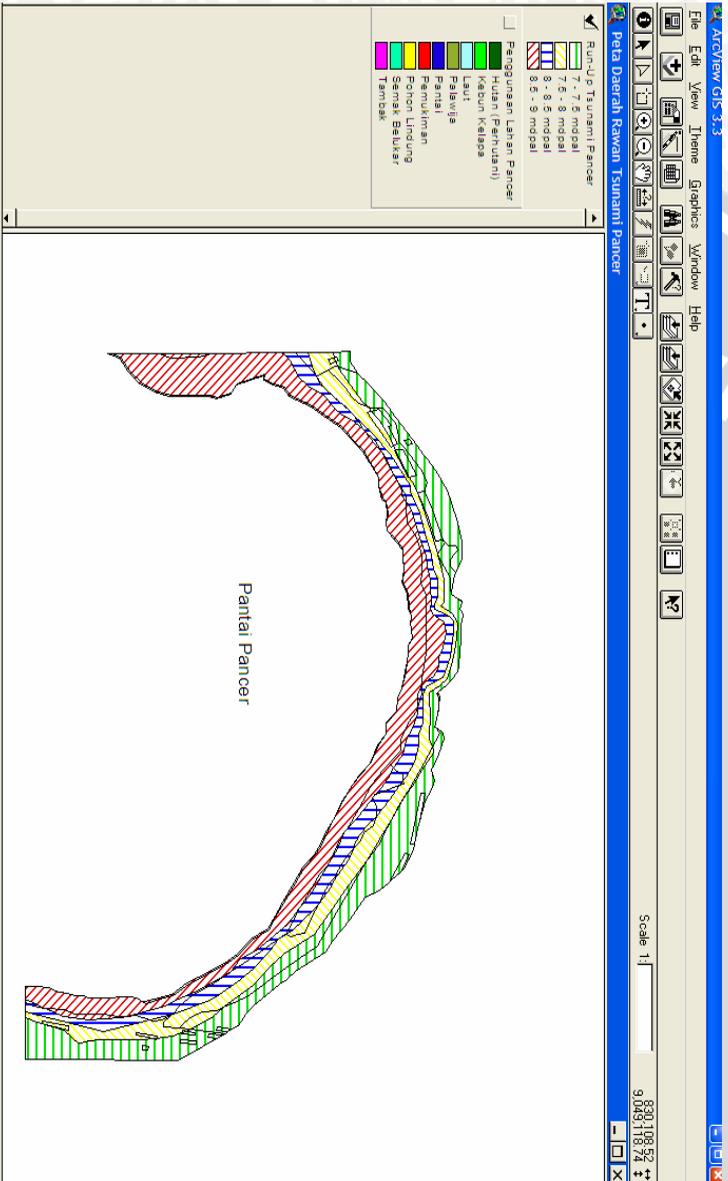
## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Peta Daerah Rawan Tsunami Pancer

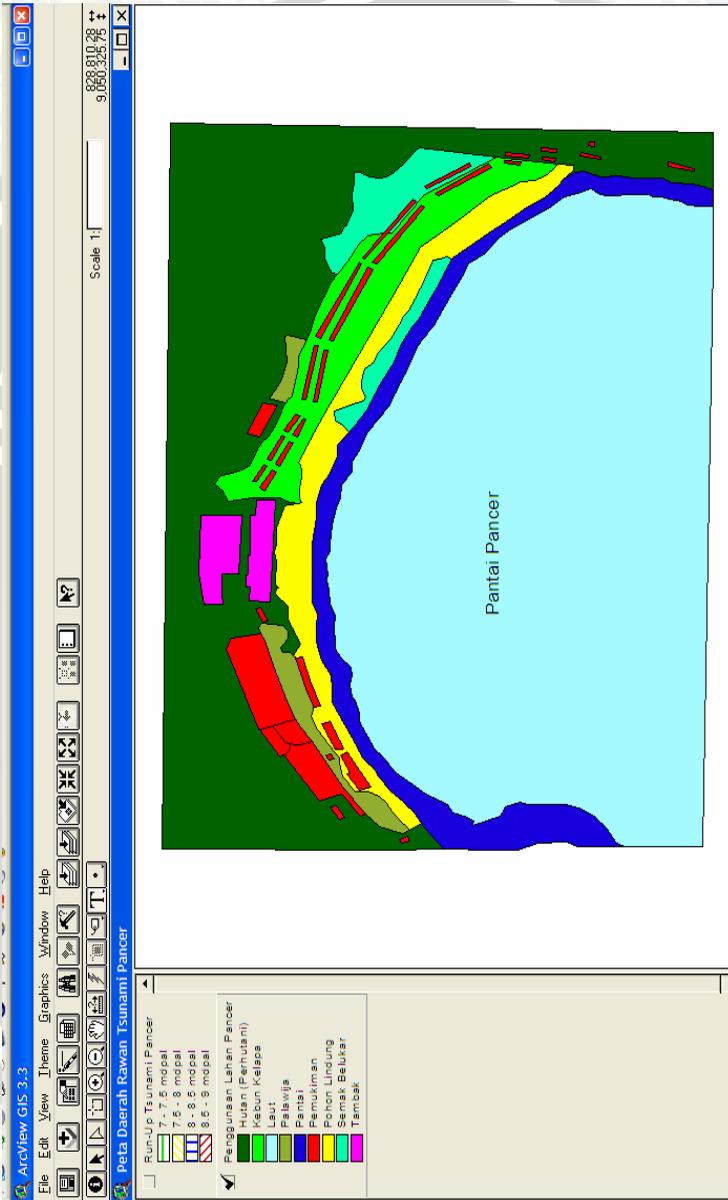
Hasil akhir dari penelitian ini adalah berupa Peta Daerah Rawan Tsunami yang pernah terjadi di daerah Pancer dan Rajekwesi Kecamatan Pesanggaran Banyuwangi. Peta daerah rawan tsunami tersebut menunjukkan daerah yang terkena bencana tsunami. Peta Daerah Rawan Tsunami yang dihasilkan adalah Peta Daerah Rawan Tsunami Pancer yaitu peta rawan tsunami untuk daerah Pancer dan Peta Daerah Rawan Tsunami Rajekwesi yaitu peta rawan tsunami untuk daerah Rajekwesi. Peta Daerah Rawan Tsunami ini diperoleh dengan cara menumpangsusunkan dua buah *layer* sehingga dari dua buah *layer* tersebut didapat hubungan spasial baru antara tinggi *run-up* tsunami dengan penggunaan lahan. Pada Peta Daerah Rawan Tsunami Pancer, proses tumpang susun dilaksanakan antara *layer* Penggunaan Lahan Pancer dengan *layer* Run-up Tsunami Pancer.

Pada gambar 4.1 berikut ini merupakan bentuk penyajian Peta Run-Up Tsunami Pancer dimana pada peta ini bisa dilihat sejauh mana tsunami menjangkau daratan pada daerah tersebut. Ada 4 klasifikasi wilayah berdasarkan tinggi *run-up* tsunami yaitu 8.5-9 mdpal, 8-8.5 mdpal, 7.5-8 mdpal, dan 7-7.5 mdpal.

Selanjutnya akan disajikan Peta Penggunaan Lahan Pancer yang dapat dilihat pada gambar 4.2 dimana pada peta ini bisa dilihat jenis-jenis penggunaan lahan pada daerah Pancer saat terjadinya tsunami. Pada daerah Pancer, jenis-jenis penggunaan lahannya terdiri dari hutan (perhutani), kebun kelapa, laut, palawija, pantai, permukiman, pohon lindung, semak belukar dan tambak.



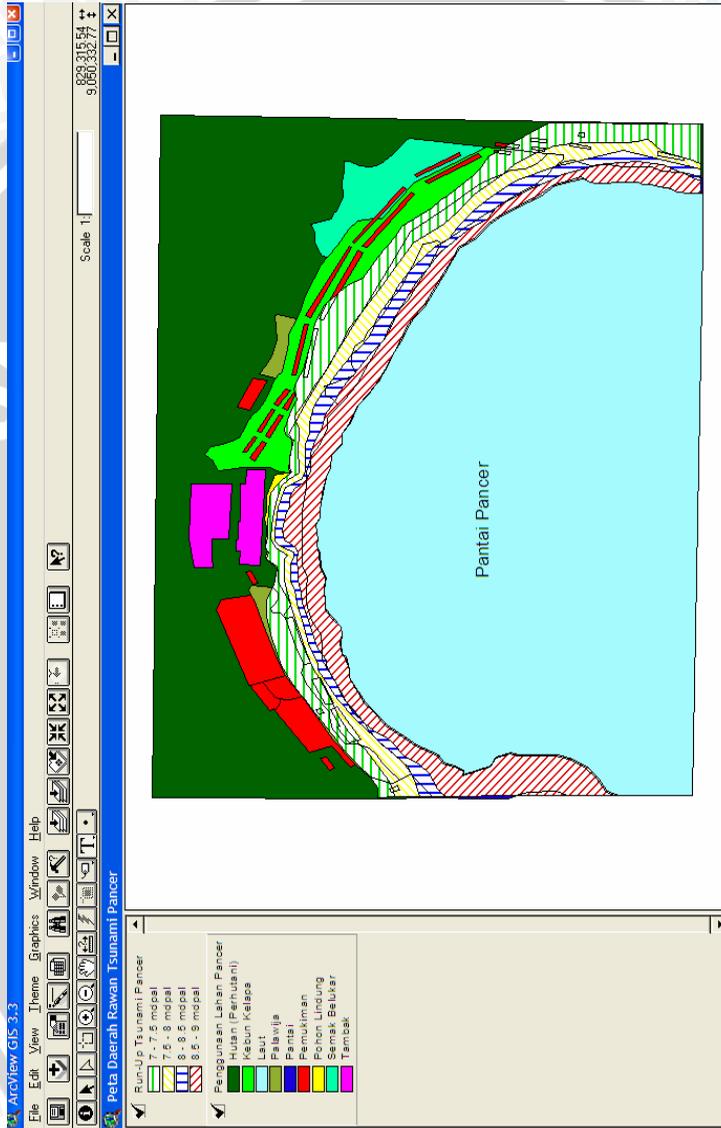
Gambar 4.1 Penyajian Peta Run-Up Tsunami Pancer



Gambar 4.2 Penyajian Peta Penggunaan Lahan Pancer

Dari kedua peta tersebut yaitu Peta Run-Up Tsunami Pancer dan Peta Penggunaan Lahan Pancer, didapatkan Peta Daerah Rawan Tsunami dengan menumpangsusunkan kedua peta. Dalam hal ini Peta Run-Up Tsunami kita *overlay*kan pada Peta Penggunaan Lahan karena Peta Penggunaan Lahan mempunyai wilayah cakupan yang lebih luas. Proses *overlay* yang digunakan adalah *overlay* vektor *Polygon-on-Polygon* dengan tipe keluaran *cookie cutting* karena dengan menggunakan proses ini bisa dilihat wilayah-wilayah yang terkena tsunami dan wilayah-wilayah yang tidak terkena tsunami. Sehingga bisa diketahui lahan apa sajakah yang rusak akibat tsunami dan berapakah ketinggian *run-up* pada lahan tersebut. Hasil tumpang susun tersebut bisa dilihat pada gambar 4.3.





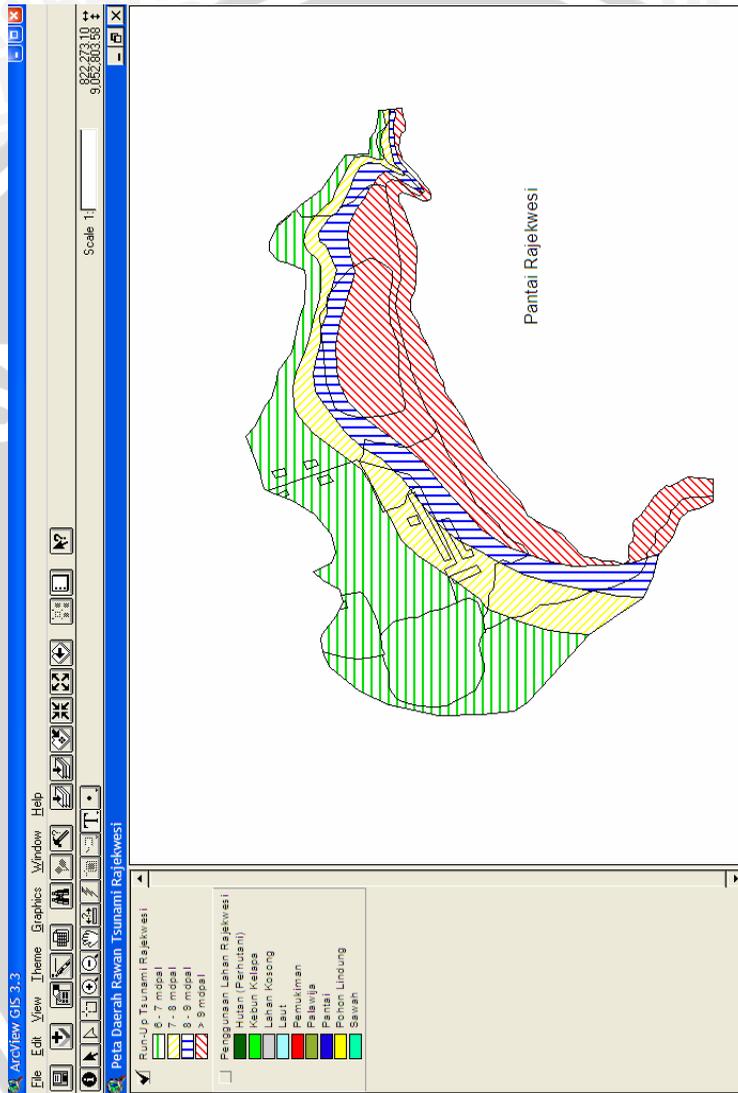
Gambar 4.3 Penyajian Peta Daerah Rawan Tsunami Pancer

## 4.2 Peta Daerah Rawan Tsunami Rajekwesi

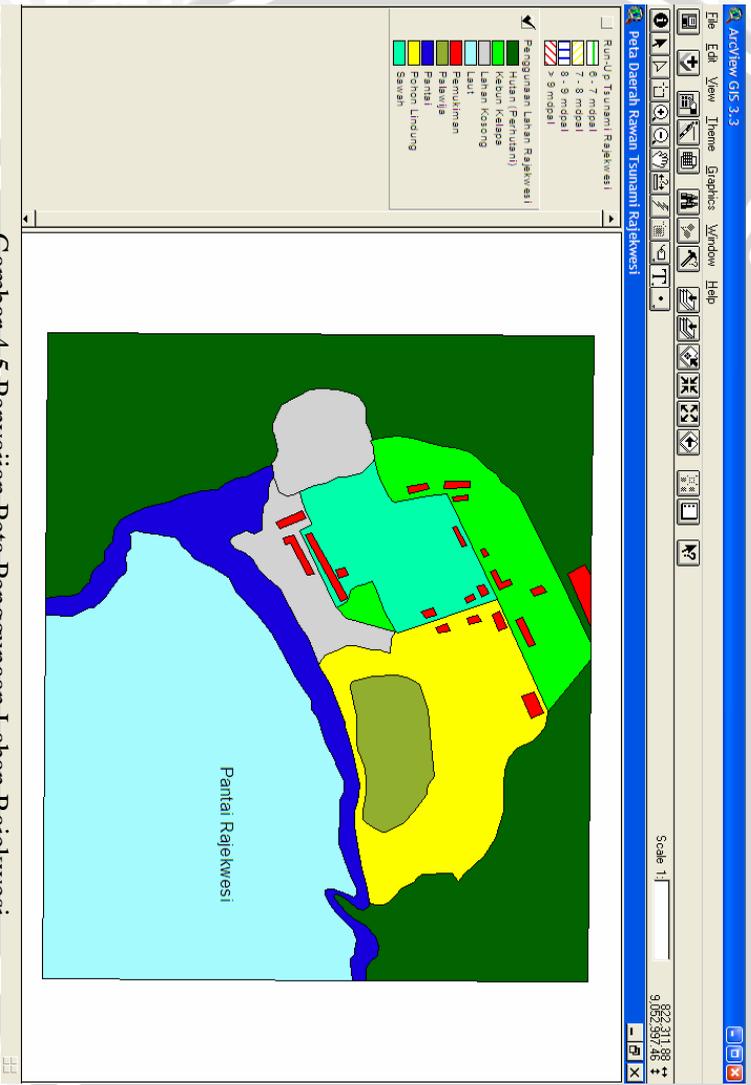
Sama seperti di daerah Pancer, di daerah Rajekwesi juga akan dihasilkan Peta Daerah Rawan Tsunami yaitu Peta Daerah Rawan Tsunami Rajekwesi. Peta Daerah Rawan Tsunami ini diperoleh dengan cara menumpangsusunkan dua buah *layer* sehingga dari dua buah *layer* tersebut didapat hubungan spasial baru di antara tinggi *run-up* tsunami dengan penggunaan lahan. Pada Peta Daerah Rawan Tsunami Rajekwesi, proses tumpang susun dilaksanakan antara *layer* Penggunaan Lahan Rajekwesi dengan *layer* Run-up Tsunami Rajekwesi.

Pada gambar 4.4 berikut ini merupakan bentuk penyajian Peta Run-Up Tsunami Rajekwesi dimana pada peta ini bisa dilihat sejauh mana tsunami menjangkau daratan pada daerah tersebut. Ada 4 klasifikasi wilayah berdasarkan tinggi *run-up* tsunami yaitu >9 mdpal, 8-9 mdpal, 7-8 mdpal, dan 6-7 mdpal.

Selanjutnya juga akan disajikan Peta Penggunaan Lahan Rajekwesi yang dapat dilihat pada gambar 4.5 dimana pada peta ini bisa dilihat jenis-jenis penggunaan lahan pada daerah Rajekwesi saat terjadinya tsunami. Pada daerah Rajekwesi, jenis-jenis penggunaan lahannya terdiri dari hutan (perhutani), kebun kelapa, lahan kosong, laut, palawija, pantai, permukiman, pohon lindung, dan sawah.



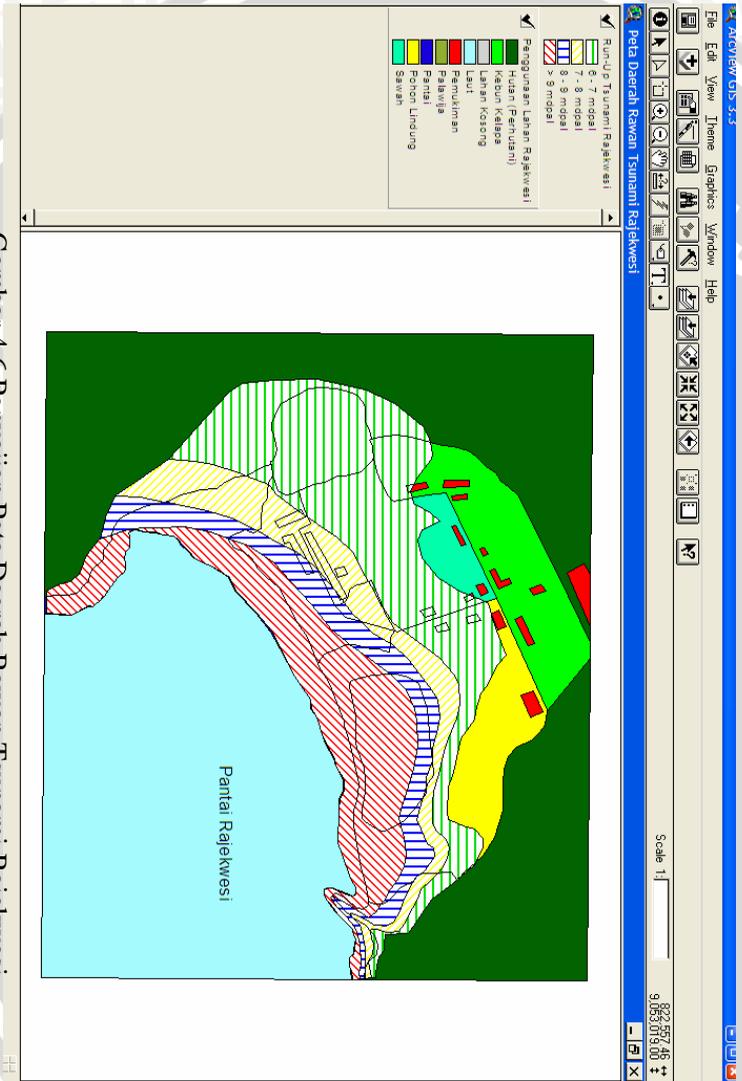
Gambar 4.4 Penyajian Peta Run-Up Tsunami Rajekwesi



Gambar 4.5 Penyajian Peta Penggunaan Lahan Rajekwesi

Dari kedua peta tersebut yaitu Peta Run-Up Tsunami Rajekwesi dan Peta Penggunaan Lahan Rajekwesi, didapatkan Peta Daerah Rawan Tsunami dengan menumpangsusunkan kedua peta. Dalam hal ini Peta Run-Up Tsunami kita *overlay*kan pada Peta Penggunaan Lahan karena Peta Penggunaan Lahan mempunyai wilayah cakupan yang lebih luas. Proses *overlay* yang digunakan adalah *overlay* vektor *Polygon-on-Polygon* dengan tipe keluaran *cookie cutting* karena dengan menggunakan proses ini bisa dilihat wilayah-wilayah yang terkena tsunami dan wilayah-wilayah yang tidak terkena tsunami. Sehingga bisa diketahui lahan apa sajakah yang rusak akibat tsunami dan berapakah ketinggian *run-up* pada lahan tersebut. Hasil tumpang susun tersebut bisa dilihat pada gambar 4.6.





Gambar 4.6 Penyajian Peta Daerah Rawan Tsunami Rajekwesi

### 4.3 Analisa Hasil

Peta daerah rawan tsunami adalah jenis peta tematik yang menunjukkan daerah yang terkena bencana tsunami. Seperti diketahui, ada bermacam-macam hal yang dapat menyebabkan tsunami yaitu adanya gempa bumi, letusan gunung api, dan longsoran (*landslide*) yang terjadi di dasar laut. Tsunami yang terjadi di Banyuwangi ini disebabkan oleh gempa bumi yang terjadi di dasar laut dengan posisi pusat gempa sekitar 220 km sebelah barat daya Banyuwangi (Selatan Malang) pada kedalaman dangkal. Gempa bumi ini terjadi karena lempeng India-Australia bergerak ke arah utara relatif terhadap Asia Tenggara dan bertubrukan di selatan Pulau Indonesia. Tsunami ini terjadi pada tanggal 3 Juni 1994 pukul 01 : 17 : 34 WIB (tanggal 2 Juni 1994 pukul 18 : 17 : 34 GMT) (Maramai dan Tinti, 1997).

Pada peta diatas, peta yang didapatkan pada masing-masing daerah mempunyai skala yang berbeda yaitu untuk daerah Pancer mempunyai skala 1 : 250 dan untuk daerah Rajekwesi 1 : 80. Perbedaan skala ini disebabkan karena adanya perbedaan garis panjang pantai pada masing-masing daerah sehingga cakupan peta yang harus disajikan juga berbeda. Daerah Pancer mempunyai panjang pantai sekitar 3,5 km dan daerah Rajekwesi mempunyai panjang pantai sekitar 1,8 km.

Pada Peta Run-Up Tsunami, bisa dilihat sejauh mana tsunami menjangkau daratan. Ada 4 klasifikasi wilayah berdasarkan tinggi *run-up* dimana untuk daerah Pancer dan Rajekwesi masing-masing ketinggiannya berbeda. Untuk daerah Pancer klasifikasi wilayah berdasarkan ketinggian 8.5-9 mdpal, 8-8.5 mdpal, 7.5-8 mdpal, dan 7-7.5 mdpal. Sedangkan untuk daerah Rajekwesi klasifikasi wilayah berdasarkan ketinggian >9 mdpal, 8-9 mdpal, 7-8 mdpal, dan 6-7 mdpal. Dari sini terlihat bahwa tsunami yang menyerang daerah Rajekwesi lebih tinggi daripada daerah Pancer.

Kemudian pada Peta Penggunaan Lahan, bisa dilihat jenis-jenis penggunaan lahan pada daerah Pancer dan Rajekwesi pada saat terjadinya tsunami. Pada daerah Pancer, jenis-jenis penggunaan lahannya terdiri dari hutan (perhutani), kebun kelapa, laut, palawija, pantai, permukiman, pohon lindung, semak belukar dan tambak. Sedangkan pada daerah Rajekwesi, jenis-jenis penggunaan lahannya terdiri dari hutan (perhutani), kebun kelapa, lahan kosong, laut, palawija, pantai, permukiman, pohon lindung, dan sawah.

Dari kedua peta tersebut yaitu Peta Run-Up Tsunami dan Peta Penggunaan Lahan, didapatkan Peta Daerah Rawan Tsunami dengan menumpangsusunkan kedua peta. Dalam hal ini Peta Run-Up Tsunami kita *overlay*kan pada Peta Penggunaan Lahan. Maksudnya yaitu Peta Run-Up Tsunami dimasukkan setelah Peta Penggunaan Lahan. Sehingga dalam hasil akhir penyajian peta terlihat bahwa Peta Run-Up Tsunami berada di atas Peta Penggunaan Lahan. Hal ini dikarenakan Peta Penggunaan Lahan mempunyai wilayah cakupan yang lebih luas. Proses *overlay* yang digunakan adalah *overlay* vektor *Polygon-on-Polygon* dengan tipe keluaran *cookie cutting* karena dengan menggunakan proses ini bisa dilihat wilayah-wilayah yang terkena tsunami dan wilayah-wilayah yang tidak terkena tsunami. Sehingga bisa diketahui lahan apa sajakah yang rusak akibat tsunami dan berapakah ketinggian *run-up* pada lahan tersebut. Selain itu, informasi mengenai jenis penggunaan lahan dan ketinggian tsunami pada lahan tersebut dapat dilihat pada lampiran 2 dan 3.

Dari kedua Peta Daerah Rawan Tsunami, bisa dilihat bahwa ketinggian tsunami di daerah Rajekwesi lebih tinggi daripada di Pancer. Pada peta pusat gempa yang terdapat pada lampiran 7 kita bisa melihat bahwa letak Rajekwesi lebih dekat dengan pusat gempa dibandingkan dengan Pancer. Sehingga gelombang tsunami yang menjaral akan lebih cepat sampai ke daerah Rajekwesi. Karena posisi daerah Rajekwesi yang lebih condong ke arah pusat gempa menyebabkan *run-up* tsunami di daerah tersebut lebih tinggi. Sedangkan di daerah Pancer, pantainya sedikit menjorok ke dalam sehingga gelombang tsunami yang menuju daerah tersebut mendapatkan sedikit hambatan.

Namun di lain pihak, daerah Pancer mempunyai topografi yang relatif lebih landai dari daerah Rajekwesi sehingga *run-up* gelombang tsunami lebih mudah merusak di daerah ini. Walaupun dari data yang didapatkan ketinggian *run-up* gelombang tsunami di daerah Rajekwesi lebih tinggi daripada daerah Pancer dimana di daerah Rajekwesi, ketinggiannya lebih dari 9 meter. Karena topografi yang lebih landai inilah yang menyebabkan *run-up* tsunami menjaral mencapai daratan hampir 350 meter di daerah Pancer dan hanya sekitar 40 meter saja di daerah Rajekwesi.

Selain membawa korban jiwa, tsunami juga mengakibatkan kerugian materiil yang tidak sedikit jumlahnya. Dilihat dari jenis dan luasan penggunaan lahannya, daerah Pancer mempunyai areal pemukiman yang lebih luas daripada Rajekwesi, sehingga lebih

banyak lahan yang digunakan. Sedangkan di daerah Rajekwesi, masih terdapat lahan yang merupakan lahan kosong. Kondisi awal daerah Banyuwangi sebelum terjadinya tsunami, meliputi luas wilayah, jumlah penduduk, jumlah rumah dan ketinggian pada masing-masing dusun dapat dilihat pada lampiran 4. Sehingga dari sini, dapat dilihat pengaruh jenis dan luasan penggunaan lahan terhadap kerusakan yang dihasilkan akibat tsunami. Kerugian yang dialami di daerah Pancer tentu saja lebih besar daripada di Rajekwesi. Data mengenai kerugian tersebut, baik menyangkut korban manusia maupun korban materiil dapat dilihat pada lampiran 5 dan 6.

Dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis, bisa didapatkan informasi mengenai daerah rawan bencana. Selain itu, juga dapat diperkirakan taksiran kerugian akibat bencana tsunami dengan menghitung kerusakan penggunaan lahannya. Hal ini perlu dilakukan sebelum didapatkan data kerugian yang sebenarnya. Model analisis tabuler yang dikaitkan dengan informasi spasial wilayah diperoleh dari gabungan informasi nilai taksiran kerugian ekonomi berdasarkan jenis penggunaan lahan dengan peta run-up tsunami. Taksiran nilai kerugian tersebut didapatkan dari luas jenis penggunaan lahan yang terkena tsunami dikalikan dengan nilai taksiran kerugian tiap jenis penggunaan lahan. Nilai taksiran kerugian ini merupakan taksiran harga pada masing-masing jenis penggunaan lahan pada saat terjadinya tsunami di daerah yang terkena bencana tsunami.

Untuk meminimalisasi kerusakan yang diakibatkan oleh tsunami, dapat dilakukan dengan membatasi bangunan yang ada di daerah pesisir atau dengan membuat bangunan-bangunan yang relatif tahan terhadap gempa bumi dan tsunami. Selain itu juga dapat dilakukan dengan menanam *mangrove* di daerah pesisir, khususnya di pantai-pantai yang rawan terhadap bencana tsunami untuk meredam *run-up* gelombang tsunami yang datang.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa telah dihasilkan Peta daerah rawan tsunami yang menunjukkan daerah yang terkena bencana tsunami pada tanggal 3 Juni 1994 di Banyuwangi, khususnya di daerah Pancer dan Rajekwesi kecamatan Pesanggaran Banyuwangi. Peta daerah rawan tsunami yang dihasilkan yaitu Peta Daerah Rawan Tsunami Pancer untuk untuk daerah Pancer dan Peta Daerah Rawan Tsunami Rajekwesi untuk daerah Rajekwesi. Peta daerah rawan tsunami diperoleh dengan cara menumpangsusunkan *layer* jenis penggunaan lahan dan *layer* run-up tsunami, dimana *layer* jenis penggunaan lahan diperoleh dari peta penggunaan lahan daerah Pancer dan Rajekwesi. Sedangkan *layer* run-up tsunami diperoleh dari peta situasi rayapan tsunami daerah Pancer dan Rajekwesi.

#### **5.2 Saran**

Saran-saran yang dapat diberikan dari penelitian yang telah dilakukan antara lain :

- a. Pengamatan langsung di lapangan sebaiknya dilakukan untuk memastikan kebenaran data yang dipergunakan dan untuk memperoleh informasi tambahan yang tidak ditemui pada data sebelumnya.
- b. Diperlukan data yang lebih lengkap tentang kondisi topografi, batimetri (kedalaman dasar laut), dan posisi pusat gempa dari pantai pada masing-masing daerah agar dapat dilakukan analisa yang lebih baik lagi.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2005. Pertanyaan yang Paling Sering Diajukan. *Angkasa*. Edisi Spesial Tsunami The Deadliest Wave. Hal : 47.
- Anonymous. 2008. Peranan Sistem Informasi Geografis Kesehatan dalam Bencana. <http://bacatanda.wordpress.com/2008/01/16/peranan-sistem-informasi-geografis-kesehatan-dalam-bencana/>. Tanggal akses : 10 April 2008.
- Bruun, P. 1976. Port Engineering. Second Edition. Bulf Company, Book Publishing Division. Texas.
- Burrough, A.P. 1986. Principles of Geographical Information System for Land Resource Assessment. Clarendon Press. Oxford, UK.
- Darmawan, Mulyanto. 2008. Pemetaan Rawan Bencana. <http://mdarmawan-kenkyu.blogspot.com/2008/01/pemetaan-rawan-bencana-dan-resiko.html>. Tanggal akses : 10 April 2008.
- Edwarsyah. 2002. Pendekatan *Ecoregion* dalam Penataan Ruang Wilayah Berkawasan Pesisir. [http://rudyct.tripod.com/sem2\\_012/edwarsyah.htm](http://rudyct.tripod.com/sem2_012/edwarsyah.htm). Tanggal akses : 27 Juni 2005.
- Halliday, David and Robert Resnick. 1992. Physics. John Willey and Son's, Inc. London.
- Heywood, Ian, Sarah Cornelius, Steve Carver. 2002. An Introduction to Geographical Information Systems. Pearson Education Limited. England.
- Jatmiko, Retnadi Heru, dkk. 2002. Panduan Kuliah Kerja Lapangan III : Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografi untuk Penanganan Data Biofisik Lahan dalam Rangka Perencanaan Pengembangan Wilayah. Kartografi Penginderaan Jauh, Fakultas Geografi, UGM. Yogyakarta.
- Latama, Gunarto, Adnan Wantasen, Adartha Utiah, Desniarti, Dinarwan, Indra, Joice Rimper, Hengky Sinjal, Nur Asia Umar, Suria Darwisito, Taslim Arifin, Yulianus Paongan. 2002. Pengelolaan Wilayah Pesisir Berbasis Masyarakat di Indonesia. [http://rudyct.tripod.com/sem1\\_023/group2\\_123.htm](http://rudyct.tripod.com/sem1_023/group2_123.htm). Tanggal akses : 27 Juni 2005.

- Maramai, Alessandra dan Stefano Tinti. 1997. Coastal Effects and Damage Due To the 3<sup>rd</sup> June, 1994 Java Tsunami. *Advances in Natural and Technological Hazards Researchs*. Hal. : 1-2.
- Muria, Fatah. 2007. UU Penanggulangan Bencana : Bencana Bagi Hak Asasi Para Korban Bencana. <http://www.prakarsa-rakyat.org>. Tanggal akses : 10 April 2008.
- Nugroho, Budi, F. Dwi Joko Priyono, John Tetalepta, Neneng L. Nurida, Rini Hidayati, Rustamsyah, dan Wawan . 2001. Pengelolaan Wilayah Pesisir Untuk Pemanfaatan Sumberdaya Alam yang Berkelanjutan. [http://rudyc250x.com/sem1\\_012/ke4\\_012.htm](http://rudyc250x.com/sem1_012/ke4_012.htm). Tanggal akses : 27 Juni 2005.
- Pasaribu, Roberto. 2000. Tsunami, Penyebab dan Akibatnya. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*. Volume 1. No. 3 Edisi Juli-September. Badan Meteorologi dan Geofisika. Jakarta. Hal. : 50-51.
- Prahasta, Eddy. 2000. Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis. Informatika. Bandung.
- Prahasta, Eddy. 2002. Sistem Informasi Geografis : Tutorial ArcView. Informatika. Bandung.
- Rahman, Jusnidar, Paul Agusta, Damar Juniarto, Gedsiri, HELLY Minarti, Alex Supartono, Leili Huzaibah, Michael Rinaldo, Setianingsih Purnomo, Andrew Linggar, Andreas Purwanto, Setiaji, Cecil Mariani, Cherie Anisa Nuraini, Nukila Amal, dan Lisabona Rahman. 2005. Menghadapi Tsunami : Tujuh Prinsip Perencanaan dan Perancangan. [http://bantu-aceh.iaj.or.id/wp-upload/Menghadapi Tsunami Tujuh Prinsip Perencanaan dan Perancangan.pdf](http://bantu-aceh.iaj.or.id/wp-upload/Menghadapi_Tsunami_Tujuh_Prinsip_Perencanaan_dan_Perancangan.pdf). Tanggal akses : 27 Juni 2005.
- Reymond, Dominique. 1995. TREMORS Training. Laboratoire De Geophysique. Perancis.
- Sears, Francis W. and Mark W. Zemansky. 1991. Fisika untuk Universitas 1. Binacipta. Jakarta.
- Singh, Vijay P. and Florentino, M.. 1996. Geographical Information System in Hidrology. Kluwer Academic Publisher. London.
- Subekti. 2003. Sistem Informasi Reklame Kota Yogyakarta Tahun 2002. *Skripsi*, tidak dipublikasikan. Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, UGM. Yogyakarta.
- Suharyadi, dan Retnadi Heru Jatmiko. 1993. Mengolah Data Spasial dengan Sistem Informasi Geografis Arc/Info. PUSPICS, Fakultas Geografi, UGM. Yogyakarta.

- Tiwow, Clara. 2003. Kawasan Pesisir Penentu Stok Ikan di Laut. [http://rudycr.tripod.com/sem2\\_023/clara\\_tiwow.htm](http://rudycr.tripod.com/sem2_023/clara_tiwow.htm). Tanggal akses : 27 juni 2005.
- Triatmodjo, Bambang. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset. Yogyakarta.
- Valenzuela, Carlos R.. 1991. Remote Sensing and Geographical Information System for Resources Management in Developing Countries. Kluwer Academics Publishers. London.
- Yuwono,N. 1986. Teknik Pantai : Dasar-Dasar Perencanaan Bangunan Pantai. Volume 1. Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 1

PETA KABUPATEN BANYUWANGI



Lampiran 2. Jenis Penggunaan Lahan yang Terkena Tsunami di Daerah Pancer

Shape	Area	Perimeter	Tinggi Run-Up	Jenis Penggunaan Lahan
Polygon	52381.440000	2649.896000	7 - 7.5 mdpal	Pohon Lindung
Polygon	122679.900000	3377.199000	7 - 7.5 mdpal	Palawija
Polygon	77.468750	65.809790	7 - 7.5 mdpal	Hutan (Perhutani)
Polygon	11.437500	19.532840	7 - 7.5 mdpal	Hutan (Perhutani)
Polygon	313757.300000	10646.550000	7.5 - 8 mdpal	Pohon Lindung
Polygon	15661.190000	744.764100	7 - 7.5 mdpal	Hutan (Perhutani)
Polygon	113027.600000	5209.723000	8 - 8.5 mdpal	Pohon Lindung
Polygon	64834.720000	2401.721000	8.5 - 9 mdpal	Pohon Lindung
Polygon	29455.590000	2447.736000	7 - 7.5 mdpal	Pohon Lindung
Polygon	257221.900000	6147.423000	7 - 7.5 mdpal	Kebun Kelapa
Polygon	15320.220000	742.982400	7 - 7.5 mdpal	Pemukiman
Polygon	840.531300	284.023500	7 - 7.5 mdpal	Kebun Kelapa
Polygon	11.437500	20.793950	7.5 - 8 mdpal	Hutan (Perhutani)
Polygon	3434.438000	704.906100	7.5 - 8 mdpal	Kebun Kelapa
Polygon	47.531250	34.185600	7 - 7.5 mdpal	Pemukiman
Polygon	6.312500	26.489520	7 - 7.5 mdpal	Pemukiman

Shape	Area	Perimeter	Tinggi Run-Up	Jenis Penggunaan Lahan
Polygon	779898.900000	14341.230000	8.5 - 9 mdpal	Pantai
Polygon	10.812500	43.181790	7 - 7.5 mdpal	Pemukiman
Polygon	8694.188000	700.045600	7 - 7.5 mdpal	Pemukiman
Polygon	2059.188000	278.270800	8 - 8.5 mdpal	Pantai
Polygon	12317.410000	850.945700	8.5 - 9 mdpal	Pohon Lindung
Polygon	9140.500000	469.643500	7 - 7.5 mdpal	Pemukiman
Polygon	14112.590000	6551.260000	8.5 - 9 mdpal	Laut
Polygon	1119.688000	137.393000	7 - 7.5 mdpal	Pemukiman
Polygon	5149.375000	461.161400	7 - 7.5 mdpal	Pemukiman
Polygon	1414.313000	389.893500	7.5 - 8 mdpal	Pemukiman
Polygon	1888.719000	537.430900	8 - 8.5 mdpal	Pantai
Polygon	477.343800	344.379500	7 - 7.5 mdpal	Pohon Lindung
Polygon	224.062500	78.705650	7.5 - 8 mdpal	Semak Belukar
Polygon	11754.780000	531.175600	8 - 8.5 mdpal	Semak Belukar
Polygon	11786.810000	569.204200	8 - 8.5 mdpal	Pohon Lindung
Polygon	8563.125000	625.272800	7 - 7.5 mdpal	Pemukiman
Polygon	8153.938000	570.198100	7.5 - 8 mdpal	Pemukiman
Polygon	17817.030000	1005.016000	8.5 - 9 mdpal	Semak Belukar

Shape	Area	Perimeter	Tinggi Run-Up	Jenis Penggunaan Lahan
Polygon	2148.750000	591.734700	7.5 - 8 mdpal	Kebun Kelapa
Polygon	285.468800	165.036700	8.5 - 9 mdpal	Pohon Lindung
Polygon	70266.530000	2108.629000	8 - 8.5 mdpal	Semak Belukar
Polygon	4364.938000	508.379600	7.5 - 8 mdpal	Semak Belukar
Polygon	5.343750	21.211420	8.5 - 9 mdpal	Pohon Lindung
Polygon	12113.250000	745.863500	7.5 - 8 mdpal	Palawija
Polygon	54118.530000	2664.604000	7 - 7.5 mdpal	Pohon Lindung
Polygon	36363.340000	1491.815000	8 - 8.5 mdpal	Pantai
Polygon	11003.030000	532.405000	7 - 7.5 mdpal	Hutan( Perhutani)
Polygon	6783.250000	822.528500	8 - 8.5 mdpal	Pohon Lindung
Polygon	128.156300	124.954500	7.5 - 8 mdpal	Pantai
Polygon	16322.880000	3922.237000	8.5 - 9 mdpal	Laut
Polygon	1117.781000	486.600000	8 - 8.5 mdpal	Pantai
Polygon	576.156300	298.625200	8 - 8.5 mdpal	Pohon Lindung
Polygon	405.125000	82.784650	7 - 7.5 mdpal	Pemukiman
Polygon	18164.340000	672.523900	7.5 - 8 mdpal	Hutan (Perhutani)
Polygon	1129.500000	141.048700	7.5 - 8 mdpal	Pemukiman
Polygon	4239.500000	664.994600	8.5 - 9 mdpal	Semak Belukar

Shape	Area	Perimeter	Tinggi Run-Up	Jenis Penggunaan Lahan
Polygon	458.937500	230.110400	7.5 - 8 mdpal	Pantai
Polygon	9779.906000	615.330500	7.5 - 8 mdpal	Semak Belukar
Polygon	5189.469000	417.684400	8 - 8.5 mdpal	Hutan (Perhutani)
Polygon	14806.750000	1223.766000	8 - 8.5 mdpal	Pantai
Polygon	3.687500	10.161400	8 - 8.5 mdpal	Pohon Lindung
Polygon	185.625000	105.149300	7.5 - 8 mdpal	Pantai
Polygon	47674.190000	1697.342000	8 - 8.5 mdpal	Pohon Lindung
Polygon	1925.656000	234.969800	7 - 7.5 mdpal	Pemukiman
Polygon	7677.563000	1834.000000	8.5 - 9 mdpal	Laut
Polygon	122.343800	129.690000	8.5 - 9 mdpal	Pohon Lindung
Polygon	174848.800000	3678.088000	7 - 7.5 mdpal	Hutan (Perhutani)
Polygon	12886.190000	667.668600	7.5 - 8 mdpal	Kebun Kelapa
Polygon	1722.188000	219.295000	7 - 7.5 mdpal	Pemukiman
Polygon	20326.750000	1391.899000	8 - 8.5 mdpal	Pantai
Polygon	7510.031000	705.744200	8.5 - 9 mdpal	Hutan (Perhutani)
Polygon	1975.844000	247.277600	7 - 7.5 mdpal	Pemukiman
Polygon	1583.656000	217.303400	7 - 7.5 mdpal	Pemukiman
Polygon	70177.780000	3072.889000	7.5 - 8 mdpal	Hutan( Perhutani)

Shape	Area	Perimeter	Tinggi Run-Up	Jenis Penggunaan Lahan
Polygon	217.218800	78.722430	7.5 - 8 mdpal	Pemukiman
Polygon	1360.750000	310.069000	7.5 - 8 mdpal	Pantai
Polygon	2534.375000	316.098400	7.5 - 8 mdpal	Pemukiman
Polygon	80.562500	56.615230	7 - 7.5 mdpal	Pemukiman
Polygon	40371.840000	1763.623000	8 - 8.5 mdpal	Hutan (Perhutani)
Polygon	964.843800	126.862900	7 - 7.5 mdpal	Pemukiman
Polygon	12732.720000	1108.306000	8.5 - 9 mdpal	Hutan (Perhutani)
Polygon	3699.156000	399.148300	7.5 - 8 mdpal	Pemukiman
Polygon	1833.063000	304.302700	8 - 8.5 mdpal	Pantai
Polygon	12.000000	50.517230	7 - 7.5 mdpal	Pemukiman



Lampiran 3. Jenis Penggunaan Lahan yang Terkena Tsunami di Daerah Rajekwesi

Shape	Area	Perimeter	Tinggi Run-Up	Jenis Penggunaan Lahan
Polygon	35922.030000	1632.311000	6 - 7 mdpal	Pohon Lindung
Polygon	51925.470000	1313.567000	6 - 7 mdpal	Sawah
Polygon	352.593800	77.710330	6 - 7 mdpal	Pemukiman
Polygon	60.437500	82.597950	6 - 7 mdpal	Hutan (Perhutani)
Polygon	182.843800	56.993970	6 - 7 mdpal	Pemukiman
Polygon	18009.560000	1190.744000	7 - 8 mdpal	Pohon Lindung
Polygon	5747.156000	660.079300	6 - 7 mdpal	Hutan (Perhutani)
Polygon	342.531300	77.951640	6 - 7 mdpal	Pemukiman
Polygon	7039.375000	706.927600	8 - 9 mdpal	Pohon Lindung
Polygon	4090.031000	511.442800	7 - 8 mdpal	Hutan (Perhutani)
Polygon	377.187500	80.732280	6 - 7 mdpal	Pemukiman
Polygon	6991.750000	534.147400	8 - 9 mdpal	Pohon Lindung
Polygon	357.750000	160.679000	7 - 8 mdpal	Palawija
Polygon	11442.940000	451.067500	6 - 7 mdpal	Kebun Kelapa
Polygon	8906.500000	697.390600	8 - 9 mdpal	Palawija
Polygon	37954.280000	1389.598000	6 - 7 mdpal	Hutan (Perhutani)

Shape	Area	Perimeter	Tinggi Run-Up	Jenis Penggunaan Lahan
Polygon	3882.781000	510.652500	8 - 9 mdpal	Hutan (Perhutani)
Polygon	32258.160000	787.116100	> 9 mdpal	Palawija
Polygon	161.375000	54.413710	6 - 7 mdpal	Pemukiman
Polygon	25141.560000	1357.781000	> 9 mdpal	Pohon Lindung
Polygon	239.343800	130.278100	7 - 8 mdpal	Sawah
Polygon	5238.469000	311.674100	7 - 8 mdpal	Kebun Kelapa
Polygon	1059.531000	174.476500	7 - 8 mdpal	Lahan Kosong
Polygon	15607.130000	935.242300	8 - 9 mdpal	Lahan Kosong
Polygon	225.093800	128.358500	6 - 7 mdpal	Kebun Kelapa
Polygon	1132.688000	247.121900	> 9 mdpal	Hutan (Perhutani)
Polygon	390.562500	137.802600	6 - 7 mdpal	Pantai
Polygon	35189.840000	720.947100	6 - 7 mdpal	Lahan Kosong
Polygon	1343.844000	237.286400	7 - 8 mdpal	Pantai
Polygon	289.656300	82.559500	7 - 8 mdpal	Hutan (Perhutani)
Polygon	56486.000000	3148.886000	> 9 mdpal	Pantai
Polygon	7822.375000	799.392700	7 - 8 mdpal	Sawah
Polygon	1589.375000	393.707800	8 - 9 mdpal	Pantai
Polygon	689.968800	135.054800	8 - 9 mdpal	Kebun Kelapa

Shape	Area	Perimeter	Tinggi Run-Up	Jenis Penggunaan Lahan
Polygon	20.500000	92.985530	> 9 mdpal	Laut
Polygon	11013.590000	737.930500	> 9 mdpal	Lahan Kosong
Polygon	340.031300	74.387430	7 - 8 mdpal	Pemukiman
Polygon	2317.156000	336.323800	7 - 8 mdpal	Pemukiman
Polygon	48.843750	30.966220	7 - 8 mdpal	Sawah
Polygon	779.218800	186.396100	8 - 9 mdpal	Sawah
Polygon	39.562500	51.980250	8 - 9 mdpal	Pemukiman
Polygon	6653.656000	701.929600	7 - 8 mdpal	Lahan Kosong
Polygon	655.937500	135.703300	8 - 9 mdpal	Pemukiman
Polygon	1505.813000	266.471800	6 - 7 mdpal	Lahan Kosong
Polygon	829.875000	164.512900	7 - 8 mdpal	Pemukiman
Polygon	988.281300	147.814800	7 - 8 mdpal	Pemukiman
Polygon	48.812500	35.940370	6 - 7 mdpal	Pemukiman
Polygon	1190.125000	152.376800	6 - 7 mdpal	Pantai
Polygon	11400.630000	530.197400	7 - 8 mdpal	Pantai
Polygon	10758.470000	650.457600	8 - 9 mdpal	Pantai
Polygon	12098.500000	578.182800	7 - 8 mdpal	Hutan (Perhutani)

Shape	Area	Perimeter	Tinggi Run-Up	Jenis Penggunaan Lahan
Polygon	3774.875000	360.665300	8 - 9 mdpal	Hutan (Perhutani)
Polygon	4203.719000	407.280700	> 9 mdpal	Hutan (Perhutani)

