

**TSUNAMI EVACUATION ROUTES MAPPING  
BASED ON SEVERAL TSUNAMI WAVE HEIGHTS SCENARIO  
ON THE SOME PART OF COASTAL AREAS OF BANDA ACEH CITY**

Kasyful Humam  
[humamkasyful@gmail.com](mailto:humamkasyful@gmail.com)

Nurul Khakhim  
[nurulkhakhim7@gmail.com](mailto:nurulkhakhim7@gmail.com)

**ABSTRACT**

*The purpose of this research is to map tsunami evacuation route in Banda Aceh by modeling tsunami inundation, with some scenarios of tsunami run-up heights along the coastline using Berryman equation which utilize cost distance as equation variable. Scenarios of tsunami run-up is 1m, 2m, 5m, 15m and 30m, and 60m. The results of the hazard analysis of scenario 1m, 2m and 5m classified as very low and low class of hazard where the worst inundation only occurred at the seaport. In the other hand, scenario of 15m and 30m shows that residential areas are flooded since it reached the mainland sites. Scenario of 60m has been inundated with a total area of 20.88 km<sup>2</sup> or 92.73%. Social vulnerability analysis shows 4 villages are very high vulnerability, 8 villages are high vulnerability, 10 villages are vulnerability, 8 villages are low vulnerability and 3 villages are very low vulnerability. Result of mapping tsunami evacuation route shows the longest time by running takes from susceptibility area to evacuate building is 19,69 minutes and 0,11 minutes with the fastest time by running.*

**Keywords:** *Tsunami, scenarios, hazards, vulnerability, evacuation*

**ABSTRACT**

Tujuan penelitian ini ialah melakukan pemetaan jalur evakuasi tsunami di Kota Banda Aceh dengan memodelkan genangan tsunami dalam beberapa skenario ketinggian *run-up* tsunami dari garis pantai dengan persamaan Berryman memanfaatkan *tools cost distance*. Memetakan kerentanan sosial dan pembuatan peta jalur evakuasi berbagai skenario. Adapun skenario *run-up* tsunami sebesar 1m, 2m, 5m, 15 m dan 30 m, dan 60m. Hasil yang didapatkan pada analisis bahaya pada skenario 1m, 2m dan 5m terklasifikasi bahaya sangat rendah dan rendah dimana penggenangan terparah hanya terjadi di pelabuhan laut. Sedangkan skenario 15m dan 30m area permukiman tergenang dan mencapai daratan lokasi penelitian. Skenario 60m seluruh lokasi penelitian telah tergenang dengan total luasan 20,88 Km<sup>2</sup> atau 92,73% dari wilayah penelitian. Analisis kerentanan sosial menunjukkan 4 desa mempunyai kerentanan sangat tinggi, 8 desa kerentanan tinggi, 10 desa kerentanan sedang, 8 desa kerentanan rendah dan 3 desa kerentanan sangat rendah. Hasil analisis jalur evakuasi tsunami menunjukkan waktu terlama yang dibutuhkan dari daerah rawan ke gedung evakuasi ialah mencapai 19,69 menit dengan berlari dan waktu tercepat ialah 0,11 menit dengan berlari.

**Kata Kunci:** Tsunami, Skenario, Bahaya, Kerentanan, Evakuasi

## PENDAHULUAN

Bencana adalah peristiwa/rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis (UU No.24 Tahun 2007). Lempeng Benua Eurasia, lempeng Samudra Hindia-Australia, dan lempeng Samudra Pasifik ialah lempeng tektonik yang berada di kawasan Indonesia. Lempeng-lempeng tersebut sampai sekarang masih terus aktif dan saling bergerak secara konvergen, hal inilah yang menyebabkan Indonesia memiliki potensi bencana yang tinggi seperti gempa dan tsunami.

Banda Aceh yang merupakan salah satu kota besar di Aceh tidak luput dari terjangkit tsunami. Daerah dengan populasi 260.478 tersebut menelan 13.785 korban jiwa dan 58.981 lainnya hilang (BRR NAD NIAS, 2009). Data tersebut menunjukkan bahwa penduduk merupakan *element at risk* atau objek pengamatan dengan kerentanan yang tinggi terhadap tsunami.

Penelitian ini memfokuskan untuk memetakan jalur evakuasi tsunami secara horizontal yaitu pemberian informasi kepada masyarakat ke daratan yang lebih tinggi dan menjauh dari zona bahaya pada skenario ketinggian 1 m, 2 m, 5 m, 15 m, 30m, dan 60m dan juga pembuatan peta sebaran kerentanan sosial. Penelitian ini didasari oleh jalur evakuasi tsunami yang telah tersedia di Kota Banda Aceh belum memberikan informasi bahaya tsunami yang dapat terjadi di Kota Banda Aceh. Pemilihan skenario ketinggian tersebut diharapkan mampu mewakili karakteristik tsunami dengan klasifikasi kerusakan yang rendah hingga kerusakan yang tinggi. Pemilihan skenario ketinggian ini juga didasari oleh skala intensitas tsunami Immamura-lida pada skenario 1m, 2m, 5m, 15m, dan 30m. Sedangkan skenario 60m didasari oleh ketinggian tsunami yang terjadi pada tahun 2004 lalu.

Pembuatan jalur evakuasi pada penelitian ini menggunakan data penginderaan jauh seperti penggunaan Citra GeoEye-1. Setiap

citra penginderaan jauh memiliki kemampuan perekaman yang berbeda baik dari resolusi spasial maupun tujuan penggunaan citra tersebut. Selain itu juga terdapat data sekunder kependudukan untuk pembuatan peta kerentanan sosial. Berdasarkan peraturan Kepala BNPB No 2 Tahun 2012, parameter kerentanan sosial meliputi kepadatan penduduk, *sex ratio*, garis kemiskinan, penyandang cacat, penduduk menurut kelompok umur. Data sekunder lainnya ialah penggunaan peta kontur yang bertujuan untuk pembuatan peta kemiringan lereng. Diharapkan dengan adanya jalur evakuasi ini masyarakat dapat mengetahui arah evakuasi yang efektif dan efisien serta mengetahui tindakan yang tepat apabila sewaktu waktu tsunami kembali menerpa Kota Banda Aceh.

## METODE PENELITIAN

### 1. Wilayah Penelitian

Wilayah penelitian adalah Kecamatan Meuraxa, Kuta Raja dan Kuta Alam Kota Banda Aceh. Kecamatan tersebut merupakan kecamatan yang berbatasan langsung dengan garis pantai sehingga merupakan kecamatan dengan dampak yang terparah pada tsunami 10 tahun silam.

### 2. Tahap Persiapan Lapangan

1. Melakukan studi pustaka dan pengumpulan alat dan bahan penelitian
2. Interpretasi penggunaan lahan dan jaringan jalan melalui Citra GeoEye-1 dengan mengacu pada klasifikasi Malingreau.
3. Pembuatan peta kemiringan lereng melalui peta kontur CI: 0,5
4. Pembuatan Peta Administrasi Kota Banda Aceh
5. Pembuatan peta sampel untuk pengujian interpretasi penggunaan lahan dan jaringan jalan. Penentuan sampel menggunakan metode *proporsional stratified random sampling*.

### 3. Tahap Lapangan

1. Uji akurasi interpretasi penggunaan lahan dan jaringan jalan. Uji akurasi interpretasi penggunaan lahan dilakukan guna mengetahui tingkat ketelitian dalam interpretasi yang dilakukan pada tahap

persiapan lapangan. Penggunaan lahan pada daerah kajian didapatkan melalui Citra GeoEye-1. Hasil interpretasi penggunaan lahan di laboratorium akan dibandingkan pada saat cek lapangan dengan kondisi yang sebenarnya

2. Pengamatan jaringan jalan. Jaringan jalan yang terdiri dari panjang jalan, lebar jalan, kondisi jalan, bahan jalan, ada tidaknya jembatan serta arah jalan merupakan parameter jaringan jalan dimana setiap parameter memiliki bobot yang telah ditentukan.
3. Pengecekan bangunan yang dapat dijadikan titik evakuasi. Pengecekan ini bertujuan untuk mencari alternatif gedung penyelamatan yang secara teknis dapat menampung pengungsi selain bangunan escape building yang telah dibuat oleh pemerintah setempat.

#### 4. Tahap Pasca Lapangan

1. Re-Interpretasi peta penggunaan lahan dan Jaringan Jalan. Setelah dilakukan interpretasi penggunaan lahan dan jaringan jalan di tahap persiapan lapangan dan menguji ketelitian interpretasi di tahap lapangan, maka diperlukan interpretasi ulang atau re-interpretasi agar didapatkan informasi penggunaan lahan dan jaringan jalan yang sesuai dengan yang ada di daerah kajian.
2. Pembuatan kemiringan lereng dan peta kekasaran permukaan. Pembuatan peta kemiringan lereng dengan acuan klasifikasi Bakosurtanal, 1999. Topografi Banda Aceh yang relatif datar memerlukan data yang detail dalam pembuatannya. Peta kemiringan lereng pada penelitian ini didapatkan melalui interpolasi peta kontur dengan CI 0,5. Selain peta kemiringan lereng pembuatan peta kekasaran permukaan sangat diperlukan dalam memetakan bahaya tsunami mengingat kemiringan lereng Kota Banda Aceh yang relatif datar. Penggunaan lahan yang telah di re-interpretasi akan dikonversi sesuai koefisien kekasaran permukaan. Pembuatan peta kekasaran permukaan dimaksudkan agar rambatan tsunami dari garis pantai menuju ke daratan menjadi

lebih mendekati dengan kenyataan yang ada di lapangan. Adapun koefisien kekasaran permukaan mengacuk pada (Berryman, 2006); (Li & Zhang, 2001); Murashima *et al.* (2008); Latief and Hadi (2007); Murashima *et al.* (2008); Imamura (2009).

3. Pemodelan ketinggian genangan tsunami dan pembuatan peta bahaya tsunami. Pemodelan ketinggian tsunami yang dilakukan pada penelitian ini mempertimbangkan faktor kemiringan lereng, kekasaran permukaan dan skenario ketinggian gelombang tsunami. Pemilihan skenario ketinggian gelombang tsunami diharapkan dapat merepresentasikan ketinggian gelombang tsunami dengan klasifikasi kerusakan yang kecil hingga besar.
4. Pembuatan peta kerentanan. Pembuatan peta kerentanan dalam penelitian ini lebih menekankan pada kerentanan sosial yang meliputi kepadatan penduduk, *sex ratio*, penduduk menurut kelompok umur, garis kemiskinan dan penyandang cacat sebagai objek pengamatan/elemen risiko dari bahaya tsunami. Sedangkan klasifikasi tingkat kerentanan menggunakan metode interval tertentu yang terbagi dalam 5 kelas yaitu kelas tidak rentan, rentan rendah, rentan sedang, rentan tinggi, sangat rentan.
5. Penentuan daerah rawan dan gedung evakuasi serta pembuatan peta jalur evakuasi tsunami. Penentuan daerah rawan dan gedung evakuasi didasari oleh penggabungan peta bahaya dan peta kerentanan di daerah kajian. Daerah rawan merupakan daerah yang pada peta bahaya dan kerentanan teridentifikasi dilewati genangan tsunami dan berada di wilayah permukiman, gedung atau pelabuhan laut. sedangkan gedung evakuasi merupakan gedung yang pada peta bahaya teridentifikasi tidak dilewati genangan tsunami dan telah dicek saat lapangan bahwa gedung tersebut dapat digunakan sebagai titik penyelamatan serta diutamakan berada pada desa dengan kerentanan tinggi atau sangat tinggi. Penentuan titik rawan dan evakuasi akan berbeda tiap skenario ketinggian genangan

tsunami. Pembuatan peta jalur evakuasi tsunami berdasarkan skenario ketinggian gelombang tsunami yaitu pada skenario (1m, 2m, 5m, 15m, 30m, dan 60m) merupakan output akhir dari penelitian ini. Pembuatan peta tersebut didasari oleh peta bahaya, kerentanan dan titik rawan dan evakuasi serta jaringan jalan yang terdiri dari panjang jalan, lebar jalan, kondisi jalan, bahan jalan, ada tidaknya jembatan serta arah jalan dengan memanfaatkan *network analyst* yang ada di sistem informasi geografis (SIG).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Interpretasi Penggunaan Lahan dan Jaringan Jalan dari Citra GeoEye-1

Interpretasi penggunaan lahan dan jaringan jalan dilakukan melalui citra GeoEye-1 tahun perekaman 2014. Berdasarkan DigitalGlobe (2014) Citra GeoEye-1 telah terkoreksi untuk distorsi radiometrik dan geometrik sehingga citra yang telah didapat hanya memerlukan georeferencing untuk diinterpretasi penggunaan lahan dan jaringan jalan.

Interpretasi yang digunakan dalam penelitian ini ialah interpretasi visual dengan menggunakan 8 unsur interpretasi yang ada yaitu Rona/warna, bentuk, bayangan, ukuran, tekstur, pola, situs dan asosiasi. Namun, pada praktiknya setiap objek tidak memakai keseluruhan unsur interpretasi yang ada, tetapi hanya memerlukan kunci interpretasi yang diperlukam saja sehingga setiap objek dapat dibedakan dengan jelas. Adanya *Local Knowledge* juga sangat membantu dalam interpretasi penggunaan lahan dan jaringan jalan

Hasil interpretasi penggunaan lahan di Kecamatan Meuraxa, Kuta Raja dan Kuta Alam ialah penggunaan lahan berupa belukar, gedung, Gosong Pantai, pelabuhan laut, hutan mangrove, kebun campuran, lahan terbuka, rawa, rumput rawa, semak, tambak dan tegalan/ladang. Interpretasi jaringan jalan terbagi antara jalan kolektor dan jalan lokal/lain. Interpreter tidak membedakan antara jalan lokal dan lain karena nilai koefiseien

kekasaran permukaan antar keduanya sama

### 2. Uji Ketelitian Interpretasi Penggunaan Lahan dan Jaringan Jalan

Metode penentuan sampel menggunakan *stratified proportional radom sampling*. Pengambilan sampel menggunakan metode tersebut dengan cara mengambil seluruh jenis jenis penggunaan lahan dan jaringan jalan yang terklasifikasi dan sampel tersebut ditentukan secara seimbang dengan banyaknya setiap jenis penggunaan lahan dan jaringan jalan serta terdistribusi secara merata dalam masing-masing jenis penggunaan lahan dan jaringan jalan.

Hasil uji ketelitian interpretasi pada penggunaan lahan sebesar 90,97% Perubahan penggunaan lahan yang banyak berubah ialah antara penggunaan lahan semak menjadi penggunaan lahan belukar sebanyak 8 kesalahan interpretasi. Seperti yang diketahui pertumbuhan semak menjadi belukar sangatlah cepat. Perbedaan bulan antara citra yang digunakan dan cek lapangan membuat kesalahan ini dapat terjadi

### 3. Peta Penggunaan Lahan, Koefisien Kekasaran Permukaan dan Kemiringan Lereng

Penggunaan lahan yang dominan di lokasi penelitian ialah tubuh air atau laut dengan luas 628 Ha atau 25,18 %. Hal ini disebabkan pengaruh tsunami yang membuat perubahan morfologi daratan pesisir. Tsunami pada 26 Desember 2014 dengan kekuatan tertentu memasuki ke dataran dengan elevasi yang lebih rendah sehingga ketika terjadi tarikan gelombang tsunami air tersebut terjebak di daratan. Penggunaan lahan lain yang mendominasi lokasi penelitian ialah permukiman kepadatan sedang dengan luas 419 Ha atau 16,79. Permukiman kepadatan rendah 229 Ha atau 9,18% dan Permukiman Kepadatan tinggi 155 ha atau 6,2%. Kelas kepadatan permukiman didapatkan melalui pembagian antara luas kepadatan permukiman di suatu desa dan luas desa tersebut.

Pada penelitian ini permukiman terbagi 3 kelas hal ini dikarenakan perbedaan koefisien kekasaran permukaan antar kelas permukiman. Semakin padat permukiman di suatu daerah maka semakin tinggi nilai koefisien kekasaran permukaan dan lebih efektif untuk menahan genangan tsunami. Begitu pula sebaliknya semakin rendah nilai koefisien kekasaran permukaan maka penggunaan lahan tersebut lebih mudah meloloskan genangan tsunami yang melewati penggunaan lahan tersebut. Sebagai perbandingan permukiman kepadatan rendah memiliki koefisien 0,04, permukiman kepadatan sedang 0,06, dan permukiman kepadatan tinggi 0,08. Akan tetapi nilai koefisien tertinggi ialah gedung dengan nilai koefisien 0,15 dan yang terendah laut dengan nilai 0,001.

**Tabel 1.** Nilai Koefisien Kekasaran Permukaan

Penggunaan Lahan	Koefisien kekasaran permukaan
Belukar	0,05
Gedung	0,15
Gosong Pantai	0,015
Pelabuhan Laut	0,15
Hutan mangrove	0,06
Kebun Campuran	0,035
Lahan terbuka	0,015
Rawa	0,015
Rumput Rawa	0,025
Semak	0,04
Tegalan/Ladang	0,03
Tambak	0,01
Permukiman Kepadatan Rendah	0,040
Permukiman Kepadatan Sedang	0,060
Permukiman Kepadatan Tinggi	0,080
Laut (Tubuh air)	0,001
Sungai	0,07
Jalan Kolektor	0,01
Jalan Lokal dan Lain	0,013

Sumber: Khomaruddin, 2010

Informasi kemiringan lereng merupakan elemen penting dalam

penelitian ini khususnya dalam analisis bahaya tsunami. Penurunan informasi kemiringan lereng didapatkan melalui peta kontur yang telah tersedia dengan CI 0,5m. Ketinggian elevasi pada daerah penelitian relatif datar. Kemiringan lereng diklasifikasikan menurut Bakosurtanal, 1999. Maksimum ketinggian kemiringan lereng pada lokasi penelitian hanya mencapai 8%

#### 4. Analisis Bahaya Tsunami

Analisis terkait bahaya tsunami didapatkan melalui persamaan Berryman

$$\text{yaitu: } H_{loss} = \left( \frac{16,7-n^2}{H_0^{\frac{1}{3}}} \right) + 5 \cdot \sin S$$

$H_{loss}$  = kehilangan ketinggian tsunami untuk 1 m jarak rambatannya

$H_0$  = Ketinggian awal tsunami di garis pantai

$n$  = koefisien kekasaran permukaan

$S$  = lereng permukaan

Inputan dari bahaya tsunami memerlukan data kemiringan lereng, kekasaran permukaan, garis pantai dan skenario ketinggian genangan bahaya tsunami dari garis pantai.

Bahaya yang didapatkan pada skenario ketinggian genangan 1m berada Pada klasifikasi bahaya sangat rendah. Distribusi luas yang terkena dampak pada skenario 1m seluas 0,84 Km<sup>2</sup> dengan persentase 3,74% dari total luasan wilayah penelitian. Begitu pula dengan skenario 2m yang masih termasuk pada klasifikasi bahaya sangat rendah dengan distribusi luasan wilayah yang tergenang seluas 1,79 Km<sup>2</sup> dengan persentase 7,94%. Keberadaan mangrove dan rawa masih mampu menahan genangan tsunami ke arah daratan yang lebih luas. Akan tetapi pada genangan 2m telah mencapai pelabuhan dan jalan pada Desa Ulee Lheu dan Deah Baro

Ketinggian gelombang pada skenario 5m terklasifikasi 2 kelas yaitu bahaya sangat rendah dan bahaya rendah. Luasan

wilayah bahaya tsunami pada kelas bahaya sangat rendah ialah 1,60 Km<sup>2</sup> dan kelas bahaya rendah ialah 2,91 Km<sup>2</sup> dengan total luas 4,52 Km<sup>2</sup> dan persentase 20,06% dari total luas wilayah penelitian. Seperti pada gelombang ketinggian 2m, keberadaan mangrove juga masih mampu menahan gelombang tersebut untuk mencapai area daratan. Hanya pada Desa Ulee Lheue, Deah Baro dan Alue Deah Teungoh di Kecamatan Meuraxa yang mulai genangan mulai mencapai area permukiman. Hal ini disebabkan kurangnya mangrove sebagai penahan genangan di daerah tersebut.

Ketinggian gelombang pada skenario 15m terklasifikasi 3 kelas yaitu kelas bahaya sangat rendah, rendah dan sedang. Luasan wilayah bahaya tsunami pada kelas bahaya sangat rendah ialah 0,67 Km<sup>2</sup>, bahaya rendah 1,02 Km<sup>2</sup>, dan bahaya sedang 6,77 Km<sup>2</sup>. Total luas bahaya pada skenario ini ialah 8,46 Km<sup>2</sup> dengan persentase luas 37,%. Keberadaan mangrove sudah tidak mampu menahan genangan untuk menerjang daratan. Area permukiman mulai tergenang lebih luas dari skenario sebelumnya.

Ketinggian gelombang pada skenario 30m terklasifikasi 4 kelas yaitu kelas bahaya sangat rendah, rendah, sedang, dan tinggi. Luasan wilayah bahaya tsunami pada kelas bahaya sangat rendah ialah 0,63 Km<sup>2</sup>, bahaya rendah 0,92 Km<sup>2</sup>, bahaya sedang 4,26 Km<sup>2</sup>, dan bahaya tinggi 8,78 Km<sup>2</sup>. Total luas bahaya pada skenario ini ialah 14,59 Km<sup>2</sup> dengan persentase luas 64,77%. Seperti yang telah di jelaskan sebelumnya parameter yang mempengaruhi distribusi genangan tsunami ialah koefisien kekasaran permukaan, kemiringan lereng dan skenario bahaya itu sendiri. Akan tetapi pada lokasi penelitian kemiringan lereng yang ada sangat relatif datar sehingga parameter koefisien kekasaran permukaan memiliki peranan yang sangat penting untuk menahan genangan tsunami tiap skenario. Hal ini yang pula yang memicu perbedaan jarak genangan yang terjadi tiap desa. Ditinjau dari penggunaan lahan yang ada. Desa-Desa di Kecamatan Kuta

Alam memiliki variasi penggunaan lahan yang dominan daripada 2 kecamatan yang lain. Dominan yang dimaksud ialah memiliki kepadatan permukiman padat dan juga gedung gedung. Gedung dan permukiman merupakan penggunaan yang memiliki koefisien kekasaran permukaan tertinggi yaitu 0,15 dan 0,08 sehingga efektif dalam menahan genangan tsunami. Pada Skenario ini desa yang berada di Kecamatan Kuta Raja merupakan desa dengan dampak terparah yang hampir seluruh desa di kecamatan tersebut tergenang tsunami kecuali gedung-gedung yang berada pada desa Keudah, Lampaseh Kota dan Merduati.

Ketinggian gelombang pada skenario 60m terklasifikasi 5 kelas yaitu kelas bahaya sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Luasan wilayah bahaya tsunami pada kelas bahaya sangat rendah ialah 0,06 Km<sup>2</sup>, bahaya rendah 0,13 Km<sup>2</sup>, bahaya sedang 1,36 Km<sup>2</sup>, bahaya tinggi 4,11 Km<sup>2</sup>, dan bahaya sangat tinggi 15,23 Km<sup>2</sup>. Total luas bahaya pada skenario ini ialah 20,88 Km<sup>2</sup> dengan persentase luas 92,73%. Pada skenario gelombang 60m hampir seluruh desa di lokasi penelitian tergenang tsunami bahkan gedung di desa Keudah, Lampaseh Kota dan Merduati Kecamatan Kuta Raja pun mulai tergenang dan hanya menyisakan gedung-gedung yang terdapat pada Kecamatan Kuta Alam.

Tabel 2. Distribusi Luas Genangan Bahaya Tsunami

Skenario Ketinggian Gelombang (m)	Luas Wilayah Bahaya Tsunami (Km <sup>2</sup> )					Total Luasan (Km <sup>2</sup> )	Persentase
	<2m (Bahaya sangat rendah)	2-5m (Bahaya Rendah)	5-15m (Bahaya Sedang)	15-30m (Bahaya Tinggi)	>30m (Bahaya Sangat Tinggi)		
1m	0,84					0,84	3,74%
2m	1,79					1,79	7,94%
5m	1,60	2,91				4,52	20,06%
15m	0,67	1,02	6,77			8,46	37,59%
30m	0,63	0,92	4,26	8,78		14,59	64,77%
60m	0,06	0,13	1,36	4,11	15,23	20,88	92,73%
Luas Wilayah Penelitian (Km <sup>2</sup> )						22,52	

Sumber: (Pengolahan Data, 2014)

## 5. Analisis Kerentanan Tsunami

Berdasarkan peraturan Kepala BNPB No. 2 tahun 2012 kerentanan merupakan total dari kerentanan sosial, ekonomi, fisik dan lingkungan. Pada penelitian ini, penyusun hanya memakai kerentanan sosial sebagai parameter untuk penentuan titik bahaya dan titik evakuasi tsunami. Parameter kerentanan sosial meliputi

kepadatan penduduk, rasio jenis kelamin, rasio kemiskinan, rasio orang cacat dan rasio kelompok umur. Penilaian parameter dilakukan dengan metode pengharkatan berjenjang tertimbang dimana setiap parameter memiliki bobot yang berbeda beda. Kepadatan penduduk memiliki bobot 60% dan rasio jenis kelamin, rasio kemiskinan, dan rasio orang cacat 40%. Parameter menurut kelompok umur dalam penelitian ini tidak digunakan karena data kelompok umur di lokasi penelitian tidak tersedia. Pengklasifikasian kerentanan memakai metode interval tertaur dan didapatkan 5 kelas yaitu rentan sangat rendah dengan jumlah skor 1, rentan rendah jumlah skor 2, rentan sedang jumlah skor 3, rentan tinggi jumlah skor 4, dan rentan sangat tinggi jumlah skor 5.

Hasil yang didapatkan setelah analisis data kerentanan sosial yang mempertimbangkan keempat parameter yaitu kepadatan penduduk, *sex ratio*, penyandang cacat dan penduduk miskin ialah 3 desa atau 9,09 % berada pada kelas kerentanan sangat rendah, 8 desa atau 24,24 % berada pada kelas kerentanan rendah, 10 desa atau 30,30 % berada pada kelas kerentanan sedang, 8 desa atau 24,24 % berada pada kelas kerentanan tinggi dan 4 desa atau 12,12 % berada pada kelas kerentanan sangat tinggi.

Desa Ulhe Lheu, Deah Baro, Lampaseh Aceh, Gampong Pande, Lampulo, Lamdingin dan Lambaro Skep adalah desa yang berbatasan langsung dengan garis pantai. Desa tersebut terkena dampak awal apabila terjadi tsunami. Dari hasil analisis desa desa tersebut memiliki kerentanan sangat rendah hingga sedang. Hal ini mencerminkan kebijakan pemerintah Banda Aceh yang meminimalkan penduduk yang berbatasan langsung dengan pantai. Akan tetapi Desa Lampulo masih memiliki kerentanan yang tinggi. Hal ini pula yang memerlukan titik evakuasi yang terjangkau.

Dari hasil analisis dapat dilihat keseluruhan parameter yang digunakan yang mempunyai pengaruh terhadap hasil kerentanan sosial. Basis dari pembuatan

peta kerentanan sosial ialah data kependudukan dimana kepadatan penduduk memiliki bobot yang paling tinggi yaitu 60%. Oleh sebab itu desa seperti Kampung Laksana, Merduati, Kampung Mulia, Kuta Alam, Punge Ujong memiliki tingkat kerentanan yang sangat tinggi walaupun desa tersebut berada jauh dari garis pantai.

Tabel 5.18 Distribusi Tingkat Kerentanan Sosial

Desa	Tingkat Kerentanan	Desa	Tingkat Kerentanan
Laksana	Sangat Tinggi	Peumayong	Tinggi
Punge Ujong	Sangat Tinggi	Mulia	Tinggi
Kuta Alam	Sangat Tinggi	Lampulo	Tinggi
Merduati	Sangat Tinggi	Punge Jurong	Tinggi
Bandar Baru	Tinggi	Keudah	Sedang
Surien	Tinggi	Lampaseh Kota	Sedang
Beurawe	Tinggi	Blang Oi	Sedang
Keuramat	Tinggi	Lambaro Skep	Sedang
Peulanghahan	Sedang	Gampong Pie	Rendah
Lamdingin	Sedang	Ulee Lheue	Rendah
Lamjabat	Sedang	Lambung	Rendah
Gampong Jawa	Sedang	Gampong Baro	Rendah
Deah Gumpang	Sedang	Asoi Nanggroe	Rendah
Lampaseh Aceh	Sedang	Deah Baro	Sangat Rendah
Alue Deah Teungoh	Rendah	Gampong Blang	Sangat Rendah
Cot Lamkuweuh	Rendah	Gampong Pande	Sangat Rendah
Kota Baru	Rendah		

Sumber: (Pengolahan Data, 2014)

## 6. Analisa Jalur Evakuasi Tsunami

Peta jalur evakuasi tsunami dibuat dalam berbagai skenario ketinggian gelombang tsunami seperti skenario bahaya tsunami dan titik rawan dan evakuasi tsunami yaitu 1m, 2m, 5m, 15m, 30m, dan 60m. Analisis yang digunakan dalam penentuan jalur evakuasi tsunami ialah network analyst dengan menggunakan metode closest facility dimana titik evakuasi sebagai facilities dan titik rawan sebagai incidents. Jalur evakuasi akan mencari nilai yang terendah dari setiap segmen jalan yang telah diskor sebelumnya. Jalur evakuasi tsunami pada penelitian ini memfokuskan jalur evakuasi tsunami secara horizontal atau menjauh dari garis pantai.

Pada pembuatan jalur evakuasi tsunami 1 m terdapat 1 jalur evakuasi tsunami dengan jarak 2523,70 m. Gedung evakuasi pada skenario ini dapat ditempuh selama

32,61 menit dengan berjalan dan 16,30 menit dengan berlari. Perhitungan jarak tempuh didapatkan dengan mempertimbangkan kemampuan rata-rata manusia berjalan menurut Weiner (1968) sebesar 1,29 m/s dan berlari penulis mengasumsikan dua kali lebih cepat dari berjalan. Penulis memasukkan kecepatan berlari karena ketika suatu bencana terjadi kita cenderung berlari daripada berjalan. Pada skenario 1m hanya terdapat di Kecamatan Meuraxa. Pada Kecamatan Kuta Raja dan Kuta Alam genangan yang terjadi belum mencapai daerah permukiman atau gedung sehingga tidak diperlukan jalur evakuasi tsunami.

Pada skenario 2 meter terdapat 2 jalur evakuasi tsunami dengan jarak terpanjang 2508,66 meter atau dengan waktu tempuh 32,40 menit dengan berjalan dan 16,20 menit dengan berlari. Sedangkan jarak terpendek pada jalur evakuasi skenario 2 meter sepanjang 2054,27 meter atau dengan waktu tempuh 26,54 menit dengan berjalan dan 13,27 menit dengan berlari. Pada skenario 1 meter dan 2 meter daerah rawan terdapat di kawasan pelabuhan yang terdapat di Kecamatan Meuraxa. Keempat gedung evakuasi yang terdapat pada skenario tersebut memang telah dibuatkan secara khusus untuk gedung evakuasi tsunami seperti pada gambar 5.17a

Skenario 5 meter terdapat 20 jalur evakuasi tsunami dengan jarak terpanjang 2523,70 meter atau dengan waktu tempuh 32,61 menit dengan berjalan 16,30 menit dengan berlari. Sedangkan jarak terpendek sepanjang 437,65 meter atau dengan waktu tercepat 5,65 menit dengan berjalan atau 2,83 menit dengan berlari. Pada skenario ini bahaya tsunami telah mencapai permukiman yang dapat membahayakan penduduk sekitar

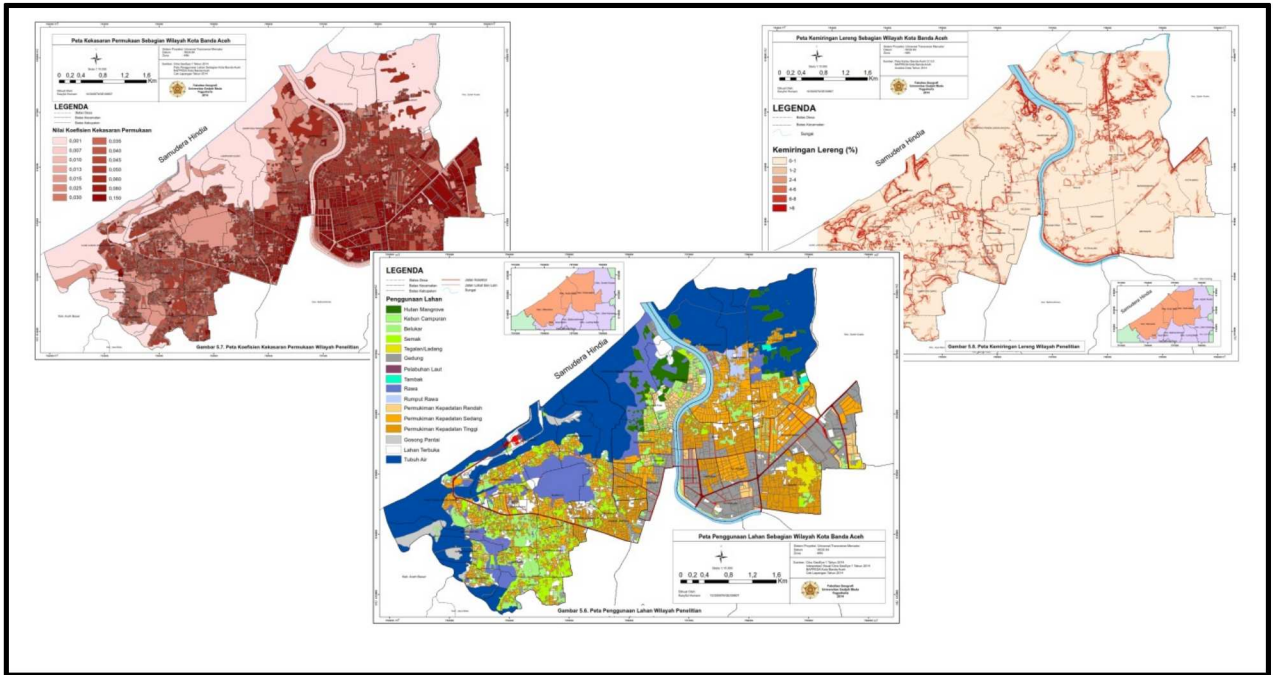
Skenario 15 meter terdapat 74 jalur evakuasi tsunami dengan jarak terpanjang 3048,44 meter atau dengan waktu tempuh 39,39 menit dengan berjalan atau 19,69 menit dengan berlari. Sedangkan jarak terpendek sepanjang 231,19 meter atau dengan waktu tempuh 2,99 menit dengan berjalan dan 1,49 menit dengan berlari.

Pada skenario ketinggian tsunami 15 meter bahaya yang terjadi telah memasuki tingkat bahaya sedang. Jalur evakuasi dan gedung evakuasi yang ada juga bertambah seiring dengan daerah rawan yang juga bertambah

Skenario 30 meter terdapat 328 jalur evakuasi tsunami dengan jarak terpanjang 3048,44 meter dengan waktu tempuh 39,39 menit dengan berjalan dan 19,69 menit dengan berlari sedangkan jarak terpendek sepanjang 22,12 meter dengan waktu tempuh 0,29 menit dengan berjalan dan 0,14 menit dengan berlari. Semakin tinggi genangan tsunami idealnya juga memiliki waktu tempuh semakin cepat ke gedung evakuasi tsunami untuk mengurangi risiko korban jiwa yang dapat terjadi. Hal ini terjadi pada skenario 30m.

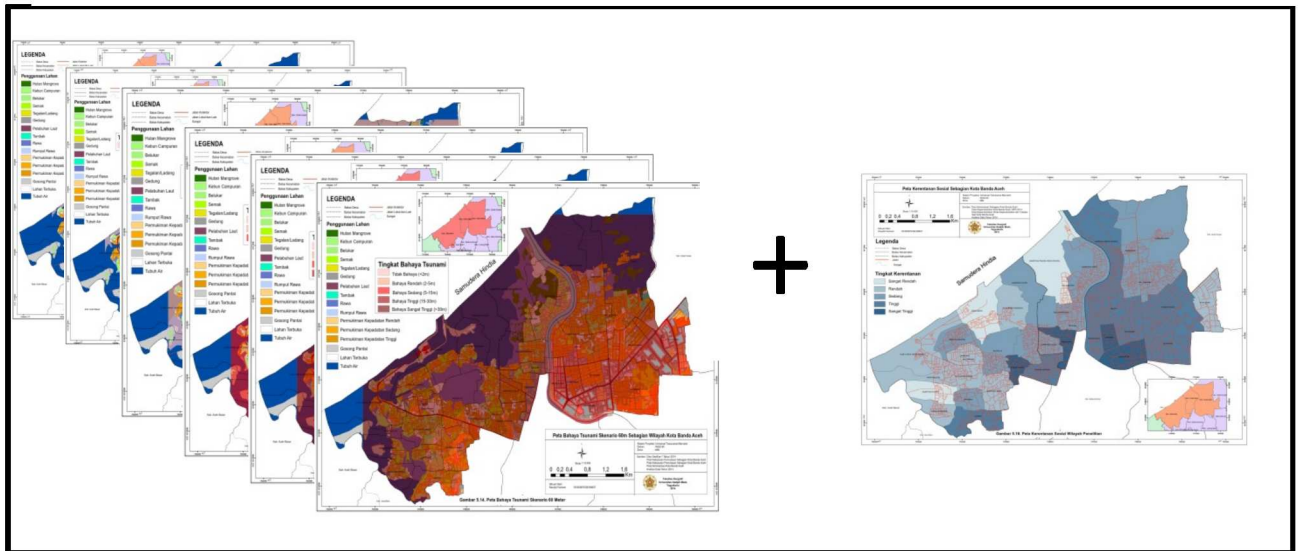
Skenario 60 meter memiliki jalur evakuasi sebanyak 580. Jarak terpanjang dari daerah rawan ke gedung evakuasi pada skenario ini ialah 3048,44 meter atau dengan waktu tempuh 39,39 menit dengan berjalan dan 19,69 menit dengan berlari. Sedangkan jarak terpendek sebesar 16,59 meter atau dengan jarak tempuh 0,21 menit dengan berjalan dan 0,11 menit dengan berlari. Pada skenario 60m keberadaan gedung evakuasi tsunami belum memiliki tempat yang ideal untuk penyelamatan. Sehingga diperlukan perhatian yang lebih untuk diadakannya gedung penyelamatan yang tidak hanya berpusat di Kecamatan Meuraxa mengingat tsunami yang terjadi pada 10 tahun silam mencapai ketinggian 50,9 meter. Dari hasil rangkuman jalur evakuasi tsunami berbagai skenario ketinggian gelombang tsunami waktu terlama orang berjalan ialah 39,39 menit dan waktu terlama orang berlari ialah 36,64 menit. Seperti yang kita ketahui pada umumnya bahaya tsunami muncul setelah adanya gempa. Selisih waktu antara gempa dan tsunami berkisar antara 15-30 menit. Selain itu kecenderungan masyarakat saat terjadinya gempa akan berlari dibandingkan berjalan. Sehingga selang waktu antara gempa dan tsunami akan menjadi waktu yang tepat ke gedung evakuasi tsunami dengan berlari.



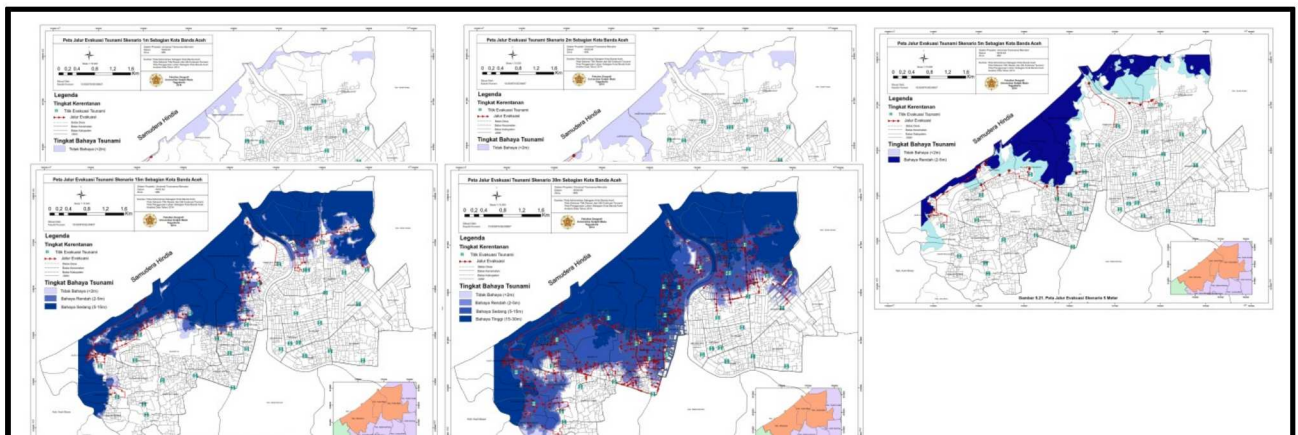


Berbagai

Gambar 1. Peta Penggunaan Lahan, Kemiringan Lereng Dan Koefisien Kekasaran Permukaan Yang Menjadi Dasar Pembuatan Peta Bahaya

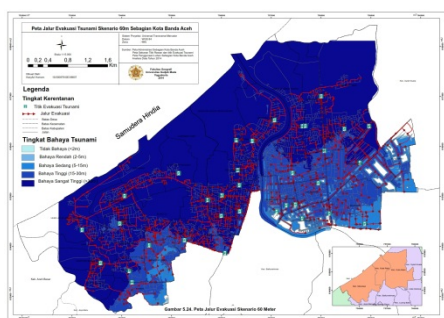


Gambar 2. Peta Bahaya Berbagai Skenario Ketinggian Tsunami Dioverlay Dengan Peta Kerentanan Untuk Mendapatkan Titik Rawan Dan Titik Evakuasi Tsunami



## Saran

1. Perlu dipertimbangkan untuk penelitian sejenis dalam pembuatan peta bahaya tsunami tidak hanya dengan menggunakan software ArcGis pada tools *cost distance* tapi juga dapat menggunakan software Tunami-N2
2. Faktor kerentanan pada pembuatan peta kerentanan tidak hanya mempertimbangkan kerentanan sosial tapi juga dapat memasukkan kerentanan
3. ekonomi, fisik dan lingkungan pada suatu daerah
4. Pembuatan jalur evakuasi tsunami pada penelitian sejenis juga dapat mempertimbangkan masing waktu pagi, siang, sore dan malam untuk pembuatan jalur evakuasi tsunami



## KESIMPULAN

1. Bahaya tsunami dengan skenario ketinggian 1m, 2m, dan 5m terklasifikasi bahaya sangat rendah dan rendah. Pada skenario tersebut genangan tsunami belum memasuki kawasan permukiman. Sedangkan skenario 15m, 30m, dan 60m terklasifikasi bahaya sedang, tinggi dan sangat tinggi. Kawasan permukiman mulai tergenang dan bahkan pada skenario 60m luas wilayah yang tergenang mencapai 20,88 Km<sup>2</sup> dari total wilayah penelitian 22,52 Km<sup>2</sup>.
2. Faktor kerentanan sosial yang terdiri dari kepadatan penduduk, *sex ratio*, penyandang cacat dan penduduk miskin di lokasi penelitian menunjukkan 7 desa mempunyai kerentanan sangat tinggi, 7 desa kerentanan tinggi, 15 desa kerentanan sedang, 2 desa kerentanan rendah dan 2 desa kerentanan sangat rendah. Total desa di lokasi penelitian berjumlah 33 desa dan 3 Kecamatan
3. Penentuan jalur evakuasi tsunami pada penelitian ini menggunakan *network analyst* dengan metode *closest facility*. Metode tersebut dipilih karena pada metode tersebut mempertimbangkan jaringan jalan yang terdapat di lokasi penelitian. Hasil analisis jalur evakuasi tsunami menunjukkan waktu terlama yang dibutuhkan dari daerah rawan ke gedung evakuasi ialah mencapai 19,69 menit dengan berlari dan waktu tercepat ialah 0,11 menit dengan berlari.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cahyono, Ari. (2009). Penentuan Jalur Evakuasi Tsunami Dalam Berbagai Variasi Ketinggian Gelombang Tsunami di Wilayah Pesisir Bantul Yogyakarta. Skripsi. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. Fakultas Geografi UGM. 2005. Pedoman Penulisan Usulan Penelitian Dan Skripsi. Yogyakarta : Badan Penerbit Fakultas Geografi UGM.
- Chow, V.T. 1984. Hand Book of Applied Hydrology. McGraw-Hill. International Book Company: New York
- DigitalGlobe. (2014). GeoEye-1. Diakses tanggal 23-04-2014, dari [http://www.digitalglobe.com/sites/default/files/DG\\_GeoEye1\\_Update2014\\_DS.pdf](http://www.digitalglobe.com/sites/default/files/DG_GeoEye1_Update2014_DS.pdf)
- Rahardian, Andri. 2006. Perubahan Penggunaan Lahan Koridor Bagian Pinggiran Kota Yogyakarta dari Tahun 1994 Hingga Tahun 2000. Skripsi. Yogyakarta : Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Khomarudin, M.R. (2010). Tsunami Risk and Vulnerability: Remote Sensing and GIS Approaches for Surface Roughness Determination, Settlement Mapping and Population Distribution Modeling

Putra, Radiansyah. (2008). Kajian Risiko tsunami Terhadap Bangunan Gedung Non-Hunian Dengan Skenario Variasi Ketinggian Run-Up pada garis Pantai (Banda Aceh). Thesis. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada..