

# JURNAL GEOSAINS TERAPAN

## Volume 2, No. 4, Agustus 2016

**AGUS RIYANTO, SISKA AGUSTININGSIH, NURHAYATUL ISMAH, SUPRIYANTO SUPARNO**

1 – 7      *The Simplest Method Gravity Data Analysis on Endut Mountain Region*

**NOVIDA DARA REZITA, SOBIRIN, SUPRIATNA**

8 – 12      Kerentanan wilayah terhadap tsunami di Pantai Ujunggenteng, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat

**CINDY DANTIE LADYA, SUPRIATNA, ROKHMATULOH**

13 – 19      Zonasi estuari Ci Mandiri berdasarkan salinitas permukaan perairan

**FAHMI ILMAYANTI, SUPRIATNA, TJIONG GIOK PIN**

20 – 26      Risiko tsunami di Pesisir Simpenan - Ciemas, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat

27 - 28      Lampiran 1: Contoh Format Penulisan

**DITERBITKAN OLEH PUSAT STUDI GEOSAINS  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS INDONESIA**

|                         |        |       |            |                       |                        |
|-------------------------|--------|-------|------------|-----------------------|------------------------|
| Jurnal Geosains Terapan | Vol. 2 | No. 4 | Page 1- 28 | Depok<br>Agustus 2016 | ISSN<br>977-2502468008 |
|-------------------------|--------|-------|------------|-----------------------|------------------------|

# JURNAL GEOSAINS TERAPAN

Volume 2, No. 4, Agustus 2016

Jurnal Geosains Terapan (J. Geos T.) adalah jurnal nasional yang dipublikasikan tiga kali dalam setahun, diterbitkan tiap bulan April, Agustus dan Desember oleh Pusat Studi Geosains, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Indonesia.

Jurnal Geosains Terapan memberikan kesempatan bagi kontributor untuk menuliskan paparan ilmiah untuk mendukung atau berhubungan dengan ilmu kebumihan, meliputi: Geologi, Geofisika, Geokimia, Geodesi, Geomorfologi, Geografi Fisik, dan terapannya. Jurnal Geosains Terapan akan dipublikasikan dalam bentuk buku jurnal dan jurnal *on-line*.

## DEWAN REDAKSI JURNAL GEOSAINS TERAPAN

**Penasehat** : Dekan FMIPA UI  
**Pengarah** : Manajer Riset dan Pengabdian Masyarakat FMIPA UI

**Penanggungjawab  
Pimpinan Redaksi** : Dr. Supriatna, MT  
**Wakil Pimpinan  
Redaksi** : Eko Waludi, ST, M. Si.

### Dewan Editor

**Ketua** : Dr. *Eng.* Supriyanto, M. Sc.  
**Anggota** : Prof. Dr. Jan Sopaheluwakan, LIPI  
Dr. Idwan Suhardi, Kemenristek RI  
Dr. Agus Guntoro, Universitas Trisakti  
Dr. Ildrem Safri, Unpad  
Dede Djuhana, M. Si., Ph. D., FMIPA UI  
Dr. Supriyanto, FMIPA UI  
Dr. Suryantini, ITB  
Dr. *rer. nat.* Abdul Haris, FMIPA UI  
Dr. Khasani, ST, M.Eng., UGM  
Dr. Yuni Krisyuningsih Krisnandi, FMIPA UI

**Redaktur Pelaksana** : Reza Syahputra, M. Si  
: Octria Adi Prasojo, B.Sc., M.Sc.  
: Faris Zulkarnain, S.Si  
: Oscar Riansyah Tilman, S. Si

**Keuangan  
Staf Administrasi** : Agus Riyanto, S.Si

## JURNAL GEOSAINS TERAPAN

SK ISSN: 0005.2502468X/JL.3.1?SK.ISSN/2016.2 (15 Februari 2016)

Kantor: Pusat Studi Geosains Gedung A, Lantai Dasar, FMIPA UI

Kampus UI Depok 16424

<http://www.sci.ui.ac.id/jgt>; <http://journal.ui.ac.id/jgt>

Telp. (021) 7866732; e-mail: [jgt@sci.ui.ac.id](mailto:jgt@sci.ui.ac.id)

## DAFTAR ISI

|   |         |
|---|---------|
| <i>The Simplest Method Gravity Data Analysis on Endut Mountain Region</i><br><b>Agus Riyanto, Siska Agustiningsih, Nurhayatul Ismah, Supriyanto Suparno</b> ..... | 1 – 7   |
| Kerentanan wilayah terhadap tsunami di Pantai Ujunggenteng, Kabupaten Sukabumi,<br>Jawa Barat<br><b>Novida Dara Rezita, Sobirin, Supriatna</b> .....              | 8 - 12  |
| Zonasi estuari Ci Mandiri berdasarkan salinitas permukaan perairan<br><b>Cindy Dantie Ladya, Supriatna, Rokhmatuloh</b> .....                                     | 13 – 19 |
| Risiko tsunami di Pesisir Simpenan – Ciemas, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat<br><b>Fahmi Imayanti, Supriatna, Tjong Giok Pin</b> .....                    | 20 - 26 |

# The Simplest Method Gravity Data Analysis on Endut Mountain Region

Agus Riyanto<sup>1</sup>, Siska Agustiningsih<sup>1</sup>, Nurhayatul Ismah<sup>1</sup>, and Supriyanto Suparno<sup>1</sup>

Department of Physics, Faculty Mathematics and Natural Science  
University of Indonesia, Depok, West Java 16424  
[agoes.riyanto12@gmail.com](mailto:agoes.riyanto12@gmail.com)

## Abstrak

Metode paling simple dalam proses analisa data gravitasi sudah dilakukan pada daerah Gunung Endut, Jawa Barat. Metode ini memanfaatkan algoritma least square. Data gravitasi yang dipergunakan meliputi 270 buah titik pengukuran gravitasi yang memiliki spasi pengukuran 250 m. Dari 270 data anomali bouger terlihat terdapat trend anomali nilai gravitasi rendah berada pada wilayah barat laut sedangkan anomali gravitasi tinggi berada pada bagian barat daya daerah penelitian. Untuk kemudian data mentah tersebut diolah menggunakan algoritma least square dengan konstrain posisi dari masing-masing titik data yang terdiri dari posisi lintang dan bujur. Hasil dari algoritma tersebut merupakan anomaly regional dari data gravitasi, hasil yang diperoleh menunjukkan trend yang sama dengan data anomaly bouger, dimana anomali gravitasi rendah berada pada daerah barat laut dan gravitasi tinggi barat daya. Ini menunjukkan metode ini telah berhasil dalam mengekstrak anomali lokal data gravitasi serta trend regional pada area ini.

Kata kunci : Anomali Boguer, Least Square.

## Abstract

*We have been investigating gravity data on Endut Mountain in West Java using the simplest technique based on the general least-squares method. The gravity measurement obtained 270 gravity density data with station interval of 250 m. The trend gravity data roughly exhibits the low value at the north-west part and high value at the south-west part. Then, we implemented the general least-squares method to all gravity data with respect to the position involved longitude and latitude every data point. The result of analyzed data revealed the same trend which is low value at the north-west part and high value at the south-west part. This means that the simplest method is powerful to extract gravity data and trend the distributed gravity value in this area. The implementation of the simplest method includes the elevation data position is discussed detailed.*

*Keywords : Boguer Anomaly, Least Square.*

## 1. INTRODUCTION

Gunung Endut geothermal prospect is located in Lebak, Banten province. Geology of the area is dominated by Quarternary volcanics of Gn. Endut, Tertiary sediments of Badui and Bojongmanik Formation, and tertiary intrusion rocks. There are many geological structures that affected Gn Endut geothermal prospect.

1. NWW-SEE normal fault is indicated causes of tertiary intrusions and quarternary volcanic activities.

2. NE-SW younger transform fault cuts the formation until basement. It controls surface manifestation of Cikawah area

3. Another NE-SW transform fault controls surface manifestations in Handeleum.

The surface manifestations in the Gn. Endut area is dominated by hot springs in Cikawah and Handeleum area. Most of the surface hot waters discharged from the features are neutral and chloride-bicarbonate.

## 2. METHODS

### Gravity

Gravity method is measuring the gravity field of certain to know the lateral densities of the subsurface rocks. The objective of the method is to associate variations with differences in the distribution of densities and hence rock types. It is usually used as preliminary survey to investigated the interest area.

Gravity survey based on the mutual attraction experienced between two masses as first expressed by Isaac Newton.

Newton's law of gravitation states that the mutual attractive force between two masses,  $m_1$  and  $m_2$ , is proportional to one over the square of the distance between them.

The constant of proportionality is usually specified as  $G$ , the gravitational constant.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

When making measurements of the earth's gravity, we measure the gravitational acceleration,  $g$  than the force. Newton also defined the relationship between a force and an acceleration. Newton's second law states that force is proportional to acceleration. The constant of proportionality is the mass of the object. Combining Newton's second law with his law of mutual attraction, the gravitational acceleration on the mass  $m_2$  can be shown to be equal to the mass of attracting object,  $m_1$ , over the squared distance between the center of the two masses,  $r$ .

$$g = \frac{Gm_1}{r^2}$$

Gravitational acceleration is defined as the time rate of change of the speed. The size of the acceleration undergoes will be proportional to the number of close point masses that are directly below it. Magnitude of the gravitational acceleration varies over the distance. The more denser masses underneath, the larger its acceleration will be. Causes the masses varies with location, differences of gravitational acceleration can be mapped. A plot of gravitational acceleration versus location is referred as gravity profile.

Variations of gravitational acceleration can be quite small. There are factors that can affect variations of gravitational acceleration. Generally, it is divided into two categories, those affect temporal variations and those affect spatial variations.

Temporal Variations, such as instrument drift and tidal affects. Whereas, spatial variations such as latitude variations, elevation variation, and slab effect. To reduce those effect, we need to correction with reference point. Gravity correction that usually used are

- Tide corrections
- Drift correction
- Latitude correction
- Free air corrections
- Bouguer corrections
- Terrain corrections

After reduction of gravity data, a Bouguer gravity contour map is generated. Once the regional and residual gravity field are separated, the data can be modeled using forward and/or inverse modelling.

### Least Square Methods

If we have survey data which has model formula

$$y = a_0 + a_1 x$$

We assume the data by this formula

$$P(x_i) = a_1 x_i + a_0$$

So we can write

$$\sum_{i=1}^m y_i - P(x_i) = 0$$

$$\sum_{i=1}^m y_i - (a_1 x_i + a_0) = 0$$

This condition can be used if line that we assume fits to all data and error will be zero. So the left side is called error function.

$$E(a_0, a_1) = \sum_{i=1}^m y_i - (a_1 x_i + a_0)$$

We know that error is always have positive sign, so we can modify error function to be:

$$E(a_0, a_1) = \sum_{i=1}^m [y_i - (a_1 x_i + a_0)]^2$$

If we want error minimum so

$$\frac{\partial E(a_0, a_1)}{\partial a_i} = 0$$

Where  $i=0$  and  $1$

$$\frac{\partial E(a_0, a_1)}{\partial a_0} = \frac{\partial}{\partial a_0} \sum_{i=1}^m [y_i - (a_1 x_i + a_0)]^2 = 0$$

$$2 \sum_{i=1}^m (y_i - a_1 x_i - a_0)(-1) = 0$$

$$a_0 \cdot m + a_1 \sum_{i=1}^m x_i = \sum_{i=1}^m y_i$$

$$\frac{\partial E(a_0, a_1)}{\partial a_1} = \frac{\partial}{\partial a_1} \sum_{i=1}^m [y_i - (a_1 x_i + a_0)]^2 = 0$$

$$2 \sum_{i=1}^m (y_i - a_1 x_i - a_0)(-x_i) = 0$$

$$a_0 \sum_{i=1}^m x_i + a_1 \sum_{i=1}^m x_i^2 = \sum_{i=1}^m x_i y_i$$

And finally we get the solution is

$$a_0 = \frac{\sum_{i=1}^m x_i^2 \sum_{i=1}^m y_i - \sum_{i=1}^m x_i y_i \sum_{i=1}^m x_i}{m (\sum_{i=1}^m x_i^2) - (\sum_{i=1}^m x_i)^2}$$

$$a_1 = \frac{m \sum_{i=1}^m x_i y_i - \sum_{i=1}^m x_i \sum_{i=1}^m y_i}{m (\sum_{i=1}^m x_i^2) - (\sum_{i=1}^m x_i)^2}$$

This solution which we use in numeric calculation of gravity inversion.

### 3. Discussion

Gravity data on Gunung Endut in West Java is processed using the simplest technique based on the general least-squares method. The gravity measurement obtained 270 gravity density data with station interval of 250 m. The trend gravity data roughly exhibits the low value at the north-west part and high value at the south-west part (figure 1).

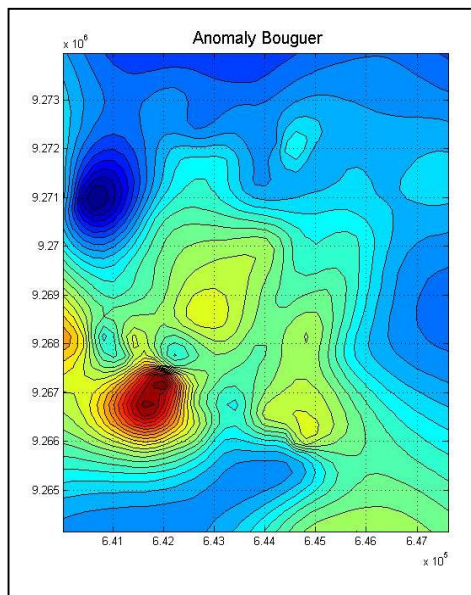


Figure 1. Bouguer anomaly of Endut Area

Then, we implemented the general least-squares method to all gravity data with respect to the position involved longitude and latitude every data point. The result of analyzed data revealed the same trend which is low value at the north-west part and high value at the south-west part (figure 2). We also extract local anomaly from bouguer anomaly (figure 3).

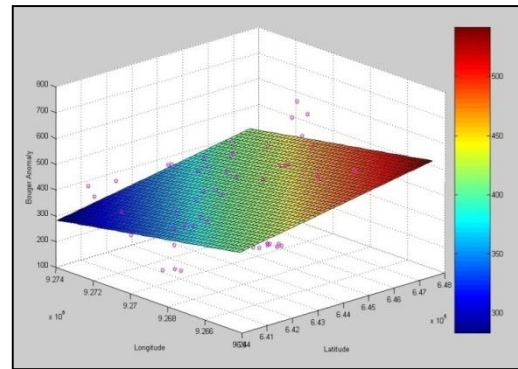


Figure 2. Regional anomaly

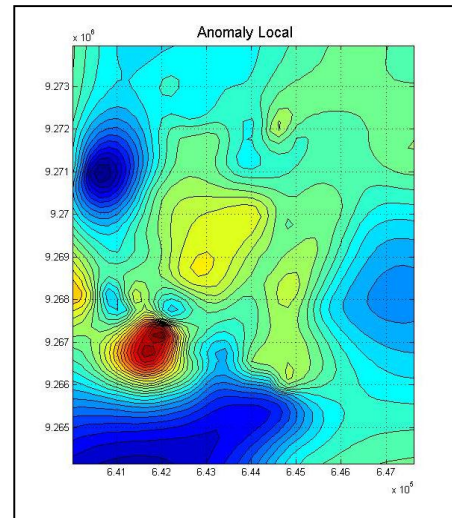


Figure 3. Local anomaly that represent interest area.

### 4. Conclusion

The simplest method is powerful to extract gravity data and trend the distributed gravity value in this area. It also has simple and need short time to processing.

### REFERENCE

[1] Supriyanto, *Analisis data geofisika : memahami teori inversi*, 2007, departemen fisika FMIPA UI: Depok.

## Kerentanan wilayah terhadap tsunami di Pantai Ujunggenteng, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat

Novida Dara Rezita<sup>1</sup>, Sobirin<sup>1</sup> dan Supriatna<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Geografi, FMIPA UI, Kampus UI Depok 16424  
[Novida.dara@sci.ui.ac.id](mailto:Novida.dara@sci.ui.ac.id)

### Abstrak

Penelitian ini membahas tentang kerentanan wilayah terhadap tsunami berdasarkan aspek keterpaparan, sensitivitas dan ketahanan. Daerah penelitian adalah Pantai Ujunggenteng yang memiliki topografi ketinggian 0 – 56 mdpl, pantai cenderung landai dan pantai berbentuk teluk yang mempunyai potensi wilayah rayapan gelombang tsunami. Metode penelitian yang digunakan adalah *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan analisis berbasis grid. Untuk menjawab pertanyaan penelitian, dilakukan survei lapang, wawancara, dan pengumpulan data baik primer ataupun sekunder. Data tersebut diolah menggunakan *software Microsoft Excel* dan *software* pengolahan Arc GIS 10.1 agar didapatkan hasil akhir yaitu peta kerentanan. Peta kerentanan wilayah terhadap tsunami dibuat dengan teknik *overlay* dan pembobotan AHP. Kerentanan wilayah terhadap tsunami di daerah penelitian menggunakan metode AHP didominasi oleh kelas kerentanan tinggi. Kerentanan wilayah tinggi terdapat pada sepanjang pesisir pantai bagian selatan dan beberapa di pesisir pantai barat daerah penelitian dengan jumlah grid 336 atau berkisar 60% dari seluruh jumlah grid. Kerentanan wilayah sedang terdapat pada bagian tengah, timur dan beberapa di pesisir barat daerah penelitian dengan jumlah grid 197 atau berkisar 35% dari seluruh jumlah grid. Sedangkan kerentanan wilayah rendah terdapat dibagian utara dan beberapa di tengah daerah penelitian dengan jumlah grid 25 atau berkisar 5% dari seluruh jumlah grid.

**Kata Kunci:** Kerentanan, Keterpaparan, Sensitivitas, Ketahanan, Tsunami

### Abstract

The study discusses about vulnerability of the region to tsunamis based on several aspects. These aspects are exposures, sensitivity, and resilience. The area of study located in Ujunggenteng beach that has various topographic, 0 – 56 mdpl elevation, the beach tend ramps, and it has shaped bay that has potential region tsunami waves creep. The method used in this study is **Analytical Hierarchy Process** (AHP) and grid-based analysis. In this case, to answer the question of study, conducted field surveys, interview, and data collection either primary or secondary. The data is processed using Microsoft Excel and ArcGIS 10.1. The ArcGIS software used to get final result is a map of vulnerability. The map was made with the technique of overlaying and weighting in AHP. The vulnerability of the region to tsunami in study area with AHP method dominated high vulnerability class. There are areas of high vulnerability in the southern part along the coast and some in the west coast area of study with a number of grid 336 or about 60% of the total grid. The vulnerability of the region is located on the central, eastern and some western coastal areas of study with a number of grid 197 or about 35% of the total grid. While there is a lower susceptibility region in the north and some in the middle of the study area with the number of grid 25, or about 5% of the total grid.

**Keywords:** Vulnerability, Exposure, Sensitivity, Resilience, Tsunami

## 1. PENDAHULUAN

Pantai Ujunggenteng adalah pantai wisata di selatan Kabupaten Sukabumi yang menghadap langsung Samudra Indonesia dengan karakteristik pantai yang landai dengan topografi ketinggian 0–25 mdpl sehingga berpotensi menjadi wilayah sapuan gelombang tsunami. Berdasarkan sumber potensi desa 2014, pantai wisata ini terdapat konsentrasi penduduk yang bekerja sebagai nelayan, petani dan wirausaha sektor pariwisata. Pada 17 Juli 2006 saat kejadian gempa dan tsunami yang berpusat di selatan Pantai Pangandaran, Pantai Ujunggenteng juga merasakan dampak tersebut seperti kerusakan pada

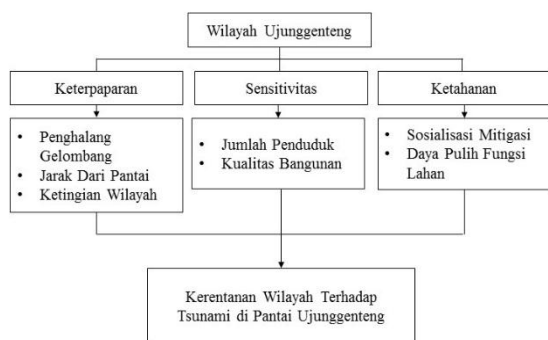
rumah penduduk, penginapan pengunjung, perahu nelayan dan fasilitas umum.

Berdasarkan permasalahan tersebut, Pantai Ujunggenteng adalah wilayah yang diindikasikan memiliki kerentanan terhadap tsunami. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai kerentanan terhadap bencana tsunami di Pantai Ujunggenteng berdasarkan keterpaparan, sensitivitas dan ketahanan

## 2. METODE PENELITIAN



Daerah penelitian pada Pantai Ujunggenteng di Desa Ujunggenteng Kecamatan Ciracap, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat dengan ketinggian 0 – 25 mdpl dibuat menjadi grid ukuran 150 x 150 meter. Tepatnya terletak pada koordinat 7<sup>0</sup>19'45" LS – 7<sup>0</sup>22'57" LS dan 106<sup>0</sup>23'58" BT – 106<sup>0</sup>26'59" BT. Survei dilakukan dengan sebaran sebanyak 37 titik untuk observasi, wawancara dan dokumentasi. Alur pikir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Dalam penelitian ini ada duatipe data yang diperlukan yaitu data primer dan sekunder. Data primer adalah data pengukuran salinitas di lapangan

yang diukur dengan menggunakan alat ukur salinitas berupa *hand-refraktometer* Atago dengan ketelitian 1%. Sedangkan data sekunder yang didapat dari beberapa instansi dapat dilihat pada Tabel 1.

Dalam penelitian ini variabel yang digunakan antara lain :

- Salinitas permukaan
- Pasang surut air laut
- Arus permukaan laut
- Debit sungai
- Curah hujan harian
- Tutupan lahan
- Jarak dari mulut sungai atau jarak dari garis pantai.

**Tabel 1.** Data Sekunder Penelitian

| No. | Data   | Bentuk Data | Sumber data   |
|-----|--|-------------|---|
| 1.  | Peta Administrasi, Peta Penggunaan Tanah dan Jaringan Sungai, Desa Ujunggenteng                                | Spasial     | Diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG),              |
| 2.  | Data Ketinggian berupa kontur dan titik ketinggian   | Spasial     | Diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG),              |
| 3.  | Data Kependudukan : jumlah penduduk, komposisi penduduk umur, jenis kelamin, pendidikan, dan mata pencaharian. | Tabuler     | Diperoleh dari Potensi Desa (PODES) Ujunggenteng tahun 2014   |
| 4.  | Jumlah Rumah   | Tabuler     | Diperoleh dari Potensi Desa (PODES) Ujunggenteng tahun 2014   |
| 5.  | Jumlah Unit Mitigasi   | Tabuler     | Diperoleh dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah tahun 2014 |

Pengolahan data dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Peta Keterpaparan, peta penghalang gelombang didapatkan dari hasil deliniasi berdasarkan survei lapang dan hasil *digitasi on screen* dari citra ikonos menggunakan *Google Earth* selanjutnya dibuat ke dalam grid. Peta jarak dari pantai didapatkan pengolahan dalam ArcGIS 10.1 pada *Analysis Tools* pilih *Proximity* lalu pilih *buffer*, dibuat *buffer* dari garis pantai yang telah diproyeksikan ke dalam UTM. Ketinggian wilayah diolah dari data *shapefile* Kontur Rupa Bumi Indonesia + titik tinggi saat survei dalam

ArcGIS 10.1 pada *3D Analyst Tools* → *topo to raster* → *Data TIN* → *Data DEM* → *Build New Contur* → tentukan interval 1 meter. Peta keterpaparan dari hasil *overlay (union)* pada peta penghalang gelombang, peta jarak dari pantai dan peta ketinggian wilayah yang telah diolah.

2. Peta Sensitivitas, peta jumlah penduduk didapatkan dari data tabular diolah dalam *Miscrosoft Excel 2013* dan *ArcGIS 10.1*. Jumlah penduduk dihitung dari jumlah rumah pergrid. Peta Kualitas Bangunan didapatkan dari hasil survei lapang dan dibantu dengan metode *participatory mapping*. Peta Sensitivitas dari



- hasil *overlay (union)* pada peta jumlah penduduk dan peta kualitas bangunan yang telah diolah.
3. Peta Ketahanan, peta sosialisasi mitigasi didapatkan hasil deliniasi berdasarkan survei lapang dimana titik-titik hasil survei lapang dimasukan dalam *software* ArcGIS 10.1. Peta Daya Pulih Fungsi Lahan didapatkan dari hasil deliniasi berdasarkan survei lapang dan hasil *digitasi on screen* dari citra ikon menggunakan *Google Earth*. Peta ketahanan dari hasil *overlay (union)* pada peta sosialisasi mitigasi dan peta daya pulih fungsi lahan yang telah diolah.
  4. Peta Kerentanan, Peta kerentanan didapatkan dari hasil *overlay (union)* pada peta keterpaparan, peta sensitivitas, dan peta ketahanan. Sebelum dilakukan *overlay*, dilakukan pembobotan dari Metode AHP masing-masing aspek.
  5. Perhitungan metode AHP untuk mencari nilai bobot dari aspek kerentanan yaitu keterpaparan, sensitivitas dan ketahanan dengan *software Expert Choise II*. Sebelumnya ditentukan bobot variabel dari masing-masing aspek kerentanan. Bobot variabel dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Bobot Setiap Variabel

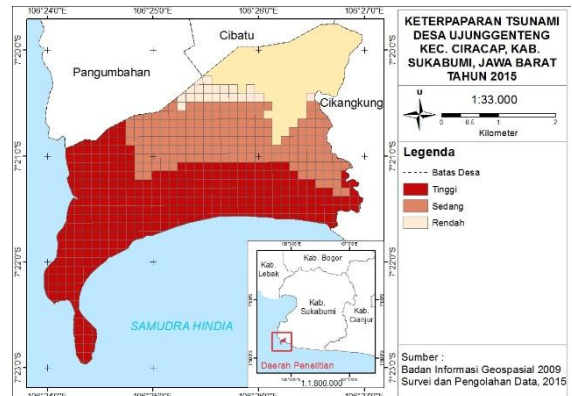
| No. | Variabel                | Bobot (%) |
|-----|-------------------------|-----------|
| 1.  | Penghalang geombang     | 0,099     |
| 2.  | Jarak dari pantai       | 0,543     |
| 3.  | Ketinggian wilayah      | 0,358     |
| 4.  | Jumlah penduduk         | 0,542     |
| 5.  | Kualitas bangunan       | 0,458     |
| 6.  | Sosialisasi mitigasi    | 0,740     |
| 7.  | Daya pulih fungsi lahan | 0,260     |

[Sumber : Pengolahan Data, 2015]

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Keterpaparan

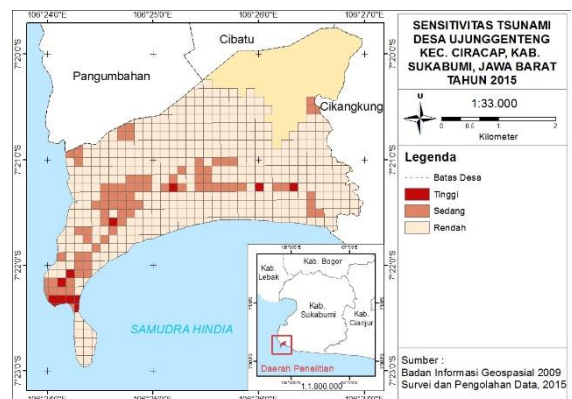
Keterpaparan di Pantai ujunggenteng didominasi oleh tingkat keterpaparan tinggi terdapat di sepanjang pantai barat dan selatan daerah penelitian dengan jumlah grid 397 atau berkisar 70%. Tingkat keterpaparan sedang terdapat dibagian tengah hingga timur daerah penelitian dengan jumlah grid 142 atau berkisar 25%. Sedangkan tingkat keterpaparan rendah terdapat dibagian utara daerah penelitian dengan jumlah grid 25 atau berkisar 5% (Lihat Gambar 2).



**Gambar 2.** Peta Keterpaparan Tsunami di Pantai Ujunggenteng.

#### Sensitivitas

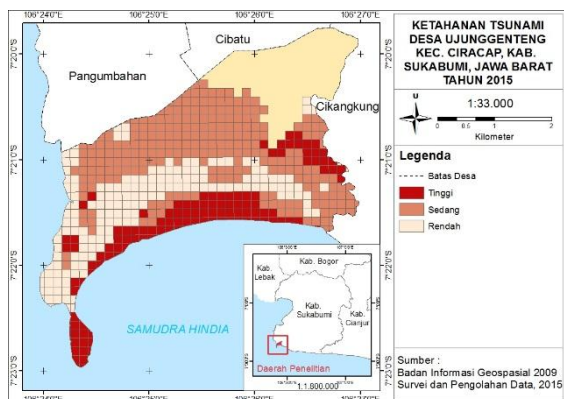
Sensitivitas di Pantai ujunggenteng didominasi oleh tingkat sensitivitas rendah terdapat di bagian barat, selatan, timur dan utara daerah penelitian dengan jumlah grid 468 atau berkisar 83%. Tingkat sensitivitas sedang terdapat dibagian barat daya, tengah, selatan dan utara daerah penelitian dengan jumlah grid 83 atau berkisar 15%. Sedangkan tingkat sensitivitas tinggi terdapat dibagian barat daya dan tengah daerah penelitian dengan jumlah grid 13 atau berkisar 2% (lihat Gambar 3).



**Gambar 3.** Peta Sensitivitas Tsunami di Pantai Ujunggenteng Ketahanan

Ketahanan di Pantai ujunggenteng didominasi oleh tingkat ketahanan sedang terdapat di selatan,

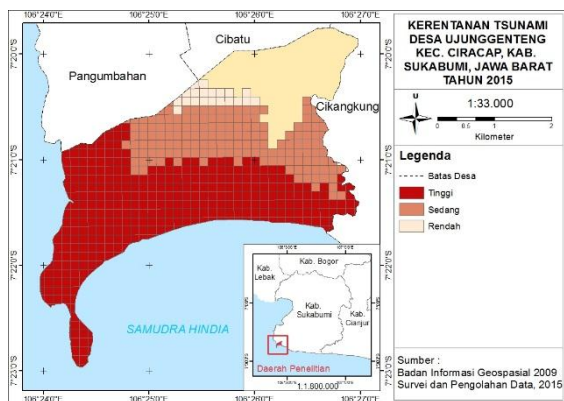
tengah, utara dan daerah penelitian dengan jumlah grid 262 atau berkisar 46%. Tingkat ketahanan rendah terdapat dibagian barat, tengah dan timur daerah penelitian dengan jumlah grid 168 atau berkisar 30%. Sedangkan tingkat ketahanan tinggi terdapat di sepanjang pantai selatan dan dibagian timur daerah penelitian dengan jumlah grid 134 atau berkisar 24% (Lihat Gambar 4).



**Gambar 4.** Peta Ketahanan Tsunami di Pantai Ujunggenteng.

**Kerentanan**

Kerentanan di Pantai ujunggenteng didominasi oleh tingkat kerentanan tinggi terdapat di sepanjang pantai barat dan selatan daerah penelitian dengan jumlah grid 414 atau berkisar 73%. Tingkat kerentanan sedang terdapat dibagian tengah hingga timur daerah penelitian dengan jumlah grid 123 atau berkisar 22%. Sedangkan tingkat kerentanan rendah terdapat dibagian utara daerah penelitian dengan jumlah grid 27 atau berkisar 5% (Lihat Gambar 5).



**Gambar 5.** Peta Keerentanan Tsunami di Pantai Ujunggenteng.

Daerah dengan tingkat kerentanan tinggi berjarak kurang dari 1 kilometer dari garis pantai dengan ketinggian wilayah berkisar 0 – 12 mdpl. Daerah tingkat kerentanan sedang berjarak antara 1 – 2 kilometer dari garis pantai dan ketinggian wilayah

berkisar 6 – 25 mdpl. Sedangkan tingkat kerentanan rendah terdapat lebih dari 2 kilometer

**4. KESIMPULAN**

Hasil penelitian menyimpulkan kerentanan wilayah terhadap tsunami di Pantai Ujunggenteng berdasarkan aspek keterpaparan, sensitivitas dan ketahanan menunjukkan bahwa sepanjang pantai bagian barat dan selatan daerah penelitian tergolong tinggi. Daerah tersebut merupakan penggunaan tanah permukiman, tanah terbuka, sawah dan lain-lain dengan ketinggian wilayah 0 – 12 mdpl dan berjarak kurang dari 1 kilometer dari garis pantai. Jumlah penduduk daerah ini berkisar 1330 jiwa. Daerah penelitian bagian tengah dan timur memiliki tingkat kerentanan sedang. Daerah tersebut merupakan penggunaan tanah sawah, kebun, kebun campuran dan permukiman dengan ketinggian wilayah 6 – 25 mdpl dan berjarak 0 – 2 kilometer dari garis pantai. Jumlah penduduk daerah ini berkisar 5 - 50 jiwa. Daerah penelitian bagian utara memiliki tingkat kerentanan rendah. Daerah tersebut merupakan sawah dan kebun campuran yang tidak di huni oleh penduduk dengan ketinggian wilayah 13 – 25 mdpl dan berjarak lebih dari 2 kilomter dari garis pantai.

**UCAPAN TERIMAKASIH**

Penelitian ini dapat diselesaikan berkat rahmat dan karunia Allah SWT. Bapak Drs. Sobirin, M.Si dan Drs. Supriatna, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberi arahan dalam penulisan skripsi ini. Kedua Orangtua penulis yang senantiasa memberi doa dan dukungan penuh kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini. Para staff di beberapa instansi yang telah memberikan data, serta pihak-pihak lain yang turut membantu selama proses penyusunan skripsi ini.

**DAFTAR ACUAN**

- [1] Abrachams, Fikri. 2012. *Tingkat Kerentanan Tsunami di Pesisir Teluk Pelabuhanratu Kabupaten Sukabumi*. Skripsi. Departemen Geografi FMIPA UI. Depok.
- [2] Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2010). *Rencana Nasional Penanggulangan Bencana 2010-2014*. Jakarta : Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB).
- [3] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Republik Indonesia. Undang – Undang Nomer 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana.
- [4] Buckle, P., G. Marsh and S. Smale (2000). New Approaches to Assessing of Vulnerability and Resilience. *Australian Journal of Emergency Manangement winter 2000: 8-15*.

- [5] Desai, K. N. (2000). Dune vegetation : need for reappraisal coastin. *A Coastal Policy Research Newsletter*. No. 3.
- [6] Disaptono, S dan Budiman. (2006). *Tsunami*. Buku Ilmiah Populer. Bogor. Hal 167.
- [7] Disaptono, S dan Budiman. (2008). *Gempa dan Tsunami*. Buku Ilmiah Populer. Bogor. Hal 6 - 280
- [8] Disaptono, S dan Budiman. (2010). *Tsunami Gelombang Pembunuh*. Buku Ilmiah Populer. Bogor. Hal 3-6.
- [9] Domesores, Manfred. 2006. *After The Tsunami*. New Delhi. India. Hal 35.
- [10] Honesti, L., M. Zahmi., M. Muchlian dan N. Djali. (2014). *Assessing Building Vulnerability to Tsunami Hazard in Padang*.
- [11] Imanudin, M. dan Kadri, T. (2006). *Penerapan Algoritma AHP untuk Prioritas Penanganan Bencana Banjir*. *Engineering Consultant* dan Jurusan Teknik Sipil, FTSP, Universitas Trisakti.
- [12] Irwan, Z.D. (1992). *Prinsip-Prinsip Eologi dan organisasi Ekosistem komunitas dan Lingkungan*. Jakarta : Penerbit Bumi Akasara.
- [13] Larsen, K., Miller, F. and Thomalla, F. (2008). *Vulnerability in the context of post 2004 Indian Ocean Tsunami Recovery : Lessons For Building More Resilient coastal communities*.
- [14] Malczewski, J. (1999). *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. ISBN 0-471-32944-4. New York: John Willey and Son.
- [15] Muzqufa, R. 2010. **Tingkat Kerentanan Wilayah Pesisir Pangandaran Terhadap Tsunami**. Skripsi. Departemen Geografi FMIPA UI. Depok.
- [16] Najoan, T.F dan A, Budiman. (2006). *Peta Zonasi Tsunami Indonesia*. *Jurnal Teknik Sipil* Volume 2 Nomer 2.
- [17] Nguyen, Q., M, H, Hoang., I. Oborn., dan M. V. Noordwijk. (2013). *Multipurpose agroforestry as a climate change resiliency option for farmer: an example of local adaptation in Vietnam*
- [18] Oktriadi, O. (2009). *Peringat Bahaya Tsunami dengan Metode Analytical Hierarchy Process*, Studi Kasus Wilayah Pesisir Kabupaten Sukabumi. *Jurnal Geologi Indonesia*, Vol. 4 No. 2 Juni 2009: 103-116.
- [19] Pond, S., dan D.L. Pickard, (1983). *Introductory Dynamical Oceanography*. Edisi kedua, 329pp, Butterworth-Heinemann.
- [20] Pratiwi, Nila AH. (2009). *Pola Migrasi Masyarakat Sebagai Akibat Perubahan Iklim Global Jangka Pendek*. Skripsi Program Studi Perencanaan Wilayah Dan Kota, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- [21] Puspito, N.T., Z.L. Dupe dan W. Triyoso, (1994). *Kelompok Kerja Bencana Kebumian ITB*, in preparation.
- [22] Ristya, W. 2012. *Kerentanan Wilayah Terhadap Banjir di Sebagian Cekungan Bandung*. Skripsi. Departemen Geografi FMIPA UI. Depok.
- [23] Saaty, T. L.. (1993). *Decision Making for Leader The Analytical Hierarchy Process for Decision in Complex World*. Prentice Coy. Ltd. Pittsburgh
- [24] Tanioka, Y., Satake, K. dan Ruff, L. (1995). *Total analysis of the 1993 Hokkaido Nansei-Oki earthquake using seismic-wave, tsunami, and geodetic data*, *Geophys. Res. Lett.*, 22, 9-12, 1995.
- [25] Turner, B. L. et.al (2003). *A framework For Vulnerability Analysis In Sustainability Science*.
- [26] Voulgaris, G dan Murayama, Y (2014). *Tsunami Vulnerability Assessment in The Southern Boso Peninsula, Japan*. *International Journal of Disaster Risk Reduction*.
- [27] Wignyosukarto, B. (2007). *Pengelolaan Sumberdaya Air Terpadu dalam Upaya Pencapaian Tujuan Pembangunan Millenium 2015*. Pidato Pengukuhan Guru Besar FT UMG.
- [28] Yunus, M. Rusli, dkk. (2005). *Gempa dan Tsunami*. Jakarta: Badan Geologi Indonesia

## Zonasi estuari Ci Mandiri berdasarkan salinitas permukaan perairan

Cindy Dantie Ladya<sup>1</sup>, Supriatna<sup>1</sup> dan Rokhmatuloh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Geografi, FMIPA UI, Kampus UI Depok 16424  
[cindy.dantieladya@gmail.com](mailto:cindy.dantieladya@gmail.com)

### Abstrak

Estuari adalah suatu wilayah yang sangat dinamis tempat bertemunya air laut yang bersalinitas tinggi dengan air tawar yang bersalinitas rendah sehingga salinitas di wilayah estuari berkisar antara 0.5-30 ‰. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui zonasi estuari Ci Mandiri berdasarkan salinitas permukaan perairan dan mengetahui hubungan salinitas dengan arus laut, pasang surut, curah hujan dan debit sungai. Nilai salinitas diperoleh melalui interpretasi citra Landsat 8 tahun 2014 dan 2015 menggunakan algoritma pendugaan salinitas Woutuyzen *et.al* (2008) yang kemudian divalidasi menggunakan data pengukuran salinitas di lapangan tanggal 9 Juni 2014 dan 25 April 2015. Berdasarkan hasil pendugaan salinitas, terdapat 3 zona di Estuari Ci Mandiri berdasarkan salinitasnya yaitu *Mexo-mesohaline*, *Mexo-polyhaline*, dan *Euryhaline*. Salinitas tinggi terjadi saat kecepatan arus yang bergerak secara horizontal tinggi, debit aliran sungai dan curah hujan rendah, serta laut dalam keadaan surut. Salinitas rendah ditemukan saat keadaan pasang dengan kecepatan arus yang bergerak secara horizontal rendah serta debit aliran sungai dan curah hujan tinggi.

**Kata Kunci** : Zonasi, estuari, salinitas permukaan perairan

### Abstract

Estuary is a very dynamic area where low salinity river water mixed with high salinity sea water which give estuary 0.5-30 ‰ salinity. The aim of this research is to know Ci Mandiri Estuary zonation based on sea surface salinity and determine the relationship between salinity, sea surface current, sea tides, precipitation and river discharge. The value of sea surface salinity was getting by interpretation of Landsat 8 satellite image with salinity equation by Wouthuyzen *et al* (2008) and validated using salinity measurement in field study at June 9<sup>th</sup> 2014 and April 25<sup>th</sup> 2015. Based on this research there was 3 zone of Ci Mandiri estuary based on salinity, *Mexo-mesohaline*, *Mexo-polyhaline* and *Euryhaline*. High salinity when sea surface current high, river discharge and precipitation low, and flow period. Low salinity when sea surface current low, river discharge and precipitation high, and ebb period.

**Keywords**: Zonation, Estuary, Sea surface salinity

## 1. PENDAHULUAN

Estuari merupakan zona transisi antara lingkungan sungai dengan lingkungan laut yang dipengaruhi baik oleh karakter sungai yang membentuknya, maupun oleh karakter lautan di sisi yang lain. Air laut yang memiliki salinitas tinggi masuk ke badan sungai akibat adanya pasang, sedangkan air tawar dari sungai dan *run-off* dari daratan mengalir menuju lautan. Pertemuan kedua air yang memiliki salinitas yang berbeda ini akan menciptakan perairan payau.

Pengukuran salinitas secara langsung sulit dilakukan karena membutuhkan waktu dan biaya yang besar. Namun, Wouthuyzen *et al.* pada tahun 2008 telah membuat persamaan pendugaan salinitas melalui penginderaan warna laut atau CDOM (*Coloured Dissolved Organic Matter*) dengan memanfaatkan citra *multi-temporal* Landsat-7 ETM+. Semakin tinggi CDOM semakin rendah salinitas dan CDOM yang rendah maka salinitasnya cenderung tinggi.

Estuari Ci Mandiri terletak di Teluk Pelabuhanratu dimana merupakan Teluk terbesar di Pulau Jawa bagian selatan. Lokasinya yang berhadapan langsung dengan Samudra Hindia menyebabkan estuari Ci Mandiri ini mendapat pengaruh dari laut yang cukup kuat. Ci Mandiri sendiri merupakan daerah aliran sungai yang cukup besar di Jawa Barat bagian selatan dengan Pegunungan Gede Pangrango dan Gunung Salak sebagai hulu sehingga air tawar yang masuk ke estuari juga memiliki pengaruh yang sama kuatnya dengan air laut.

## 2. RUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana zonasi estuari Ci Mandiri berdasarkan salinitas permukaan perairan berdasarkan musim?
2. Bagaimana hubungan salinitas permukaan perairan dengan curah hujan, debit aliran sungai, pasang surut air laut dan arus permukaan laut?

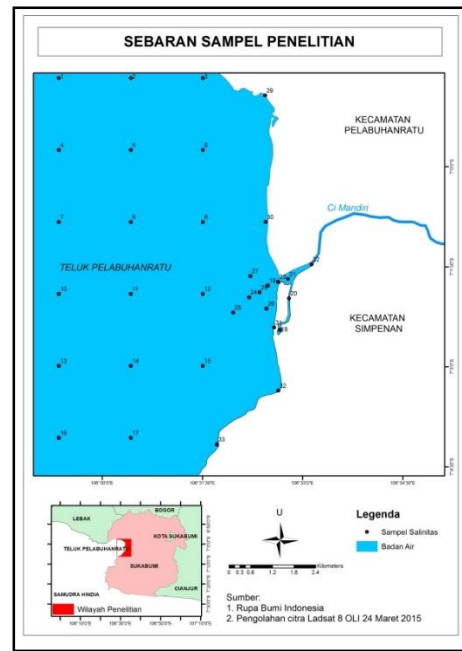


### 3. BATASAN PENELITIAN

1. Estuari adalah suatu badan air pantai setengah tertutup yang berhubungan langsung dengan laut terbuka, sehingga sangat terpengaruh oleh gerakan pasut, dimana air laut bercampur dengan air tawar dari buangan air daratan, contohnya muara sungai, teluk pantai, rawa pasut, dan badan air di balik pematang pantai (Odum, 1971).
2. Permukaan perairan adalah zona perairan dengan kedalaman 0 -15 m dari muka air teratas yang bertemu lapisan atmosfer. Batasan ini ditentukan berdasarkan kemampuan saluran pada satelit Landsat dalam penetrasi cahaya.
3. Zonasi yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada pendapat Prof. A.P. Parlindungan dimana zona yang dimaksud adalah zona tentang sifat yaitu zona yang dipakai untuk menyajikan fakta dari zona yang bersangkutan yaitu yang memiliki nilai salinitas yang sama. (Parlindungan,
4. Muara adalah bagian hilir dari sungai yang berhubungan langsung dengan laut (Triatmodjo, 1999).
5. Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya benda-benda langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut dan bumi (Triatmodjo, 2000).
6. Arus permukaan laut adalah gerakan massa air laut yang berpindah dari satu tempat ke tempat lain yang dibangkitkan terutama oleh angin yang berhembus di permukaan laut.
7. Debit adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu
8. Curah hujan merupakan air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir.

### 4. METODE PENELITIAN

Wilayah penelitian terletak pada koordinat  $6^{\circ} 58' 40.7994'' - 7^{\circ} 4' 22.8''$  dan  $106^{\circ} 29' 23.9994'' - 106^{\circ} 35' 13.2''$ . Penelitian akan difokuskan pada daerah seluas  $7.5\text{km} \times 10.5\text{km}$  atau sekitar 5 km kedalam dari mulut Ci Mandiri dan 5km menuju lepas pantai di Teluk Pelabuhanratu serta meliputi pula badan air di belakang pantai pasir yang terletak di pantai Loji (barat daya dari mulut Ci Mandiri) hingga wilayah pesisir sejauh 5km kearah utara dan selatan mulut Ci Mandiri. Sampel penelitian terdiri dari 33 sampel yang dapat dilihat pada gambar 1.



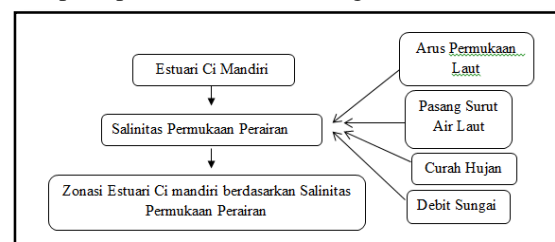
Gambar 1. Sebaran sampel penelitian

Sampel penelitian dilihat secara temporal menggunakan Landsat 8 OLI pada tahun 2014 dan 2015. Dari 8 citra ini kemudian nanti akan diduga nilai salinitasnya kemudian dibandingkan dan dilihat dinamikanya lalu akan dibagi lagi berdasarkan musim sebagai unit analisis. Adapun sampel citra yang dipilih berdasarkan musim dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Sampel citra berdasarkan musim

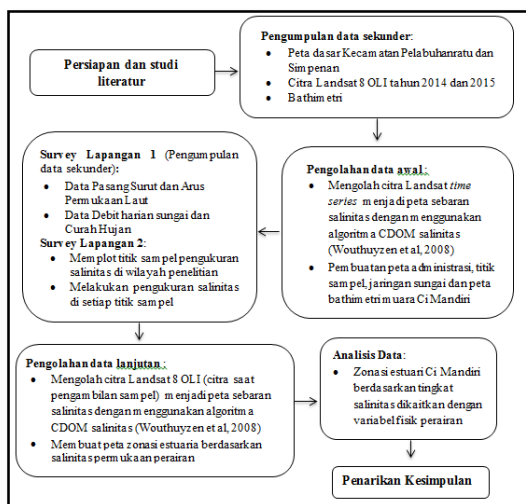
| Musim                                  | Sampel Citra                          |
|--|---------------------------------------|
| Hujan                                  | 17 Februari 2014 dan 18 Desember 2014 |
| Peralihan Musim Hujan ke Musim Kemarau | 22 April 2014 dan 24 Maret 2015       |
| Kemarau                                | 9 Juni 2014 dan 28 Agustus 2014       |
| Peralihan Musim Kemarau ke Musim Hujan | 29 September 2014 dan 31 Oktober 2014 |

Alur pikir penelitian adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alur Pikir Penelitian

Alur kerja penelitian dibagi menjadi 7 tahap yaitu:



Gambar 3. Diagram Alur Kerja Penelitian

Dalam penelitian ini variabel yang digunakan antara lain :

- Salinitas permukaan
- Pasang surut air laut
- Arus permukaan laut
- Debit sungai
- Curah hujan

Variabel pasang surut air laut, arus permukaan laut, debit sungai dan curah hujan kemudian akan dilihat hubungannya dengan variabel salinitas berdasarkan musim. Variabel salinitas akan diduga nilainya menggunakan algoritma pendugaan salinitas berdasarkan sebaran CDOM oleh Wouthuyzen *et.al* (2008) dengan algoritma sebagai berikut:

$$\text{Salinitas (Psu)} = -142.72 \times ((-61.182 \times (\mathbf{B0}^3)) + (79.129 \times (\mathbf{B0}^2)) - (34.022 \times \mathbf{B0}) + 4.865) + 32.702$$

dimana  $\mathbf{B0}$  = kromatisiti biru =  $\text{Band2}/(\text{Band2} + \text{Band3} + \text{Band4})$

Nilai sebaran salinitas yang didapat diklasifikasi berdasarkan klasifikasi *Venice System*, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi air berdasarkan nilai salinitas

| No | Salinitas (‰) | zona                             |
|----|---------------|----------------------------------|
| 1. | <0,5‰         | <i>Limnetic</i> (Air tawar)      |
| 2. | 0,5-5‰        | <i>Mexo-oligohaline</i> (Payau)  |
| 3. | 5-18‰         | <i>Mexo-mesohaline</i> (Payau)   |
| 4. | 18-30‰        | <i>Mexo-polyhaline</i> (Payau)   |
| 5. | 30-40‰        | <i>Euryhaline</i> (Air Laut)     |
| 6. | >40‰          | <i>Hyperhaline</i> (Sangat Asin) |

Dalam penelitian ini terdapat dua jenis data yaitu data primer dan sekunder. Data primer adalah data pengukuran salinitas di lapangan yang diukur dengan menggunakan alat ukur salinitas berupa *portable salinity refraktometer* dengan ketelitian 1‰. Sedangkan data sekunder yang didapat dari beberapa instansi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Sekunder

| Data  | Bentuk Data | Sumber Data   |
|---|-------------|---|
| Citra Landsat 8 OLI time series ( <i>path</i> 122/ <i>row</i> 65) tahun 2014 dan 2015 | Spasial     | Diunduh dari situs USGS ( <a href="http://earthexplorer.usgs.gov/">http://earthexplorer.usgs.gov/</a> ) |
| Data Peramalan Pasang Surut Harian Perairan Ci Mandiri tahun 2014 dan 2015            | Tabuler     | P3SDLP KKP RI   |
| Data Arus Perairan Ci Mandiri tahun 2014 dan 2015                                     | Tabuler     | P3SDLP KKP RI berupa tabel hasil pengamatan tiap 6 Jam.   |
| Data Curah Hujan harian Perairan Ci Mandiri tahun 2014 dan 2015                       | Tabuler     | Balai PSDA WS Cisadea – Cibareno dan BMKG Pos Observatori Geofisika                                     |
| Data Debit Harian pada Sub DAS Ci Mandiri tahun 2014 dan 2015                         | Tabuler     | Dinas PSDA Jawa Barat   |
| Pengukuran Salinitas permukaan perairan tahun 2014                                    | Tabuler     | PLTU Pelabuhanratu  |

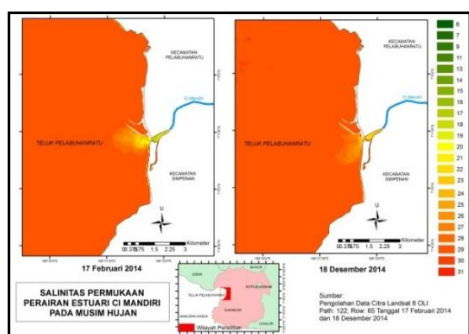
## 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Salinitas Permukaan Perairan

Berikut adalah sebaran salinitas permukaan perairan pada Estuari Ci Mandiri berdasarkan musimnya:

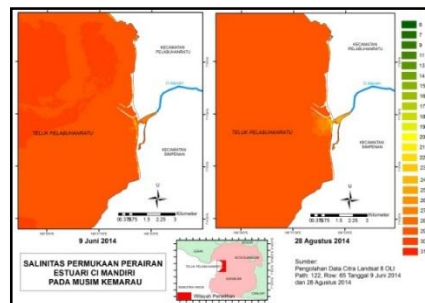
Sebaran salinitas permukaan perairan pada musim hujan yang diwakili citra Landsat 8 OLI pada tanggal 17 Februari 2014 dan 18 Desember 2014 menunjukkan bahwa pada musim hujan, salinitas permukaan berkisar antara 16‰ hingga 30‰. Pada hasil model tanggal 17 Februari 2014 variasi salinitas ada pada angka minimal 16,2563‰ dan angka maksimal 29,6348‰ dengan rata – rata 29,2069‰ sedangkan pada 18 Desember 2014

variasi nilai salinitas 16,7461‰ hingga 30,3719‰ dengan rata - rata 29,3328‰. Semua nilai minimum berada di badan air Ci Mandiri menuju mulut sungai sementara nilai maksimum berada di perairan Teluk Pelabuhanratu.



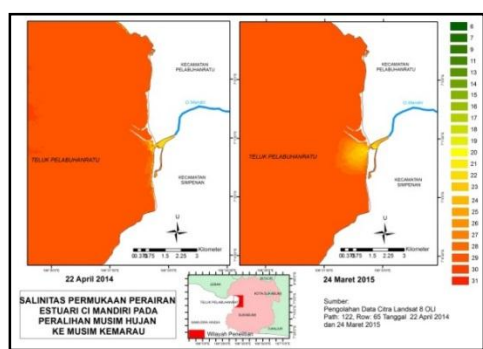
**Gambar 4.** Salinitas Permukaan Perairan Estuari Ci Mandiri pada Musim Hujan

2014 dengan rata – rata 29,8040‰ dan 5,906 ‰ hingga 29,6964‰ pada 28 Agustus 2014 dengan rata – rata 29,2658‰. Pada gambar 5.3 dapat dilihat bahwa di perairan Teluk Pelabuhanratu didominasi salinitas dengan nilai 31‰ dari arah Samudra Hindia yang masuk ke perairan Teluk.



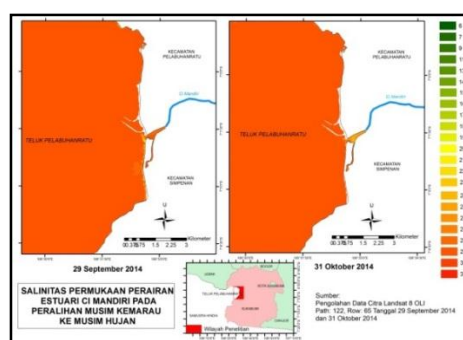
**Gambar 6.** Salinitas Permukaan Perairan Estuari Ci Mandiri pada Musim Kemarau

Sebaran salinitas permukaan perairan pada musim peralihan dari musim hujan sampai musim kemarau mengalami penurunan pada musim peralihan dari musim hujan sampai musim kemarau tahun 2014 tanggal 22 April yaitu 14,3875‰ sebagai nilai minimum dan 30,7412‰ sebagai nilai maksimum dengan rata – rata 29,3958‰. Nilai salinitas mengalami kenaikan pada musim peralihan dari musim hujan sampai musim kemarau tahun 2015 tanggal 24 Maret yaitu berkisar antara 18,8612‰ pada nilai minimum namun turun pada nilai maksimumnya pada angka 29,657‰ dengan rata – rata 29,2854‰.



**Gambar 5.** Salinitas Permukaan Perairan Estuari Ci Mandiri pada Peralihan Musim Hujan ke Musim Kemarau

Sebaran salinitas permukaan perairan pada musim peralihan dari musim kemarau sampai musim hujan yang diwakili citra tanggal 29 September 2014 dan 31 Oktober 2014 mengalami kenaikan dengan nilai minimal tertinggi dari seluruh sampel pengamatan yaitu 19,5490‰ namun memiliki nilai maksimum dan rata – rata terendah dengan 29,6349‰ dan 29,1994‰. Nilai minimal tertinggi dan nilai maksimal terendah tersebut ada pada 31 Oktober 2014, adapun nilai minimal, maksimal dan rata – rata pada citra tanggal 29 September berturut – turut sebesar 13,3736‰, 29,635‰, dan 29,3002‰. Perairan Ci Mandiri pada model memiliki nilai salinitas sebesar 23 – 27 ‰ dimana seharusnya perairan sungai memiliki nilai salinitas <0,5‰ atau bersifat sangat tawar.



**Gambar 7.** Salinitas Permukaan Perairan Estuari Ci Mandiri pada Peralihan Musim Kemarau ke Musim Hujan

Sebaran salinitas permukaan perairan pada musim kemarau yang diwakili citra Landsat 8 OLI pada tanggal 9 Juni 2014 dan 28 Agustus 2014 menunjukkan bahwa salinitas permukaan memiliki nilai yang rendah selama awal musim panas dengan kisaran nilai minimum 5,9063‰ dan maksimum 31, 1753‰. Adapun sebaran nilainya adalah 6,7044‰ hingga 31, 1753‰ pada 9 Juni

**5.2 Hasil Pengukuran Salinitas Permukaan Perairan Estuari Ci Mandiri**

Pengukuran salinitas di lapangan secara langsung sebagai langkah memvalidasi hasil model

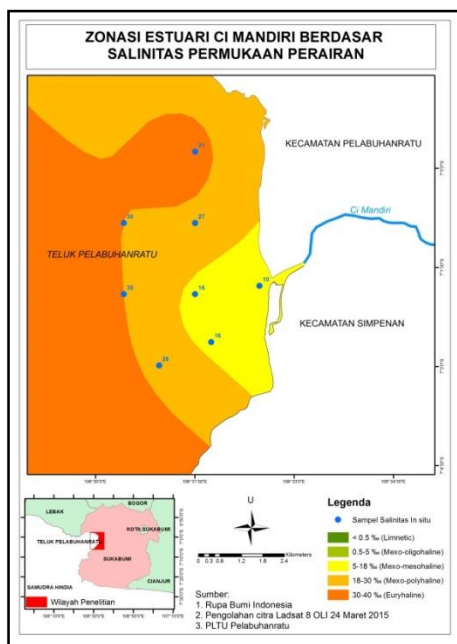


yang sedianya akan dilakukan pada 25 April 2015 terkendala cuaca buruk dan badai. Pengambilan sampel dilaut gagal dilakukan digantikan dengan pengukuran di 8 titik yang tersebar di muara, perairan sungai dan pantai.

**Tabel 4.** Hasil Pengukuran salinitas 25 April 2015

| No Sampel | Lokasi                             | Nilai Salinitas (%) |
|-----------|------------------------------------|---------------------|
| 1         | Badan Air di Belakang Pantai Pasir | 0                   |
| 2         | Muara Ci Mandiri                   | 6                   |
| 3         | Desa Jayanti                       | 0                   |
| 4         | Pantai Karang Pamulang             | 33                  |
| 5         | Kampung Cipatuguran                | 30                  |
| 6         | Desa Sangrawayang                  | 5                   |
| 7         | Pantai Loji                        | 19                  |
| 8         | Pantai depan Vihara                | 23                  |

Validasi model pendugaan salinitas juga dilakukan dengan perbandingan data pengukuran salinitas oleh PLTU Pelabuhanratu pada 9 Juni 2014. Terdapat korelasi sebesar 84 % antara hasil model pendugaan salinitas dengan data pengukuran salinitas. Berdasarkan data pengukuran salinitas tersebut dizonasikan menurut klasifikasi air *Venice System* dengan zonasi pada gambar 8.

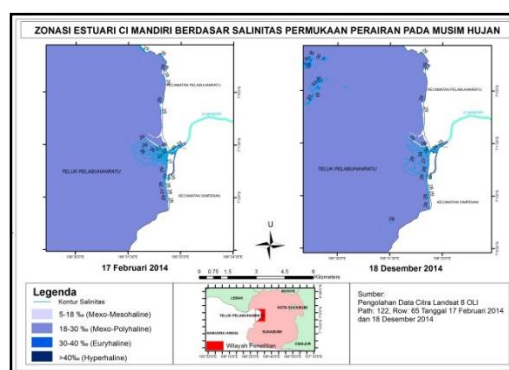


**Gambar 8.** Zonasi Estuari Ci Mandiri berdasarkan hasil pengukuran salinitas PLTU Pelabuhanratu

### 5.3 Zonasi Estuari Ci Mandiri Berdasarkan Salinitas Permukaan Perairan

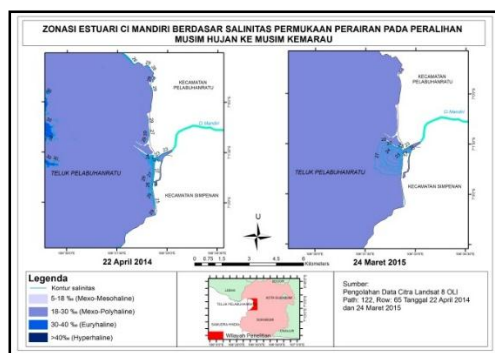
Berikut adalah zonasi Estuari Ci Mandiri berdasarkan salinitas permukaan perairan yang dilihat berdasarkan musim:

1. Pada musim hujan yang diwakili data tanggal 17 Februari 2014 dan 18 Desember 2014 menunjukkan zona *Mexo-Polyhaline* mendominasi zonasi pada Estuari Ci Mandiri. Pada Februari terdapat zona *Mexo-mesohaline* yang sangat kecil luasannya di perairan Ci Mandiri kurang lebih 100 meter sebelum menuju mulut sungai hingga bagian depan mulut sungai sedangkan pada Desember terdapat zona yang salinitasnya lebih tinggi pada lepas pantai yang kurang lebih berjarak kurang lebih 5 kilometer kearah barat laut dari mulut sungai.



**Gambar 9.** Zonasi Estuari Ci Mandiri berdasarkan Salinitas Permukaan Perairan pada Musim Hujan

2. Peralihan musim hujan ke musim kemarau yang berlangsung sekitar bulan April dan Maret diwakili data tanggal 22 April 2014 dan 24 Maret 2015. Salinitas pada bulan april cenderung meningkat dengan zona *Euryhaline* sangat mendominasi Wilayah Estuari Ci Mandiri. Pada bagian barat mulut sungai, air dari Samudra Hindia membawa salinitas yang lebih tinggi dari perairan Estuari Ci Mandiri. Pada 24 Maret terlihat hanya terdapat 1 zona saja yaitu *Mexo-polyhaline*.



**Gambar 10.** Zonasi Estuari Ci Mandiri berdasarkan Salinitas Permukaan pada Perairan Peralihan Musim Hujan ke Musim Kemarau

Pada awal musim kemarau bulan Juni 2014 arus dari Samudra Hindia membawa salinitas yang cukup tinggi masuk ke Teluk Pelabuhanratu menuju Estuari Ci Mandiri dengan zona Hyperhaline menjangkau hampir 20 % bagian Estuari Ci Mandiri. 2 bulan setelahnya yaitu pada bulan Agustus perairan yang tenang menyebabkan zona Estuari yang terbentuk hanya zona *Mexo-Polyhaline* saja.

#### 5.4 Hubungan Salinitas Permukaan Perairan dengan Variabel yang Mempengaruhinya

Salinitas permukaan perairan dipengaruhi kuat oleh faktor dari badan air laut dan badan air sungai. Arus permukaan laut dan adanya periode pasang dan surut merupakan faktor yang berasal dari laut sedangkan debit aliran sungai yang dipengaruhi oleh besarnya curah hujan adalah faktor yang berasal dari sungai. Pencampuran keduanya jika terjadi akan menyebabkan air bersalinitas tinggi dari laut bertemu dan bercampur dengan air tawar dari sungai menyebabkan adanya perairan payau

1. Pada musim hujan tanggal 17 Februari dan 18 Desember 2014 curah hujan relatif tinggi dengan rata-rata 18 hari hujan dalam 1 bulan dengan curah hujan rata – rata 7,25 mm menghasilkan debit aliran sungai yang relatif tinggi dengan kecepatan rata – rata 14,25 (m<sup>3</sup>/d). Variasi salinitas cenderung rendah, dimulut sungai terdapat zona *polyhaline* karena adanya pasokan air yang banyak dari daratan (curah hujan dan debit) dan kondisi laut yang sedang pasang yang dibawa oleh arus dari arah timur dengan kecepatan 0.19 m/s. Namun demikian dapat diamati lagi bahwa salinitas sedikit meningkat saat laut sedang mengalami surut. Hal ini terjadi pada 18 Desember dimana salinitas meningkat karena saat air sedang surut tidak ada pasokan

air berlebih dari sungai karena hari sedang tidak mengalami hujan sedangkan terdapat air laut yang kemungkinan masih tersisa tercampur di mulut sungai. Debit pada 18 Desember lebih besar daripada debit 17 Februari dikarenakan hujan yang terjadi satu hari sebelumnya mempengaruhi input air di Ci Mandiri

2. Pada musim peralihan dari musim hujan menuju musim kemarau di tanggal 22 April 2014 dan 24 Maret 2015 data curah hujan dan debit 24 Maret 2015 tidak tersedia. Saat keadaan sedang pasang, curah hujan rendah dan debit Ci Mandiri dengan kecepatan sedang, variasi salinitas menurun pada nilai minimumnya namun mengalami sedikit kenaikan pada nilai maksimumnya. Pada hasil model tanggal 22 April nilai salinitas rendah berada pada perairan sungai kurang lebih 50 – 100 meter menuju mulut sungai. Salinitas pada musim ini lebih rendah dari musim hujan dikarenakan dengan rata – rata debit yang lebih rendah dari musim hujan, air pasang yang tidak terlalu tinggi membawa air laut dari arah barat dengan salinitas yang lebih tinggi naik melewati mulut sungai dan terjebak di mulut sungai tercampur dengan air tawar. Arus bergerak lebih cepat membawa air pasang dengan kecepatan 0.19 m/s.
3. Variasi salinitas pada musim kemarau jauh menurun dengan nilai minimal menembus angka 5 ‰ namun cukup meningkat dengan nilai sebesar 30 ‰ dengan rata-rata hari hujan 10 hari. Nilai salinitas pada 9 juni cenderung lebih tinggi dari 28 Agustus dikarenakan adanya hujan yang ditandai dengan tercatatnya rata – rata curah hujan sebesar 3,66 mm dan keadaan laut yang sedang surut namun jika dilihat pada gambar 5.3 salinitas tinggi yaitu 31 ‰ datang dari arah barat Samudra Hindia dibawa oleh arus dengan kecepatan 0.17 m/s sehingga walaupun air surut namun telah ada pencampuran antara air laut dan air sungai sebelumnya. Pada 28 Agustus meskipun air sedang pasang dan debit lebih tinggi namun tidak ada hujan yang menambah pasokan air dari darat di muara.
4. Pada musim peralihan dari musim kemarau ke musim hujan khususnya pada tanggal 29 September 2014 dimana curah hujan sangat kecil sekali atau hampir tidak terjadi hujan dan debit yang juga sangat kecil, variasi nilai salinitasnya ada pada 13,3736 – 29,635 ‰ yang berarti lebih rendah dari salinitas tanggal 31 Oktober yaitu 19,5490 – 29,6349 ‰. Keadaan laut saat itu pada 29 September mengalami pasang sedangkan 31 Oktober sedang surut. Walaupun keadaan laut sedang surut, salinitas tanggal 31 Oktober cenderung meningkat. Pada tempat pencampuran yaitu di

bibir muara nilai salinitasnya berdasarkan lebih tinggi dibandingkan 29 September.

## 6. KESIMPULAN

Estuari Ci Mandiri sebagai perairan yang dinamis berdasarkan hasil pemodelan pendugaan salinitas permukaan perairan memiliki distribusi salinitas yang relatif homogen. Salinitas yang homogen ini menjadi indikasi adanya proses pengadukan vertikal yang kuat (*well mixed*) antara air laut dan air tawar. Estuari Ci Mandiri termasuk dalam estuari positif dimana salinitas akan meningkat menuju perairan laut dan melemah kearah perairan sungai. Hasil model pendugaan salinitas, Estuari Ci Mandiri pada musim hujan terdiri dari zona *Mexo-mesohaline*, *Mexo-polyhaline* dan *Euryhaline*. Pada peralihan musim hujan ke musim kemarau serta musim kemarau terdiri dari zona *Mexo-polyhaline*, *Euryhaline* dan *Hyperhaline* sedangkan pada peralihan musim kemarau ke musim hujan hanya terdapat zona *Mexo-polyhaline*.

Variasi salinitas di wilayah estuari ditentukan oleh besar kecilnya pencampuran salinitas yang di pengaruhi oleh debit sungai, curah hujan, kondisi pasang surut air laut, dan kondisi arus permukaan laut. Salinitas tinggi terjadi saat kecepatan arus yang bergerak secara horizontal tinggi, debit aliran sungai dan curah hujan rendah, serta laut dalam keadaan surut. Salinitas rendah ditemukan saat keadaan pasang dengan kecepatan arus yang bergerak secara horizontal rendah serta debit aliran sungai dan curah hujan tinggi.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini dapat diselesaikan berkat rahmat dan karunia Allah SWT. Bapak Drs. Supriatna, M.T. dan Bapak Dr. Rokhmatuloh, M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberi arahan dan masukan dalam penulisan skripsi ini. Kedua Orangtua dan keluarga penulis yang senantiasa memberi doa dan dukungan penuh kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini. Para staff di beberapa instansi yang telah memberikan data, teman-teman yang selalu memberikan semangat dan motivasi, serta pihak-pihak lain yang turut membantu selama proses penyusunan skripsi ini.

## DAFTAR ACUAN

1. Amalia, Nur. 2014. *Zonasi Estuaria Muara Gembong berdasarkan Salinitas Permukaan Perairan menggunakan Penginderaan Jauh*. FMIPA UI:Depok
2. Bowers. D.G, Brett. H.L.. 2007. The relationship between CDOM and salinity in estuaries: an analytical and graphical solution. *Journal of marine system*
3. Direktorat Tata Guna Tanah. 1983. *Pengetrapan Pasal 14,15 UUPA terhadap Pembangunan Nasional*. Direktorat Jendral Agraria: Jakarta
4. IOCCG. 2000. *Remote Sensing of Ocean Colour in Coastal, and Other Optically Complex, Waters*. Sathyendranath, S. (ed.), Reports of the International Ocean-Colour Coordinating Group, No. 3. IOCCG. Dartmouth, Canada.
5. PLN Enjiniring. 2014. *Hydro-oceanography and bathymetry survey and analysis*. PT. PLN:Pelabuhanratu
6. Odum E, P. 1971. *Fundamentals of Ecology* 3rd Ed. Saunders College Publishing. Athens Georgia. Translation : dasar-dasar ekologi edisi ketiga 1998. gajah mada university press. Yogyakarta
7. Sitanggang, Gokmaria. 2010. *Kajian Pemanfaatan Satelit Masa Depan: Sistem Penginderaan Jauh Satelit LDCM: Landsat-8*. Jurnal LAPAN
8. Triatmodjo, B. 1999, *Teknik Pantai edisi kedua*, Beta Offset, Yogyakarta
9. Wouthuyzen, S., A. Sediadi, S. Tarigan & H. Indarto.2008. *Pengukuran salinitas permukaan Teluk Jakarta melalui penginderaan warna laut menggunakan data multi-temporal Citra satelit Landsat-7 ETM+*. *Proced. PIT MAPIN XVII*, Bandung 10-12-2008

## **Risiko tsunami di pesisir Simpenan – Ciemas, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat**

Fahmi Ilimayanti<sup>1</sup>, Supriatna<sup>2</sup> dan Tjong Giok Pin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Geografi, FMIPA UI, Kampus UI Depok 16424  
[fahmi.ilimayanti@sci.ui.ac.id](mailto:fahmi.ilimayanti@sci.ui.ac.id)

### **Abstrak**

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Simpenan dan Kecamatan Ciemas, Kabupaten Sukabumi yang memiliki lokasi di sekitar patahan aktif Cimandiri dan merupakan zona sumber gempa bumi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran wilayah bahaya tsunami dan mengetahui sebaran tingkat risiko tsunami di sepanjang Pesisir Simpenan – Ciemas. Metode yang digunakan yaitu skoring dan pembobotan serta overlay data bahaya, kerentanan, dan kapasitas. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa bahaya tsunami di wilayah penelitian didominasi oleh tingkat bahaya tinggi, karena sebagian besar wilayah ketinggiannya berkisar antara 0 - 12,5 mdpl. Sedangkan untuk tingkat risiko pada wilayah penelitian didominasi oleh tingkat risiko sedang, dan tidak ada yang memiliki risiko rendah.

**Kata Kunci:** tsunami, risiko, kerentanan, kapasitas, bahaya tsunami.

### **Abstract**

This research is located in Simpenan and Ciemas Sub-District, Sukabumi Regency. This area is located in Cimandiri active fault which is earthquake source zone. This research aims to acknowledge tsunami hazard zone and tsunami risk zone along the coast of Simpenan – Ciemas. This research uses scoring method, weighting method, and overlay method between hazard, vulnerability, and capacity data. The result of this research showed that the high class of hazard dominated tsunami hazard zone in research area due to the fact that most of research area is in – 12,5 meters above sea level. At the same time, medium class of risk dominated in research area.

**Keywords:** tsunami, risk, vulnerability, capacity, tsunami hazard.

## **1. PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan negara yang berpotensi mengalami bencana alam, salah satunya adalah tsunami. Hal ini dikarenakan Indonesia merupakan negara kepulauan yang berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik, yaitu lempeng Indo-Australia di bagian selatan, lempeng Euro-Asia di bagian utara, dan lempeng Pasifik di bagian timur. Tsunami adalah gelombang laut dahsyat yang terjadi karena gempa bumi atau letusan gunung api dasar laut (Salim dalam Kodoatie & Sjarief, 2006). Sejak tahun 1600 hingga tahun 2000, Indonesia telah mengalami bencana tsunami sebanyak yang 90% bencana tersebut disebabkan oleh gempa bumi tektonik (Noor, 2011).

Pantai selatan pulau Jawa merupakan wilayah yang memiliki potensi tinggi untuk terjadinya bencana tsunami karena merupakan tempat pertemuan antara lempeng Australia dan lempeng Asia. Tahun 2006, di Pangandaran, Jawa Barat terjadi gempa bumi berkekuatan 6,8 SR yang telah memicu terjadinya tsunami dan memberikan pengaruh sampai wilayah Pesisir Sukabumi. Menurut Soehami dalam Oktariadi (2009), wilayah Pesisir Sukabumi merupakan salah satu daerah di

pantai selatan Jawa yang memiliki tingkat bahaya geologi relatif tinggi, karena dilalui oleh sesar aktif Cimandiri yang merupakan zona sumber gempa bumi.

Kecamatan Simpenan dan Kecamatan Ciemas merupakan daerah yang terletak di sekitar muara Ci Mandiri. Karena terletak di sekitar patahan aktif, wilayah ini memiliki potensi tinggi untuk terjadi bencana gempa bumi yang kemudian dapat menimbulkan tsunami. Oktariadi (2009) menyebutkan bahwa wilayah di Pesisir Simpenan sampai Ciemas memiliki tingkat bahaya tsunami yang bervariasi, mulai rendah hingga tinggi. Menurut hasil pengamatan melalui citra Ikonos tahun 2014, terdapat permukiman yang berada pada wilayah pesisir pantai. Mengingat hal tersebut diperlukan usaha pencegahan untuk mengurangi atau meminimalisir risiko agar tidak menimbulkan jumlah korban yang besar apabila bencana ini terjadi sewaktu-waktu. Untuk itu penelitian ini dilakukan agar mendapatkan jawaban mengenai risiko bencana tsunami di sepanjang Pesisir Simpenan – Ciemas, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat.

## **2. RUMUSAN MASALAH**

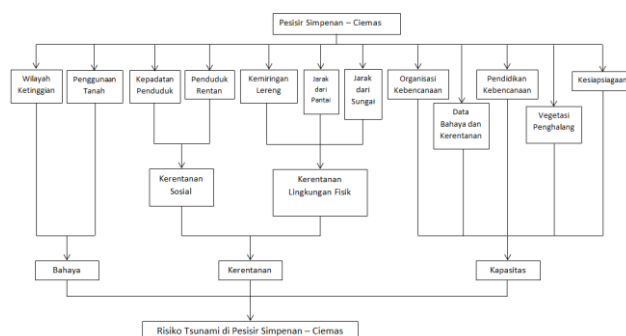
1. Bagaimana sebaran wilayah bahaya tsunami di sepanjang Pesisir Simpenan – Ciemas?
2. Bagaimana sebaran tingkat risiko tsunami di sepanjang Pesisir Simpenan – Ciemas?

### 3. BATASAN PENELITIAN

1. Tsunami adalah gelombang laut dahsyat (gelombang pasang) yang terjadi karena gempa bumi (Salim dalam Kodoatie & Sjarief, 2006).
2. Wilayah pesisir adalah wilayah daratan yang masih dipengaruhi oleh sifat-sifat laut (Muzqufa, 2010). Dalam penelitian ini, digunakan batasan wilayah pesisir yang ditinjau untuk pengelolaan wilayah bahaya tsunami, yaitu wilayah dengan ketinggian 0-37,5 mdpl yang berbatasan langsung dengan garis pantai.
3. Tinggi landaan atau *run up* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mencapai 37,5 meter. Nilai ini diambil berdasarkan modifikasi nilai *run up* yang digunakan oleh Oktariadi (2009).
4. Wilayah bahaya tsunami adalah wilayah yang berpotensi mengalami rayapan tsunami atau terkena gelombang tsunami yang didapatkan dengan menggunakan indikator ketinggian berdasarkan *run up* (BAKORNAS PB, 2007).
5. Kerentanan adalah suatu kondisi yang mengarah atau menyebabkan ketidakmampuan dalam menghadapi ancaman bencana (Perka BNPB No. 02, 2012). Kerentanan yang dimaksud dalam penelitian ini yaitu kerentanan keselamatan manusia terhadap ancaman bahaya tsunami.
6. Kerentanan sosial adalah suatu kondisi masyarakat yang menyebabkan ketidakmampuan dalam menghadapi ancaman bencana tsunami.
7. Kelompok masyarakat rentan dalam penelitian ini diukur melalui persentase jenis kelamin, persentase penduduk cacat, dan persentase kelompok umur.
8. Kerentanan lingkungan fisik adalah suatu kondisi fisik lingkungan yang menyebabkan masyarakat mengarah pada ketidakmampuan dalam menghadapi ancaman bencana tsunami.
9. Kapasitas dalam penelitian ini adalah kemampuan daerah dan masyarakat untuk mengurangi ancaman atau bahaya akibat adanya kejadian tsunami.
10. Risiko bencana adalah perkiraan atau potensi kerugian berupa keselamatan dan kehilangan korban manusia yang dapat timbul disebabkan oleh terjadinya bencana tsunami (Islam, et al., 2014).

### 3. METODE PENELITIAN

Daerah penelitian terletak pada 7° 0' 42,9" LS – 7° 19' 12,2" LS dan 106° 22' 13,8" BT – 106° 40' 56" BT 7°0'47". Daerah penelitian merupakan bagian dari Kabupaten Sukabumi pada Kecamatan Simpenan dan Kecamatan Ciemas yang memiliki ketinggian 0-37,5 mdpl. Desa-desanya yang masuk ke dalam daerah penelitian dengan ketinggian 0-37,5 mdpl yaitu Desa Cibuntu, Desa Cidadap, Desa Loji, Desa Sangrawayang, Desa Girimukti, Desa Ciwaru, Desa Mekarjaya, Desa Tamanjaya, Desa Mekarsakti, Desa Cibenda, dan Desa Mandrajaya. Alur pikir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Terdapat tiga variabel besar yang digunakan dalam penelitian ini, dimana setiap variabel tersebut memiliki indikator masing-masing. Variabel tersebut yaitu:

1. Bahaya. Diukur dengan menggunakan indikator ketinggian berdasarkan kriteria tinggi landaan tsunami (*run up*) dan penggunaan tanah.
2. Kerentanan. Diukur dengan menggunakan indikator kepadatan penduduk, persentase penduduk rentan (yang terdiri dari persentase menurut jenis kelamin; persentase penduduk cacat; serta persentase menurut usia), kemiringan lereng, jarak dari garis pantai, dan jarak dari sungai.
3. Kapasitas. Diukur menggunakan ketersediaan lembaga/organisasi kebencanaan, ketersediaan data bahaya dan kerentanan bencana tsunami, pendidikan kebencanaan, ketersediaan tebing atau vegetasi penghalang tsunami serta alat peringatan dini tsunami, dan kesiapsiagaan seluruh masyarakat dan pemerintah daerah.

Tabel 1. Data Penelitian



| Jenis Data | Data  | Sumber                      |
|------------|---|-----------------------------|
| Sekunder   | Batas administrasi (skala 1:25.000)   | Rupa Bumi Digital Indonesia |
|            | Kontur (skala 1:25.000)   | Rupa Bumi Digital Indonesia |
|            | Permukiman  | Citra Ikonos tahun 2014     |
|            | Penggunaan tanah  | Citra Ikonos tahun 2014     |
|            | Garis Pantai  | Citra Ikonos tahun 2014     |
|            | Sungai  | Citra Ikonos tahun 2014     |
|            | Jumlah penduduk   | Kecamatan dalam Angka 2014  |
|            | Jumlah penduduk laki-laki dan perempuan   | Kecamatan dalam Angka 2014  |
|            | Jumlah penduduk cacat   | Kecamatan dalam Angka 2014  |
|            | Jumlah penduduk balita dan lansia   | Kecamatan dalam Angka 2014  |
| Primer     | Ketersediaan lembaga/organisasi kebencanaan   | Wawancara                   |
|            | Ketersediaan data bahaya dan kerentanan bencana tsunami                                     | Wawancara                   |
|            | Data pendidikan kebencanaan   | Wawancara                   |
|            | Kesiapsiagaan seluruh masyarakat dan pemerintah daerah                                      | Wawancara                   |
|            | Ketersediaan alat peringatan dini dan jalur evakuasi  | Survey lapang               |
|            | Data dinding atau vegetasi penghalang tsunami dan ketersediaan alat peringatan dini tsunami | Survey lapang               |

Pengolahan data dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Pengolahan peta bahaya. Dilakukan simulasi rayapan tsunami menggunakan tiga skenario *run up*, yaitu 12,5 meter; 25 meter; dan 37,5 meter. Kemudian dilakukan pengkelasan tingkat bahaya tsunami menggunakan skenario *run up* 37,5 meter dengan cara meng-*overlay*-kan data wilayah ketinggian, dan dilakukan *skoring*.

**Tabel 2.** Klasifikasi Tingkat Bahaya Tsunami

| No | Wilayah ketinggian | Tingkat bahaya keselamatan jiwa | Kelas bahaya | Skor                       |
|----|--------------------|---------------------------------|--------------|----------------------------|
| 1. | 0 – 12,5 m         | Tinggi                          | 3            | Kelas/nilai maksimum kelas |
| 2. | 12,5 – 25 m        | Sedang                          | 2            |                            |
| 3. | 25 – 37,5 m        | Rendah                          | 1            |                            |

2. Pengolahan peta kerentanan. Dilakukan dengan cara mencari nilai kepadatan penduduk dan mencari nilai persentase penduduk rentan. Setelah itu, dilakukan pengkelasan menjadi tiga kelas dan *skoring* pada setiap data yang ada. Sementara Pengolahan kerentanan lingkungan fisik dilakukan dengan cara pengkelasan data kemiringan lereng yang diperoleh dari hasil *reclassify* citra DEM, pengkelasan jarak dari pantai yang diperoleh dengan cara analisis *buffer*, dan pengkelasan jarak dari sungai yang diperoleh dengan cara analisis *buffer*.

**Tabel 3.** Klasifikasi Tingkat Kerentanan Sosial

| No | Indikator                | Bobot | Kelas                     |                               |                            | Skor                        |
|----|--------------------------|-------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|    |                          |       | Rendah (1)                | Sedang (2)                    | Tinggi (3)                 |                             |
| 1. | Kepadatan penduduk       | 60%   | <500 jiwa/km <sup>2</sup> | 500-1000 jiwa/km <sup>2</sup> | >1000 jiwa/km <sup>2</sup> | Kelas/ nilai maksimum kelas |
| 2. | Persentase jenis kelamin | 10%   | <20%                      | 20-40%                        | >40%                       |                             |

*Lanjutan Tabel 3*

| No | Indikator                | Bobot | Kelas      |            |            | Skor                        |
|----|--------------------------|-------|------------|------------|------------|-----------------------------|
|    |                          |       | Rendah (1) | Sedang (2) | Tinggi (3) |                             |
| 3. | Persentase orang cacat   | 15%   | <20%       | 20-40%     | >40%       | Kelas/ nilai maksimum kelas |
| 4. | Persentase kelompok umur | 15%   | <20%       | 20-40%     | >40%       |                             |

**Tabel 4.** Klasifikasi Tingkat Kerentanan Lingkungan Fisik

| No | Indikator                       | Bobot | Kelas      |            |            | Skor                        |
|----|---------------------------------|-------|------------|------------|------------|-----------------------------|
|    |                                 |       | Rendah (1) | Sedang (2) | Tinggi (3) |                             |
| 1. | Kemiringan lereng (%)           | 40%   | >15        | 3-15       | 0-3        | Kelas/ nilai maksimum kelas |
| 2. | Jarak dari garis pantai (Meter) | 40%   | >3000      | 1000-3000  | 0-1000     |                             |
| 3. | Jarak dari sungai (Meter)       | 20%   | >500       | 200-500    | 0-200      |                             |

3. Pengolahan peta kapasitas. Dihitung berdasarkan tingkat ketahanan sebuah daerah dimana indikatornya didapatkan dari hasil wawancara dan survey lapang pada setiap desa yang bahaya terhadap tsunami. Kemudian dibagi menjadi tiga kelas pada setiap indikator kapasitas.
4. Pengolahan peta risiko tsunami dilakukan dengan cara menghitung indeks bahaya, kerentanan, dan kapasitas sesuai dengan persamaan:

$$Risiko = \sqrt[3]{bahaya \times kerentanan \times (1 - kapasitas)}$$

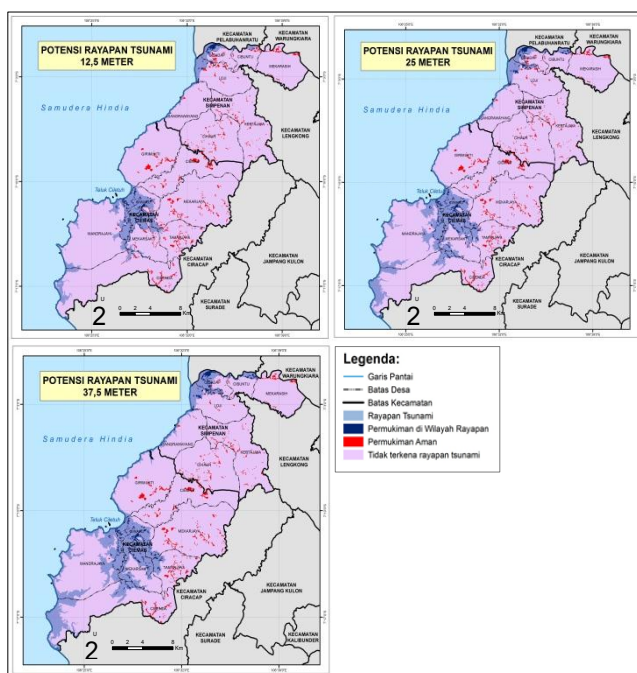
Tabel 5. Klasifikasi Tingkat Kapasitas

| Indikator   | Kelas  |  |                     | Skor                        |
|---|--|--|---------------------|-----------------------------|
|   | Rendah (1)                                       | Sedang (2)                                       | Tinggi (3)          |                             |
| 1 Ketersediaan lembaga/ organisasi kebencanaan                                    | Tingkat ketahanan 1 dan/atau tingkat ketahanan 2 | Tingkat ketahanan 3 dan/atau tingkat ketahanan 4 | Tingkat ketahanan 5 | Kelas/ Nilai maksimal kelas |
| 2 Ketersediaan data bahaya dan kerentanan bencana                                 |  |  |                     |                             |
| 3 Pendidikan kebencanaan  |  |  |                     |                             |
| 4 Ketersediaan dinding atau vegetasi penghalang                                   |  |  |                     |                             |
| 5 Alat peringatan dini dan kesiapsiagaan seluruh masyarakat dan pemerintah daerah |  |  |                     |                             |

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Wilayah Potensi Rayapan Tsunami

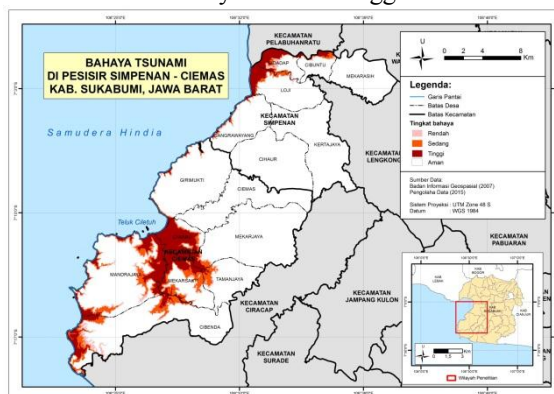
Skenario tsunami dengan ketinggian *run up* 12,5 meter akan melanda wilayah dengan luas sebesar 4.236 Ha atau 8,95% dari keseluruhan Kecamatan Simpenan – Ciemas. Skenario dengan ketinggian *run up* 25 meter, wilayah yang terlanda oleh genangan tsunami yaitu seluas 6.462 Ha atau 13,65% dari keseluruhan Kecamatan Simpenan – Ciemas. Sementara pada skenario dengan ketinggian *run up* 37,5 meter, wilayah yang terlanda oleh genangan tsunami mencapai 8.060 Ha atau 17,03% dari keseluruhan luas Kecamatan Simpenan – Ciemas.



Gbr 2. Peta Potensi Rayapan Tsunami di Pesisir Simpenan - Ciemas

##### Wilayah Bahaya Tsunami di Pesisir Simpenan – Ciemas

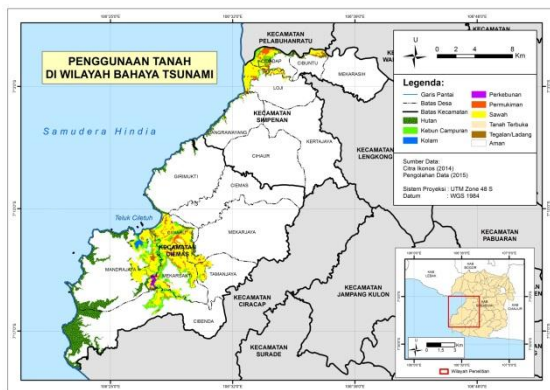
Wilayah bahaya tsunami tersebar pada bagian barat daerah penelitian dan hanya memiliki luas sebesar 17,03% dari keseluruhan luas Kecamatan Simpenan - Kecamatan Ciemas atau sebesar 8.060 Ha. Hal tersebut berkaitan erat dengan kondisi fisik Kecamatan Simpenan dan Kecamatan Ciemas yang memiliki wilayah dataran tinggi pada bagian timurnya. Sehingga hanya sebagian kecil dari Kecamatan Simpenan dan Kecamatan Ciemas yang merupakan wilayah bahaya tsunami, yaitu di sepanjang pesisir pantainya atau berada di sebelah barat yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia. Wilayah dengan tingkat bahaya tsunami tinggi merupakan wilayah yang paling dominan, dengan luas sebesar 4.236 Ha. Terdapat sebelas desa yang merupakan wilayah bahaya tsunami. Sembilan desa berada pada kelas bahaya tinggi dan dua desa berada pada kelas bahaya sedang. Desa yang memiliki kelas bahaya tsunami sedang yaitu Desa Cibenda dan Desa Tamanjaya, sedangkan sisanya memiliki kelas bahaya tsunami tinggi.



Gambar 3. Peta Bahaya Tsunami di Pesisir Simpenan - Ciemas

Penggunaan tanah yang paling dominan di wilayah bahaya tsunami adalah sawah dengan luas sebesar 3.346 Ha. Sedangkan tegalan/ladang merupakan jenis penggunaan tanah yang paling jarang ditemui pada wilayah bahaya tsunami. Tanah terbuka yang terdapat pada wilayah bahaya tsunami yaitu sebesar 157 Ha. Tanah terbuka pada wilayah penelitian didominasi oleh pasir pantai. Permukiman yang terdapat pada wilayah bahaya tsunami yaitu sebesar 593 Ha dan dominan berada pada kelas bahaya tinggi, yaitu sebesar 345 Ha.

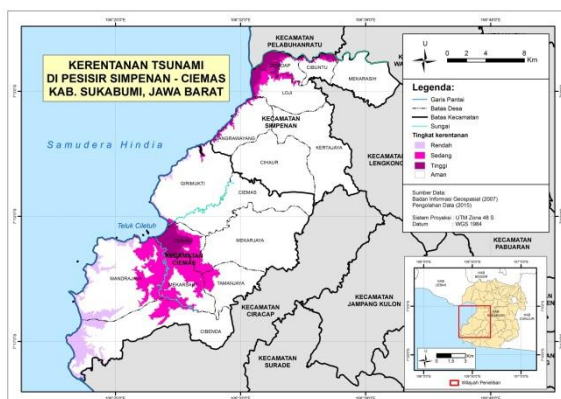




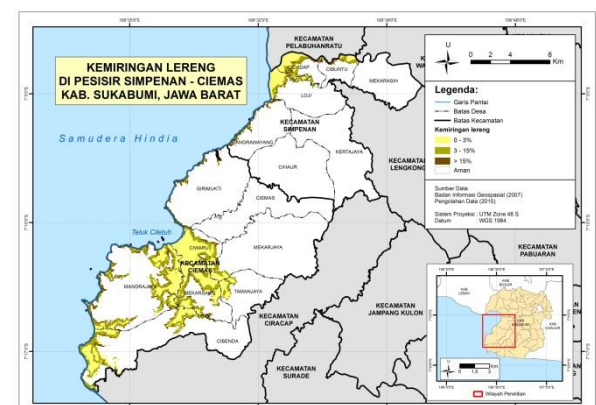
Gambar 4. Peta Penggunaan Tanah di Wilayah Bahaya Tsunami

### Kerentanan Tsunami di Pesisir Simpenan – Ciemas

Kelas kerentanan tsunami di Pesisir Simpenan – Ciemas yang paling dominan berada pada tingkat sedang, dengan luas sebesar 4.516 Ha atau 56% dari total luas wilayah bahaya tsunami. Untuk kerentanan tsunami tingkat rendah memiliki luas sebesar 1.971 Ha atau 24,5% dari total luas wilayah bahaya tsunami. Sedangkan kerentanan tsunami tingkat tinggi memiliki luas sebesar 1.573 Ha atau 19,5% dari total luas wilayah bahaya tsunami. Dari gambar 5 dapat terlihat bahwa wilayah dengan kerentanan tsunami tinggi dominan berada pada wilayah sekitar Teluk Ciletuh dan Teluk Pelabuhanratu.



Gambar 5. Tingkat Kerentanan Tsunami di Pesisir Simpenan - Ciemas



Gambar 6. Kemiringan lereng di Pesisir Simpenan - Ciemas

### Kerentanan sosial

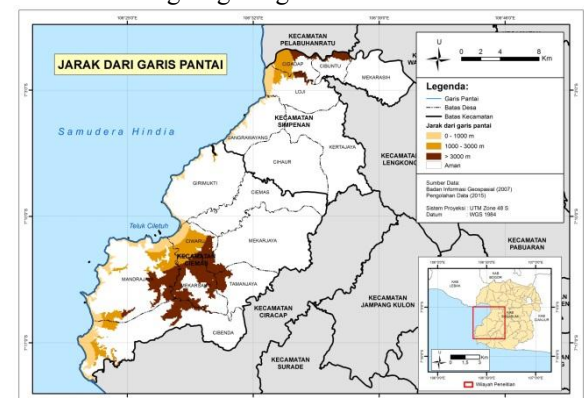
Terdapat dua parameter kependudukan yang digunakan untuk penentuan tingkat kerentanan tsunami yaitu kepadatan penduduk dan persentase kelompok masyarakat rentan. Terdapat empat desa yang memiliki tingkat kerentanan rendah jika ditinjau dari kepadatan penduduknya. Terdapat empat desa yang memiliki tingkat kerentanan sedang, dan dua desa yang memiliki tingkat kerentanan tinggi.

Seluruh desa yang berada di Pesisir Simpenan – Ciemas memiliki nilai rasio kelompok rentan yang sama. Pada parameter jenis kelamin kerentanannya bernilai tinggi. Pada parameter penyandang cacat kerentanannya bernilai rendah. Sementara untuk parameter usia kerentanannya bernilai rendah dan sedang.

### Kerentanan lingkungan fisik

Kemiringan lereng yang mendominasi pada Pesisir Simpenan – Ciemas yaitu 0 - 3%, dengan luas sebesar 3.988 Ha atau 49,5% dari total luas wilayah bahaya tsunami. Kemiringan lereng sebesar 3 - 15% memiliki luas sebesar 2.710 Ha atau 33,6% dari total luas wilayah bahaya tsunami. Sedangkan kemiringan diatas 15% memiliki luas sebesar 1.362 Ha atau 16,9% dari total luas wilayah bahaya tsunami.

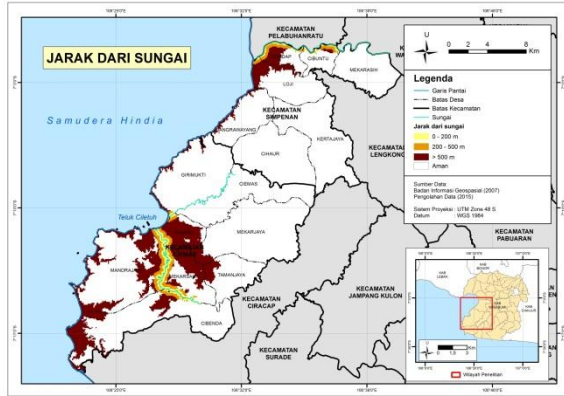
Pada indikator jarak dari garis pantai, sebagian besar berada pada tingkat kerentanan rendah, dengan luas sebesar 3.450 Ha. Kerentanan tinggi pada indikator jarak dari garis pantai memiliki luas sebesar 2.357 Ha, sementara kerentanan sedang memiliki luas sebesar 2.253 Ha. Daerah yang memiliki tingkat kerentanan tinggi yaitu yang berbatasan langsung dengan laut.



Gambar 7. Jarak dari Garis Pantai di Pesisir Simpenan – Ciemas

Terdapat tiga sungai besar yang bermuara langsung di Pesisir Simpenan – Ciemas, yaitu

Sungai tersebut adalah Ci Mandiri, Ci Marinjung, dan Ci Letuh. Desa Cibuntu dapat dikatakan sebagai daerah yang memiliki tingkat kerentanan tinggi berdasarkan indikator jarak dari sungai. Sementara untuk kesepuluh desa lainnya memiliki kerentanan rendah.

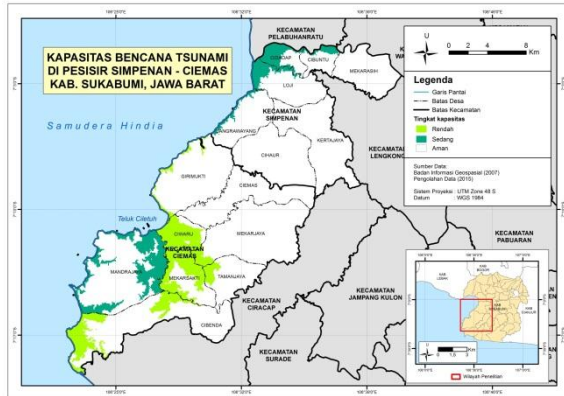


Gambar 8. Jarak dari Sungai di Pesisir Simpenan – Ciemas

**Kapasitas dalam Menghadapi Bahaya Tsunami**

Kapasitas yang telah dicapai pada wilayah penelitian hanya mencapai tingkat sedang, dengan kata lain belum ada daerah yang memiliki kemampuan yang tinggi dalam menghadapi ancaman bencana tsunami. Tingkat kapasitas yang paling dominan adalah kelas rendah, dengan luas sebesar 4.474 Ha atau 55,5% dari total luas wilayah bahaya. Sedangkan daerah yang memiliki tingkat kapasitas sedang memiliki luas sebesar 3.586 Ha atau 44,5% dari total luas wilayah bahaya.

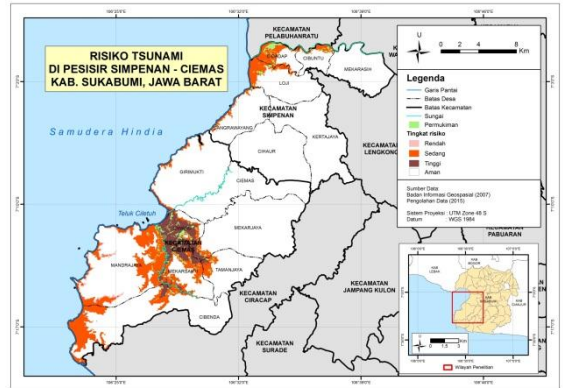
Berdasarkan hasil wawancara dan survey lapang, terdapat enam desa yang memiliki kapasitas dengan tingkat rendah dan terdapat lima desa yang memiliki kapasitas pada tingkat sedang.



Gambar 9. Kapasitas Bencana Tsunami di Pesisir Simpenan – Ciemas

**Risiko Tsunami di Pesisir Simpenan – Ciemas**

Sebagian besar daerah di Pesisir Simpenan – Ciemas berada pada tingkat risiko tsunami sedang, dengan luas sebesar 6.002 Ha atau 74,5% dari total luas wilayah bahaya. Wilayah dengan tingkat risiko tinggi memiliki luas sebesar 1.808 Ha atau 22,4% dari total luas wilayah bahaya, sedangkan risiko tsunami rendah hanya tersebar pada sebagian kecil wilayah, dengan luas sebesar 250 Ha atau hanya 3,1% dari total luas wilayah bahaya.



Gambar 9. Risiko Tsunami di Pesisir Simpenan – Ciemas

Terdapat satu desa pada wilayah penelitian yang memiliki dominansi tingkat risiko tinggi, yaitu Desa Ciwaru. Hal tersebut disebabkan oleh bahaya yang tinggi, kerentanan yang tinggi, serta kapasitas yang rendah. Terdapat sepuluh desa yang tergolong memiliki risiko sedang yaitu Desa Cibuntu, Desa Cidadap, Desa Loji, Desa Sangrawayang, Desa Cibenda, Desa Girimukti, Desa Mandrajaya, Desa Mekarjaya, Desa Mekarsakti, dan Desa Tamanjaya. Pada Pesisir Simpenan – Ciemas tidak ada yang tergolong ke dalam risiko rendah, hal ini dikarenakan tidak ada yang memiliki nilai kapasitas tinggi yang dapat menekan tingkat risikonya.

**5. KESIMPULAN**

Pada Pesisir Simpenan – Ciemas didominasi oleh bahaya tsunami dengan tingkat tinggi. Hal ini dikarenakan ketinggian pada wilayah penelitian sebagian besar berkisar antara 0 - 12,5 mdpl. Daerah yang memiliki tingkat bahaya tinggi yaitu Desa Cibuntu, Desa Cidadap, Desa Loji, Desa Sangrawayang, Desa Ciwaru, Desa Girimukti, Desa Mandrajaya, Desa Mekarjaya, dan Desa Mekarsakti. Sementara itu desa lainnya yaitu Desa Cibenda dan Desa Tamanjaya memiliki tingkat bahaya sedang.

Pada Pesisir Simpenan – Ciemas didominasi oleh tingkat risiko sedang. Hanya ada satu desa yang memiliki tingkat risiko tinggi, yaitu Desa Ciwaru. Sedangkan kesepuluh desa lainnya yaitu Desa Cibuntu, Desa Cidadap, Desa Loji, Desa Sangrawayang, Desa Cibenda, Desa Girimukti, Desa Mandrajaya, Desa Mekarjaya, Desa Mekarsakti, dan

Desa Tamanjaya memiliki tingkat risiko tsunami sedang.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini dapat diselesaikan berkat rahmat dan karunia Allah SWT. Bapak Drs. Supriatna, M.T. dan Bapak Drs. Tjiong Giok Pin, M.Si. selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan masukan dan kritikan yang membangun serta menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran dalam penyusunan skripsi ini. Kedua orangtua penulis atas semua doa, dukungan serta kasih sayang yang tak terhingga, serta menjadi kekuatan dan motivasi tersendiri bagi penulis. Para staff di beberapa instansi yang telah memberikan data, serta pihak-pihak lain yang turut membantu selama proses penyusunan skripsi ini.

## DAFTAR ACUAN

- [1] Badan Koordinasi Nasional Penanganan Bencana (BAKORNAS PB). (2007). *Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia*. Jakarta: Direktorat Mitigasi Lakhar BAKORNAS PB.
- [2] Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Sukabumi. (2014). *Kecamatan Ciemas dalam Angka 2014*.
- [3] Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Sukabumi. (2014). *Kecamatan Simpenan dalam Angka 2014*.
- [4] Diposaptono, Subandono dan Budiman. (2008). *Hidup Akrab dengan Gempa dan Tsunami*. Bogor: Buku Ilmiah Populer.
- [5] Firmansyah, Seandy. (2012). *Indeks Kerentanan Pantai Pangandaran Akibat Bencana Tsunami*. Bogor: Skripsi Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan IPB.
- [6] Harmantyo, Djoko. (2005). Geografi Bencana Gempa dan Gelombang Tsunami. *Jurnal Alami*, Vol. 10 No. 2 Hal. 22 - 28.
- [7] Islam, *et al.* (2014). Penentuan Resiko dan Kerentanan Tsunami di Kebumen dengan Citra Alos. *Jurnal Geodesi Undip*, Vol. 2 No. 1 Hal. 141 - 154.
- [8] Kodoatie, Robert dan Sjarief, Roestam. (2006). *Pengelolaan Bencana Terpadu*. Jakarta: Yarsif Watampone.
- [9] Muzqufa, Reagy. (2010). *Tingkat Kerentanan Wilayah Pesisir Pangandaran Terhadap Tsunami*. Depok: Skripsi Departemen Geografi Universitas Indonesia.
- [10] Natawidjaja, Danny Hilman. (2007). *Gempabumi dan Tsunami di Sumatra dan Upaya untuk Mengembangkan Lingkungan Hidup yang Aman dari Bencana Alam*. [Online]. <http://geospasial.menlh.go.id/>. Diakses pada Kamis, 29 Januari 2015, pukul 19.30 WIB.
- [11] Noor, Djauhari. (2011). *Geologi untuk Perencanaan*. Bogor: Graha Ilmu.
- [12] Oktariadi, Oki. (2009). Penentuan Peringkat Bahaya Tsunami dengan Metode Analytical Hierarchy Process (Studi Kasus Wilayah Pesisir Kabupaten Sukabumi). *Jurnal Geologi Indonesia* Vol. 4 No. 2 Hal. 103 - 116.
- [13] UU RI No. 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana.
- [14] Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana No. 02 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana.
- [15] Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana No. 03 Tahun 2012 Tentang Panduan Penilaian Kapasitas Daerah Dalam Penanggulangan Bencana.
- [16] Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 36 Tahun 2014 Tentang Penilaian Kerusakan, Kerugian, dan Kebutuhan Sumber Daya Kesehatan Pasca Bencana.
- [17] Poling, Piter. (2005). *Sikka Dalam Kenangan 12 Desember 1992, Prosiding Seminar Tsunami dalam Penerapan Hasil Riset Untuk Penanggulangan Bencana Tsunami di Indonesia*. Tsunami Research Center, BPPT: Yogyakarta



**Lampiran 1: Contoh Format Penulisan**

**Tatacara Penulisan Artikel di Jurnal Geosains Terapan**

Penulis<sup>1</sup>, Penulis Kedua<sup>2</sup>, ..., dan Penulis Terakhir

<sup>1</sup>Departemen Kimia, FMIPA UI, Kampus UI Depok 16424

<sup>2</sup>Ilmu Fisika, Pascasarjana Universitas Indonesia Salemba 4 Jakarta 10430

[penulis1@sci.ui.ac.id](mailto:penulis1@sci.ui.ac.id), [penulis2@sci.ui.ac.id](mailto:penulis2@sci.ui.ac.id)

**Abstrak**

Panduan ini terdiri dari instruksi dan contoh format untuk membuat artikel di **Jurnal Geosains Terapan** yang diterbitkan oleh Pusat Studi Geosains FMIPA Universitas Indonesia. Jumlah halaman artikel **minimal 4 (empat) halaman, maksimal 12 halaman**, dan dapat dikirim ke redaksi **Jurnal Geosains Terapan**, di Sekretariat **Jurnal Geosains Terapan (JGT)**, Pusat Studi Geosains, Gedung **A Lantai Dasar, Fakultas MIPA UI, Depok 16424** atau melalui email pada alamat [jgt@sci.ui.ac.id](mailto:jgt@sci.ui.ac.id). Artikel dapat ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris. Artikel dimulai dengan Abstrak dalam bahasa Indonesia (atau bahasa Inggris) dengan huruf ukuran **9-poin**. Abstrak dalam bahasa Inggris dapat pula ditampilkan setelah Abstrak bahasa Indonesia. Judul Abstrak **bercetak tebal** dengan huruf **10-poin** dan terletak terpusat seperti pada contoh ini. Abstrak tidak boleh lebih dari 200 kata. Penyajian artikel diperbolehkan sesuai selera Penulis, tetapi secara garis besar harus terdiri dari PENDAHULUAN, METODE PENELITIAN atau EKSPERIMENTAL, HASIL DAN DISKUSI, KESIMPULAN dan DAFTAR ACUAN yang disajikan secara berurutan.

**Abstract**

English version of the abstract can be written here.

**Keywords:** *Tulislah maksimum lima buah kata kunci dalam bahasa Inggris dengan huruf miring berukuran 9-poin.*

**1. PENDAHULUAN**

Silahkan tulis artikel dengan format MS Word dan kirim versi digitalnya (soft copynya) yang telah diberi nama judul paper dan penulisnya, dikirim ke redaksi melalui email di [jgt@sci.ui.ac.id](mailto:jgt@sci.ui.ac.id).

Untuk memudahkan penyelesaian penulisan artikel yang sesuai dengan format yang diinginkan, Panduan ini dapat diunduh melalui alamat website <http://sci.ui.ac.id/jgt>. Penulis dapat langsung menulis artikel pada format versi digital yang tersedia sehingga tidak perlu berfikir lagi tentang aturan penulisan yang rinci. Jika penulis ingin menulis artikel dengan membuat format sendiri, maka panduan ini harap diperhatikan dan diikuti dengan baik.

**2. METODE PENELITIAN**

Ukuran kertas yang digunakan adalah standar A4 dan batas kiri 30 mm, kanan 20 mm, atas dan bawah masing-masing 25 mm. Untuk penulisan teks digunakan format dua kolom. Jarak kedua kolom **6 mm (0.24 inci)**. Jenis huruf (*font*) yang digunakan adalah **Times New Roman**. Judul paper diletakkan di baris pertama halaman satu dan terpusat dengan menggunakan ukuran huruf **14-poin** serta **bercetak tebal**. Setelah judul, disisipkan satu baris kosong ukuran 14-poin. Kemudian dituliskan nama penulis (ukuran huruf **12-poin**), sispkan satu baris kosong

(ukuran huruf **10 poin**), dan nama institusi serta alamat para penulis (ukuran huruf **10-poin**) secara terpusat. **Nama penulis** yang dapat diajak untuk korespondensi harap diberi **garis bawah**. Untuk memulai penulisan Abstrak, disisipkan 2 (dua) baris kosong (ukuran huruf **12-poin**).

Subjudul diberi nomor urut dan diketik dengan huruf besar bercetak tebal (ukuran huruf **12-poin**). Isi teks diketik dengan huruf berukuran **10-poin**. Antara baris terakhir teks dengan subjudul berikutnya disisipkan baris kosong (ukuran huruf **16-poin**). Antara subjudul dengan baris awal teks diletakkan baris kosong **10-poin**. *Istilah bahasa Inggris* harus ditulis dengan huruf miring. Penulisan persamaan harus diikuti dengan nomor yang mengacu pada jumlah persamaan yang ditulis. (lihat contoh persamaan 1)

$$\oint B.ds = 0 \quad (1)$$

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bilamana artikel perlu didukung dengan data-data dalam bentuk tabel, penulis dapat menggunakan format tabel panjang 2 kolom (lihat Tabel 1), atau format tabel pendek 1 kolom (lihat Tabel 2).

**Tabel 1.** Contoh tabel dengan format dua kolom.

| No | Nama Material | Tipe Anisotropi     |
|----|---------------|---------------------|
| 1  | Cobalt (Co)   | Uniaxial anisotropy |
| 2  | Nickel (Ni)   | Cubic anisotropy    |

**Tabel 2.** Posisi tabel di dalam format satu kolom.

| No | Nama Material |
|----|---------------|
| 1. | Cobalt (Co)   |
| 2. | Nickel (Ni)   |
| 3. | Permaloy (Py) |

Tabel dimulai dengan judul tabel (ukuran huruf **10-poin**) yang dicetak miring. Huruf di dalam tabel berukuran 10-poin. Tabel diletakkan secara terpusat dan batas tabel tidak boleh melewati batas kolom.

Selanjutnya, hasil eksperimen dapat ditampilkan dalam bentuk gambar (grafik atau foto), lihat contoh Gambar 1. Judul gambar (ukuran huruf **10-poin**) diletakkan di bawah gambar dengan huruf dicetak miring. Gambar dapat mengisi satu kolom atau dua kolom penuh. Letak gambar adalah terpusat. Resolusi foto yang discan tidak boleh kurang dari 300 dpi. Penomoran tabel dan gambar harus berurutan.



**Gbr 1.** Contoh gambar diletakkan di dalam format satu kolom.

Daftar acuan harus diletakkan pada akhir artikel dan ditulis berurutan seperti yang dirujuk di dalam teks. Jika merujuk acuan di dalam teks, maka harus ditandai dengan angka Arab dengan kurung kotak,

seperti [1]. Penulisan daftar acuan harus sesuai dengan judul artikel yang diacu, sebagai contoh dapat dilihat di akhir panduan ini.

#### 4. KESIMPULAN

Panduan ini diberlakukan untuk memudahkan para penulis dalam menulis artikel untuk Jurnal Geosains Terapan. Di samping itu penulisan sesuai dengan format yang disyaratkan akan memudahkan pihak editor untuk memproses lebih lanjut tahapan-tahapan prosedur penerbitan artikel JGT.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih dapat disampaikan kepada pihak pemberi dana penelitian, kepada lembaga/orang yang membantu penelitian, kepada orang yang membantu dalam diskusi, dll.

#### DAFTAR ACUAN

- [1] H. Young, J.M. Gilbert, S.H. Murray, and R.D. Ball, Causal effects of aroma compounds on royal gala apple flavours, *J. Sci. Food Agric.* 71 (1996) 329-336.
- [2] A.S. Carslaw, and J.C. Jaeger, *Conduction of heat in solids*, 2<sup>nd</sup> edition, Clarendon Press, Oxford (1959).
- [3] L. Weiss, *Instruction to Authors*, Elsevier Publishing, <http://www.elsevier.com/authors.html>, 1999.
- [4] T. Toriyama, Y. Tanimoto, S. Sugiyama, Single crystalline silicon nano wire piezoresistors for mechanical sensors, *Transducers '01 Eurosensors XV Digest of technical papers, Munich (2001)*, 1002-1005.