



## Identifikasi jalur dan tempat evakuasi tsunami pada pantai siung-nglambor-jogan di kabupaten gunungkidul

*Limpat Wibowo Aji<sup>1,\*</sup>*

<sup>1</sup> Teknik Sipil, Universitas Gunung Kidul, Indonesia

\*Correspondence: E-mail: [limpatwibowo@gmail.com](mailto:limpatwibowo@gmail.com)

ABSTRACT	ARTICLE INFO
<p>Jumlah pengunjung maksimal objek wisata pantai di Kabupaten Gunungkidul yang besar sehingga jika terjadi tsunami potensi korban sangat besar. Untuk meminimalkan korban jiwa, diperlukan kebijakan untuk mengurangi risiko terhadap bencana dengan upaya menyediakan Sistem Peringatan Dini Tsunami. Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi tempat evakuasi tsunami pada objek wisata pantai dan membandingkan dengan hasil identifikasi tempat evakuasi tsunami yang dilakukan oleh BPBD Kabupaten Gunungkidul kesesuaian dengan pedoman FEMA P646. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan teknik analisis deskriptif yaitu menganalisis jalur dan tempat evakuasi dengan berpedoman dengan FEMA P646 untuk identifikasi jalur dan tempat evakuasi tsunami, ketinggian elevasi merupakan bahan dasar dari analisis yang dilakukan. Maka tujuan penelitian perlu dilakukan pengumpulan data ketinggian elevasi, waktu tiba tsunami, proyeksi jumlah pengunjung untuk menunjang analisis. Proses analisis dilakukan dengan terlebih dahulu menentukan ketinggian elevasi titik aman. Hasil penelitian ini adalah nilai ketinggian titik aman 25 meter dari permukaan laut menjadi dasar untuk menyelamatkan diri, jika dihubungkan dengan kecepatan orang berjalan, maka waktu tiba tsunami didapat tidak lebih dari 0.5 jam, hal ini masih dalam batasan sesuai dengan FEMA P-646 tahun 2008, lokasi titik kumpul evakuasi tsunami bisa digunakan penyelamatan pertama korban tsunami dengan mempertimbangkan waktu kedatangan tsunami, sedangkan pada BPBD untuk penampungan korban tsunami menggunakan fasilitas umum walaupun jaraknya jauh dan mengindahkan waktu kedatangan tsunami.</p>	<p><b>Article History:</b>  <i>Submitted/Received 26 Dec 2021</i>  <i>First Revised 03 Feb 2021</i>  <i>Accepted 11 Mar 2021</i>  <i>First Available online 30 Mar 2021</i>  <i>Publication Date 01 Apr 2021</i></p> <hr/> <p><b>Keyword:</b>  <i>Bencana,</i>  <i>Evakuasi Tsunami,</i>  <i>Identifikasi,</i>  <i>Objek Wisata Pantai.</i></p>

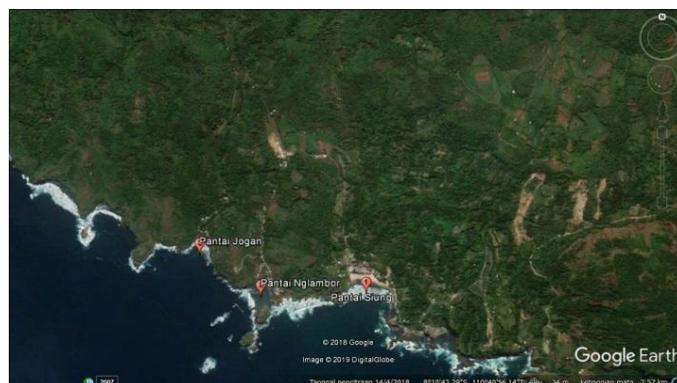
## 1. PENDAHULUAN

Wilayah Kabupaten Gunungkidul terletak antara 7°46'-8°09' Lintang Selatan dan 110°21'-110°50' Bujur Timur, yang berbatasan dengan Kabupaten Klaten dan Kabupaten Sukoharjo di sebelah utara; Kabupaten Wonogiri di sebelah timur; Samudra Hindia 4 mil dari garis pantai di sebelah selatan; Kabupaten Sleman dan Kabupaten Bantul di sebelah barat. Luas Wilayah Kabupaten Gunungkidul tercatat 1.485,36 km<sup>2</sup> yang secara administratif dibagi menjadi 18 kecamatan, 144 desa dan 1431 dusun (Sulistiyani, *et.al.*, 2016).

Kondisi geologis dan geografis yang beragam di Kabupaten Gunungkidul selain memiliki potensi yang dapat dikembangkan dalam perencanaan pembangunan wilayah, juga menyimpan ancaman bencana dalam kehidupan masyarakat. Ancaman bencana di Kabupaten Gunungkidul sangat kompleks karena dipengaruhi oleh kondisi geografis, geologis serta kapasitas dan kerentanan masyarakat (Nurohmah, 2017). Di wilayah utara, tanah longsor dan gempa bumi menjadi ancaman utama disebabkan oleh topografi bergunung dengan susunan batuan tua yang lapuk serta terletak dekat dengan daerah patahan aktif, selain juga ancaman bencana kekeringan. Wilayah tengah dan selatan yang merupakan daerah peralihan dan wilayah karst, memiliki ancaman bencana berupa kekeringan, puting beliung, gempa bumi serta tsunami di sepanjang wilayah pesisir selatan. Oleh karena itu setiap proses pembangunan di wilayah harus berwawasan pengurangan risiko terhadap ancaman bencana tersebut (Fekete, *et.al.* 2014).

Wilayah ancaman bencana gempa bumi yang berpotensi tsunami di Kabupaten Gunungkidul terletak di pesisir selatan yang berbatasan dengan Samudera Indonesia. Samudera Indonesia di selatan pulau jawa adalah merupakan pertemuan lempeng Eurasia dan Indoaustralia yang merupakan sumber terjadinya gempa bumi tektonik. Letak pertemuan lempeng di tengah laut menyebabkan wilayah pesisir menjadi rentan terhadap bahaya tsunami yang diakibatkan oleh pergeseran lempeng tersebut (Roshan, *et.al.*, 2016).

Kabupaten Gunungkidul memiliki wilayah pesisir dengan panjang pantai ± 72 km yang meliputi 6 kecamatan (Purwosari, Panggang, Saptosari, Tanjungsari, Tepus dan Girisubo) dan terdiri dari 19 desa yang berbatasan dengan laut. Pantai Siung, Pantai Nglambor dan Pantai Jogan merupakan kawasan pantai yang memiliki aktivitas manusia cukup tinggi baik dari sektor pariwisata (Adinugroho, 2017). Lokasi objek wisata pantai pada penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 1**. **Gambar 2** menunjukkan gambar pantai Siung, **Gambar 3** menunjukkan gambar pantai Nglambor, dan **Gambar 4** menunjukkan gambar pantai Jogan.



**Gambar 1.** Peta Lokasi obyek wisata pantai pada penelitian ini (<http://Google Earth>)



**Gambar 2.** Pantai Siung



**Gambar 3.** Pantai Nglambor



**Gambar 4.** Pantai Jogan

Jumlah pengunjung pada Pantai Siung-Nglambor-Jogan di Kabupaten Gunungkidul pada kondisi puncak liburan, sebagaimana bisa dilihat pada **Tabel 1**, berikut.

**Tabel 1.** Jumlah Pengunjung pada liburan puncak

<b>Nama Pantai</b>	<b>Jumlah Pengunjung Liburan Puncak (per hari) (orang)</b>
Siung	$56.730/8 = 7.091$
Nglambor	$65.591/8 = 8.199$
Jogan	$23.158/8 = 2.895$
	$145.479/8 = 18.185$

Dengan mempertimbangkan kurang lebih 28% (150 dari 530) kota/kabupaten di Indonesia memiliki risiko tinggi terhadap tsunami termasuk Wilayah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yaitu Kabupaten Gunungkidul memiliki risiko tinggi terhadap tsunami, maka untuk meminimalkan risiko korban jiwa saat terjadi tsunami diperlukan suatu kebijakan pengurangan risiko bencana dengan strategi penyelamatan yang komprehensif (Ainuddin, et.al. 2013). Selain dibutuhkan keberadaan Sistem Peringatan Dini Tsunami, diperlukan pula upaya pengurangan risiko bencana tsunami yaitu dalam bentuk identifikasi jalur dan tempat evakuasi tsunami di kawasan rawan tsunami; objek-objek wisata pantai di Gunungkidul sebagai tempat evakuasi dan berlindung saat bencana tsunami terjadi. Identifikasi jalur dan tempat evakuasi yang digunakan sebagai tempat perlindungan (Chang & Liao, 2015) dapat berupa lapangan, bukit; baik bukit alami maupun bukit buatan yang diperuntukkan sebagai jalur dan tempat evakuasi, bangunan yang ada, dan bangunan baru yang khusus dibuat untuk tujuan jalur dan tempat evakuasi.

Untuk mendapatkan parameter-parameter dalam menentukan jalur dan lokasi evakuasi tsunami di Kabupaten Gunungkidul adalah menggunakan code dan standar yang relevan yaitu FEMA P646. Pedoman FEMA P646 ini menyediakan penjelasan diantaranya mengenai analisa waktu, kecepatan dan jarak maksimum yang harus ditetapkan dengan

DOI: <http://dx.doi.org/10.17509/v3i1.xx>

Adinugroho, G. (2017). Hubungan perkembangan wisata terhadap ekonomi wilayah di Gunungkidul Selatan. *Journal of Regional and Rural Development Planning (Jurnal Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Perdesaan)*, 1(1), 16-27.

Ainuddin, S., Aldrich, D. P., Routray, J. K., Ainuddin, S., & Achkazai, A. (2013). The need for local involvement: Decentralization of disaster management institutions in Baluchistan, Pakistan. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 6, 50-58.

Aji, L., & Satyarno, I. (2019, June). Identification of paths and places of tsunami evacuation based on P646 fema for tourism beaches in the regency of gunungkidul, yogyakarta. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 273(1), 012004.

Chang, H. S., & Liao, C. H. (2015). Planning emergency shelter locations based on evacuation behavior. *Natural Hazards*, 76, 1551-1571.

Fekete, A., Hufschmidt, G., & Kruse, S. (2014). Benefits and challenges of resilience and vulnerability for disaster risk management. *International journal of disaster risk science*, 5, 3-20.

Fitrah, F., & Hasibuan, P. (2021). Evaluasi struktur gedung control room pt. perta arun gas terhadap beban tsunami. *Journal of The Civil Engineering Student*, 3(3), 211-217.

Jiang, X., Jia, Y., & Zhang, Y. (2019). Measurement analyses and evaluations of sea-level heights using the HY-2A satellite's radar altimeter. *Acta Oceanologica Sinica*, 38, 134-139.

mempertimbangkan jumlah dan tempat evakuasi, serta populasi pengunjung sebagai parameter penting agar keberadaan tempat evakuasi menjadi optimum dalam menampung penduduk sekitar hingga yang berada pada jarak maksimum.

Upaya penyediaan jalur dan tempat evakuasi sesuai dengan salah satu program/kegiatan utama pemerintah yang tertuang di dalam Masterplan Pengurangan Risiko Bencana Tsunami untuk tahun 2013-2019 pada program ketiga, yaitu Pembangunan dan Peningkatan Tempat Evakuasi Tsunami. Upaya ini sangat strategis untukantisipasi bencana tsunami, mengingat penyelamatan diri secara vertikal ke tempat evakuasi perlu dilakukan jika waktu yang tersisa untuk penyelamatan diri (*golden time*) sangat pendek, dan untuk kawasan pantai yang padat penduduk serta padat bangunan.

Maksud dan Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan penentuan jalur dan tempat evakuasi tsunami pada Pantai Siung-Nglambor-Jogan di Kabupaten Gunungkidul menggunakan pedoman FEMA P646 (Fitrah & Hasibuan, 2021).

## 2. METODE

Obyek wisata adalah tempat atau keadaan alam yang memiliki sumber daya wisata yang dibangun dan dikembangkan sehingga mempunyai daya tarik dan diusahakan sebagai tempat yang dikunjungi wisatawan (Prebensen, *et.al.* 2013). Objek penelitian identifikasi jalur dan tempat evakuasi tsunami adalah Pantai Siung-Nglambor-Jogan di Kabupaten Gunungkidul, yang merupakan kawasan aktivitas manusia cukup tinggi baik dari sektor pariwisata.

Dalam menganalisis jalur dan tempat evakuasi (TE) untuk identifikasi jalur dan tempat evakuasi tsunami, jaringan jalan merupakan bahan dasar dari analisis yang dilakukan. Berhubung tempat evakuasi (TE) dibutuhkan dalam proses evakuasi, maka analisis mengenai area evakuasi tersebut perlu dilakukan. Proses analisis dilakukan dengan terlebih dahulu menentukan area aman. Area aman dapat berupa area yang berada di luar jangkauan gelombang tsunami ataupun area yang berada di dalam area genangan tsunami (Shibayama, *et.al.*, 2013). Untuk evakuasi yang dilakukan dengan mengarahkan pengungsi ke area yang berada di luar jangkauan tsunami, maka disebut evakuasi horizontal. Sedangkan evakuasi yang dilakukan dengan mengarahkan pengungsi ke area aman yang berada dalam area jangkauan tsunami dinamakan evakuasi vertikal.

Dalam penelitian ini, data yang telah dikumpulkan, baik melalui penelitian lapangan maupun penelitian kepustakaan dianalisis secara kuantitatif yang dikombinasikan dengan kualitatif sebagai suplemen penjelasan dari kesimpulan yang didapat. Secara kuantitatif digunakan *Google Earth*, sedangkan secara kualitatif dengan menggunakan Pedoman FEMA P646. Tahapan analisis data pada penelitian melalui 5 langkah berikut ini.

### 1) Analisis sebaran populasi

Perkiraan jumlah dan distribusi populasi di wilayah obyek wisata sangat penting diketahui untuk perencanaan evakuasi, artinya tempat evakuasi tsunami dapat ditempatkan dengan tepat. Area pelayanan terkait kapasitas tempat evakuasi juga dapat diketahui, sehingga dapat diketahui kebutuhan jumlah dan kapasitas tempat evakuasi yang dibutuhkan, data sebaran populasi antara lain;

- a. Jumlah penduduk pada masing-masing obyek wisata, meliputi laki-laki, perempuan, penyandang disabilitas, dan lain-lain.

- b. Jumlah pengunjung maksimal pada masing-masing obyek wisata.
- c. Jumlah dan jenis bangunan seperti rumah, sekolah, kantor, tempat ibadah, dan lain-lain pada masing-masing obyek wisata.
- d. Ketinggian (elevasi) permukaan tanah, jarak dari garis pantai dengan menggunakan Aplikasi Altimeter dan *Google Earth*.
- e. Proyeksi jumlah pengunjung.

$$P_n = P_o (1 + x)^n \quad (1)$$

Dimana:

- $P_n$  adalah proyeksi jumlah pengunjung pada tahun ke- $n$
- $P_o$  adalah jumlah pengunjung tahun awal
- $x$  adalah angka pertumbuhan jumlah pengunjung dari tahun ke tahun (%)
- $n$  adalah tahun ke- $n$

## 2) Analisis waktu, kecepatan dan jarak evakuasi

Dalam rentang waktu perkiraan datangnya tsunami atau ETA (*estimated time of arrival*) tidak semua dapat digunakan sebagai waktu evakuasi, namun terdapat waktu untuk mendeteksi tsunami, waktu persiapan dan waktu untuk naik ke posisi aman.

Perhitungan secara empiris untuk analisa waktu, kecepatan dan jarak evakuasi dapat dilihat pada jarak maksimum tempat evakuasi berdasarkan waktu peringatan.

Perhitungan rumus ETA adalah:

DOI: <http://dx.doi.org/10.17509/v3i1.xx>

Adinugroho, G. (2017). Hubungan perkembangan wisata terhadap ekonomi wilayah di Gunungkidul Selatan. *Journal of Regional and Rural Development Planning (Jurnal Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Perdesaan)*, 1(1), 16-27.

Ainuddin, S., Aldrich, D. P., Routray, J. K., Ainuddin, S., & Achkazai, A. (2013). The need for local involvement: Decentralization of disaster management institutions in Baluchistan, Pakistan. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 6, 50-58.

Aji, L., & Satyarno, I. (2019, June). Identification of paths and places of tsunami evacuation based on P646 fema for tourism beaches in the regency of gunungkidul, yogyakarta. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 273(1), 012004.

Chang, H. S., & Liao, C. H. (2015). Planning emergency shelter locations based on evacuation behavior. *Natural Hazards*, 76, 1551-1571.

Fekete, A., Hufschmidt, G., & Kruse, S. (2014). Benefits and challenges of resilience and vulnerability for disaster risk management. *International journal of disaster risk science*, 5, 3-20.

Fitrah, F., & Hasibuan, P. (2021). Evaluasi struktur gedung control room pt. perta arun gas terhadap beban tsunami. *Journal of The Civil Engineering Student*, 3(3), 211-217.

Jiang, X., Jia, Y., & Zhang, Y. (2019). Measurement analyses and evaluations of sea-level heights using the HY-2A satellite's radar altimeter. *Acta Oceanologica Sinica*, 38, 134-139.

$$ETA = \frac{L}{V} \cdot t \quad (2)$$

Dimana:

- *ETA* adalah waktu tiba tsunami
- *L* adalah panjang jalur evakuasi
- *V* adalah kecepatan orang berjalan lemah
- *t* adalah faktor pengali waktu

3) Analisis kapasitas tempat evakuasi vertikal tsunami dan tempat evakuasi vertikal tsunami eksisting.

Jika teridentifikasi terdapat lokasi evakuasi tsunami yang aman kemudian dilakukan analisa kapasitas tempat evakuasi vertikal tsunami yang meliputi kebutuhan ruang evakuasi dan efektifitas ruang evakuasi. Jika teridentifikasi lokasi evakuasi tsunami itu suatu bangunan, maka ditentukan dengan kriteria tempat evakuasi vertikal tsunami berdasarkan FEMA P646.

4) Digitasi peta.

Proses ini dilakukan untuk mendapatkan peta tematik yang akan menjadi data turunan dengan menggunakan *Google Earth* kemudian hasilnya digunakan sebagai acuan dalam pembuatan jalur evakuasi.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Peta evakuasi tsunami Pantai Siung yang dibuat oleh Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Gunungkidul pada tahun 2012, kemudian dengan aplikasi *Google Earth* peta tersebut dicari panjang jalur evakuasi dari pantai ke tempat titik aman pertama dan luas kapasitas tempat evakuasi tsunami masing-masing objek wisata, hal lebih rinci dapat dilihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Rincian Peta Evakuasi tsunami BPBD Kabupaten Gunungkidul

Nama Pantai	Panjang Jalur Evakuasi (m)	Ketinggian Titik Evakuasi (m)	Luas Tempat Evakuasi (m <sup>2</sup> )	Waktu Tiba Tsunami (menit)
Siung	587	50	±1000	10.94
Nglambor	-	-	-	-
Jogan	-	-	-	-

1) Penentuan Lokasi Titik Evakuasi/Aman dengan Altimeter

Altimeter adalah sebuah alat untuk mengukur ketinggian suatu titik dari permukaan laut (Jiang, X., Jia & Zhang, 2019). Dalam penelitian ini untuk menentukan ketinggian titik kumpul evakuasi sebagai titik aman pertama kali akibat tsunami dengan menggunakan

aplikasi altimeter. Pengambilan titik kumpul ditentukan ketinggiannya minimal 25 Meter diatas permukaan laut [6] sebagai titik aman pertama untuk evakuasi tsunami dengan mempertimbangkan potensi wilayah untuk tempat evakuasi dan jarak tidak terlalu jauh dari lokasi pantai. Sebagaimana ditunjukkan dalam **Tabel 3**.

**Tabel 3.** Ketinggian Titik aman pertama/kumpul

<b>Nama Pantai</b>	<b>Ketinggian Titik Kumpul AMSL (m)</b>
Siung	23
Nglambor	26
Jogan	28

Penggunaan aplikasi altimeter dan lokasi tempat evakuasi/titik kumpul pada masing-masing pantai dapat dilihat lebih rinci pada **Gambar 5**, **Gambar 6**, **Gambar 7**.

DOI: <http://dx.doi.org/10.17509/v3i1.xx>

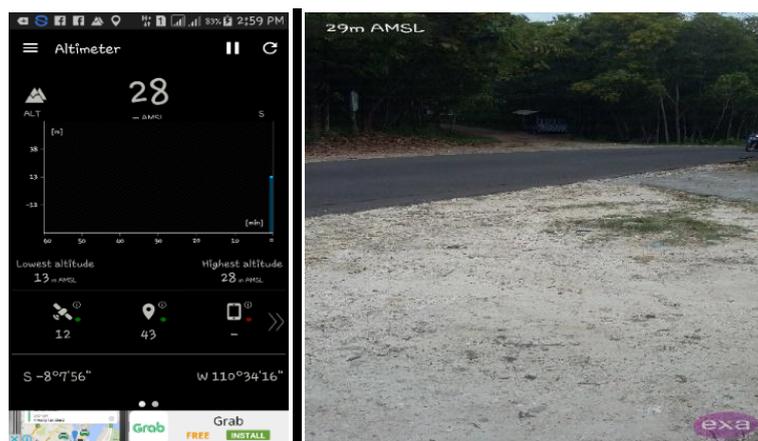
- Adinugroho, G. (2017). Hubungan perkembangan wisata terhadap ekonomi wilayah di Gunungkidul Selatan. *Journal of Regional and Rural Development Planning (Jurnal Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Perdesaan)*, 1(1), 16-27.
- Ainuddin, S., Aldrich, D. P., Routray, J. K., Ainuddin, S., & Achkazai, A. (2013). The need for local involvement: Decentralization of disaster management institutions in Baluchistan, Pakistan. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 6, 50-58.
- Aji, L., & Satyarno, I. (2019, June). Identification of paths and places of tsunami evacuation based on P646 fema for tourism beaches in the regency of gunungkidul, yogyakarta. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 273(1), 012004.
- Chang, H. S., & Liao, C. H. (2015). Planning emergency shelter locations based on evacuation behavior. *Natural Hazards*, 76, 1551-1571.
- Fekete, A., Hufschmidt, G., & Kruse, S. (2014). Benefits and challenges of resilience and vulnerability for disaster risk management. *International journal of disaster risk science*, 5, 3-20.
- Fitrah, F., & Hasibuan, P. (2021). Evaluasi struktur gedung control room pt. perta arun gas terhadap beban tsunami. *Journal of The Civil Engineering Student*, 3(3), 211-217.
- Jiang, X., Jia, Y., & Zhang, Y. (2019). Measurement analyses and evaluations of sea-level heights using the HY-2A satellite's radar altimeter. *Acta Oceanologica Sinica*, 38, 134-139.



**Gambar 5.** Elevasi dan lokasi titik aman pertama Pantai Siung



**Gambar 6.** Elevasi dan lokasi titik aman pertama Pantai Nglambor



**Gambar 7.** Elevasi dan lokasi titik aman pertama Pantai Jogan

## 2) Data dan Analisis Proyeksi Jumlah Pengunjung Tahun 2027

Seiring banyaknya wisatawan yang berkunjung pada objek wisata pantai di Kabupaten Gunungkidul, hal tersebut menjadi potensi korban tsunami sangat besar. Tempat evakuasi

tsunami saat ini yang disediakan oleh pemda, jika kita hitung perbandingan dengan jumlah pengunjung objek wisata pantai pada tahun 2017, kapasitas/kebutuhan akan ruang evakuasi masih belum mencukupi.

Diketahui bahwa angka pertumbuhan jumlah pengunjung objek wisata pantai mencapai 30%. Angka pertumbuhan tersebut dijadikan acuan untuk menghitung proyeksi jumlah pengunjung 10 tahun yang akan datang, dengan asumsi angka pertumbuhan tersebut sama setiap tahunnya. Dengan menggunakan rumus diatas, maka dapat dihitung proyeksi jumlah pengunjung objek wisata pantai 10 tahun yang akan datang dari Tahun 2017. Sebagaimana ditunjukkan dalam **Tabel 4**.

**Tabel 4.** Proyeksi jumlah Pengunjung Tahun 2027

Pos Retribusi	Tahun 2017	Tahun 2027
Siung	56.730	782.071
Nglambor	65.591	904.228
Jogan	23.158	319.253
Total	145.479	2.005.552

### 3) Penentuan Jalur, Jarak dan luasan titik kumpul evakuasi tsunami

Dalam menentukan jalur evakuasi, jarak dan luasan titik kumpul dengan menggunakan aplikasi *google earth*, sehingga akan didapat langsung jalur, jarak dan luasan titik kumpul evakuasi tsunami. Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.

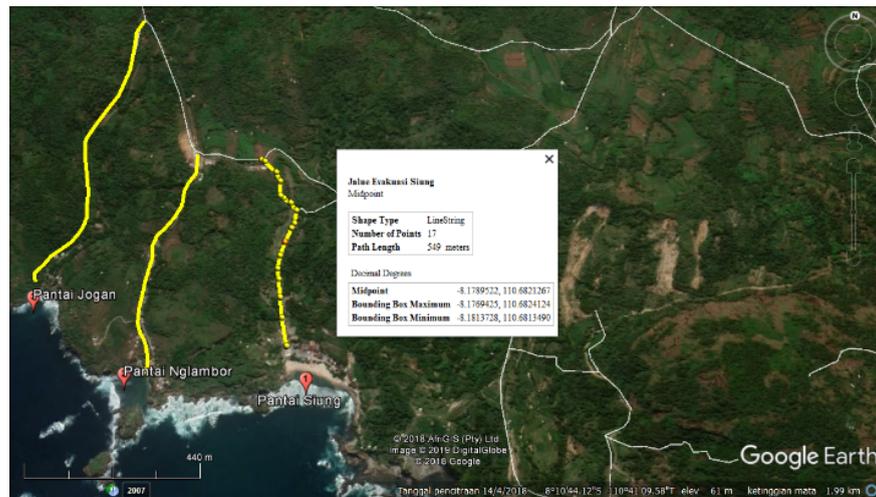
Dengan menggunakan aplikasi *google earth*, maka didapat jarak dan luasan titik kumpul evakuasi tsunami pada masing-masing pantai. Sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 8**. sampai dengan **Gambar 10**.

DOI: <http://dx.doi.org/10.17509/v3i1.xx>

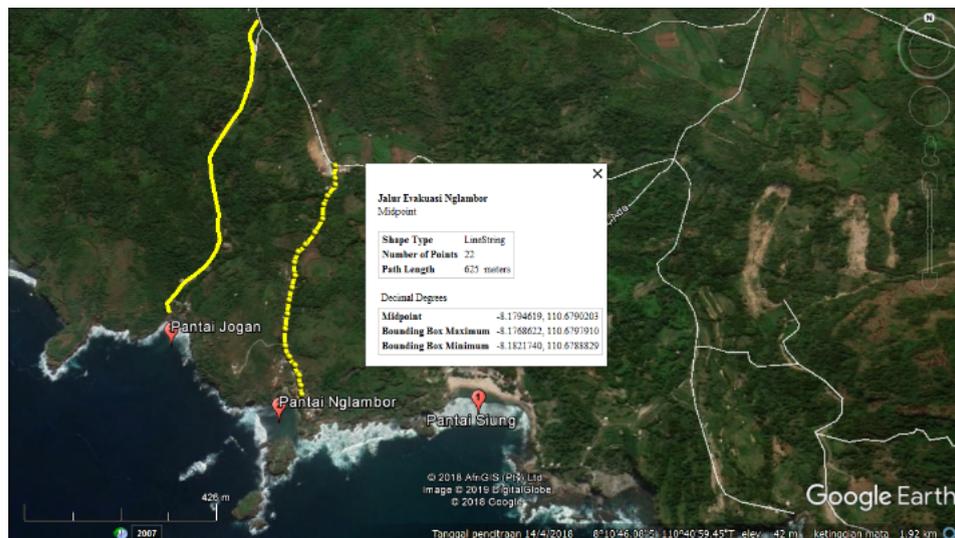
- Adinugroho, G. (2017). Hubungan perkembangan wisata terhadap ekonomi wilayah di Gunungkidul Selatan. *Journal of Regional and Rural Development Planning (Jurnal Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Perdesaan)*, 1(1), 16-27.
- Ainuddin, S., Aldrich, D. P., Routray, J. K., Ainuddin, S., & Achkazai, A. (2013). The need for local involvement: Decentralization of disaster management institutions in Baluchistan, Pakistan. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 6, 50-58.
- Aji, L., & Satyarno, I. (2019, June). Identification of paths and places of tsunami evacuation based on P646 fema for tourism beaches in the regency of gunungkidul, yogyakarta. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 273(1), 012004.
- Chang, H. S., & Liao, C. H. (2015). Planning emergency shelter locations based on evacuation behavior. *Natural Hazards*, 76, 1551-1571.
- Fekete, A., Hufschmidt, G., & Kruse, S. (2014). Benefits and challenges of resilience and vulnerability for disaster risk management. *International journal of disaster risk science*, 5, 3-20.
- Fitrah, F., & Hasibuan, P. (2021). Evaluasi struktur gedung control room pt. perta arun gas terhadap beban tsunami. *Journal of The Civil Engineering Student*, 3(3), 211-217.
- Jiang, X., Jia, Y., & Zhang, Y. (2019). Measurement analyses and evaluations of sea-level heights using the HY-2A satellite's radar altimeter. *Acta Oceanologica Sinica*, 38, 134-139.

**Tabel 5.** Ketinggian, Jarak dan Luasan titik aman pertama evakuasi tsunami

Nama Pantai	Ketinggian Titik Kumpul AMSL (m)	Jarak (m)	Luas (m <sup>2</sup> )
Siung	23	549	782
Nglambor	26	625	782
Jogan	28	831	782

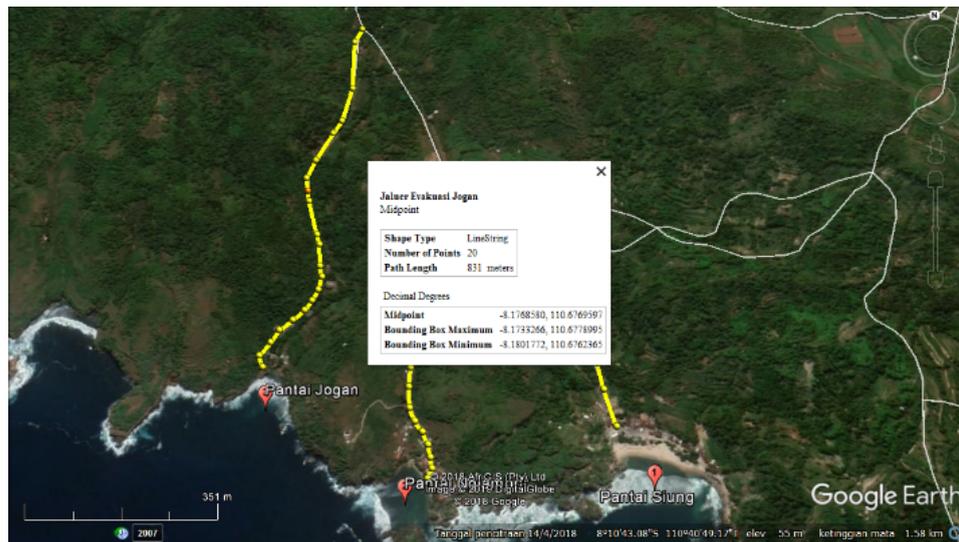


**Gambar 8.** Jarak/panjang Jalur evakuasi/titik aman pertama Pantai Siung



**Gambar 9.** Jarak/panjang Jalur evakuasi/titik aman pertama Pantai Nglambor

Tampilan jarak/panjang jalur evakuasi dapat divisualisasikan dalam **Gambar 10.**



**Gambar 10.** Jarak/panjang Jalur evakuasi/titik aman pertama Pantai Jogan

#### 4) Penentuan waktu kedatangan/waktu tiba tsunami

Kemampuan rata-rata orang sehat dapat berjalan dengan kecepatan 6,44 km per jam dan kecepatan orang berjalan dengan keterbatasan fisik 3,22 km per jam, maka bisa ditentukan waktu kedatangan/waktu tiba tsunami. Sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 6**.

DOI: <http://dx.doi.org/10.17509/v3i1.xx>

Adinugroho, G. (2017). Hubungan perkembangan wisata terhadap ekonomi wilayah di Gunungkidul Selatan. *Journal of Regional and Rural Development Planning (Jurnal Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Perdesaan)*, 1(1), 16-27.

Ainuddin, S., Aldrich, D. P., Routray, J. K., Ainuddin, S., & Achkazai, A. (2013). The need for local involvement: Decentralization of disaster management institutions in Baluchistan, Pakistan. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 6, 50-58.

Aji, L., & Satyarno, I. (2019, June). Identification of paths and places of tsunami evacuation based on P646 fema for tourism beaches in the regency of gunungkidul, yogyakarta. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 273(1), 012004.

Chang, H. S., & Liao, C. H. (2015). Planning emergency shelter locations based on evacuation behavior. *Natural Hazards*, 76, 1551-1571.

Fekete, A., Hufschmidt, G., & Kruse, S. (2014). Benefits and challenges of resilience and vulnerability for disaster risk management. *International journal of disaster risk science*, 5, 3-20.

Fitrah, F., & Hasibuan, P. (2021). Evaluasi struktur gedung control room pt. perta arun gas terhadap beban tsunami. *Journal of The Civil Engineering Student*, 3(3), 211-217.

Jiang, X., Jia, Y., & Zhang, Y. (2019). Measurement analyses and evaluations of sea-level heights using the HY-2A satellite's radar altimeter. *Acta Oceanologica Sinica*, 38, 134-139.

**Tabel 6.** Waktu peringatan berdasarkan jarak titik aman

<b>Nama Pantai</b>	<b>Jarak (m)</b>	<b>Kecepatan orang berjalan (lemah) (km/jam)</b>	<b>Waktu kedatangan Tsunami (menit)</b>
Siung	549	3.22	10.23
Nglambor	625	3.22	11.65
Jogan	831	3.22	15.48

5) Penentuan kebutuhan ruang titik kumpul evakuasi/aman pertama tsunami

Kebutuhan ruang untuk evakuasi tsunami adalah 0,5 m<sup>2</sup> per orang, dengan kata lain setiap 1 m<sup>2</sup> dapat menampung 2 orang. Pengungsi diasumsikan duduk tanpa kursi (bersila atau kaki menekuk ke depan) selama beberapa jam menunggu waktu kritis gelombang tsunami mereda. Posisi duduk tanpa kursi dan duduk bersila posisi duduk santai dengan kaki ditekuk ke depan membutuhkan ruang seluas 0,47 m<sup>2</sup> s.d 0,55 m<sup>2</sup> per orang. Maka kebutuhan ruang titik kumpul evakuasi tsunami dapat dilihat dalam **Tabel 7**.

**Tabel 7.** Kebutuhan ruang titik kumpul/aman pertama

<b>Nama Pantai</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Kebutuhan ruang (orang) (1 m<sup>2</sup> = 2 orang)</b>	<b>Jumlah pengunjung maksimal (per hari) (pengunjung)</b>
Siung	782	1.564	56.730/8 = 7.091
Nglambor	782	1.564	65.591/8 = 8.199
Jogan	782	1.564	23.158/8 = 2.895
	2.346	4.692	145.479/8 = 18.185

Berdasarkan data dari **Tabel 7**. secara keseluruhan ruang titik aman pertama/kumpul yang ditentukan kurang memenuhi syarat untuk menampung jumlah pengunjung/pengungsi jika terjadi bencana tsunami.

**Gambar 11** berikut menunjukkan detail jalur dan tempat evakuasi tsunami pantai Siung-Nglambor-Jogan.



**Gambar 11.** Detail Jalur dan Tempat Evakuasi Tsunami Pantai Siung-Nglambor-Jogan

Sebagaimana ditunjukkan dalam **Tabel 2**, rincian peta evakuasi tsunami BPBD Kab. Gunungkidul, bahwa jarak evakuasi yang ditempuh membutuhkan waktu yang lama, kebutuhan tempat evakuasi masih belum mencukupi untuk jumlah korban jika terjadi tsunami. Untuk itu dalam penelitian ini, bahwa ketinggian tsunami mencapai ketinggian 25 meter, kemudian dijadikan acuan untuk menentukan titik aman pertama dalam proses penyelamatan jika terjadi tsunami. Ketinggian titik aman tersebut bisa dilihat dalam **Tabel 1**.

Untuk penentuan jarak maksimum berdasarkan waktu peringatan, ilustrasi perhitungannya, bila kecepatan orang berjalan dengan keterbatasan fisik 3,22 km per jam dan apabila waktu evakuasi yang ada (*golden time*) setelah peringatan tsunami adalah 30 menit, sehingga

DOI: <http://dx.doi.org/10.17509/v3i1.xx>

Adinugroho, G. (2017). Hubungan perkembangan wisata terhadap ekonomi wilayah di Gunungkidul Selatan. *Journal of Regional and Rural Development Planning (Jurnal Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Perdesaan)*, 1(1), 16-27.

Ainuddin, S., Aldrich, D. P., Routray, J. K., Ainuddin, S., & Achkazai, A. (2013). The need for local involvement: Decentralization of disaster management institutions in Baluchistan, Pakistan. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 6, 50-58.

Aji, L., & Satyarno, I. (2019, June). Identification of paths and places of tsunami evacuation based on P646 fema for tourism beaches in the regency of gunungkidul, yogyakarta. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 273(1), 012004.

Chang, H. S., & Liao, C. H. (2015). Planning emergency shelter locations based on evacuation behavior. *Natural Hazards*, 76, 1551-1571.

Fekete, A., Hufschmidt, G., & Kruse, S. (2014). Benefits and challenges of resilience and vulnerability for disaster risk management. *International journal of disaster risk science*, 5, 3-20.

Fitrah, F., & Hasibuan, P. (2021). Evaluasi struktur gedung control room pt. perta arun gas terhadap beban tsunami. *Journal of The Civil Engineering Student*, 3(3), 211-217.

Jiang, X., Jia, Y., & Zhang, Y. (2019). Measurement analyses and evaluations of sea-level heights using the HY-2A satellite's radar altimeter. *Acta Oceanologica Sinica*, 38, 134-139.

Tempat Evakuasi (TE) dapat ditempatkan pada jarak maksimum 1,61 km dari titik berangkat. Hal ini akan menghasilkan sebuah jarak maksimum rata-rata adalah 3,22 km diantara dua Tempat Evakuasi (TE). Demikian pula, asumsi waktu peringatan 15 menit, Tempat Evakuasi (TE) akan berlokasi pada jarak maksimum 0,8045 km dari titik berangkat, dan 1,61 km jarak antara dua Tempat Evakuasi (TE). Waktu peringatan yang lebih panjang akan mempersyaratkan jarak yang lebih jauh. Sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 6**. waktu peringatan berdasarkan jarak titik kumpul.

Untuk penentuan lokasi evakuasi vertikal mempertimbangkan perilaku evakuasi dan tempat tinggi yang alami, ketika menentukan struktur evakuasi vertikal alami, perilaku pengungsi harus dipertimbangkan. Sebagian besar mereka populasi masyarakat pesisir telah dididik untuk pergi ke tempat yang tinggi. Kecenderungan alami untuk pengungsi akan bermigrasi jauh dari pantai. Oleh karena itu struktur evakuasi vertikal harus terletak di sisi pedalaman zona evakuasi dan harus mengambil keuntungan dari topografi alami yang akan cenderung untuk menarik pengungsi ke arah mereka. Dalam penelitian ini hasil ketinggian dan jarak yang diperoleh sudah mempertimbangkan ketentuan tersebut. Sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 5**. Ketinggian, Jarak dan Luasan titik kumpul evakuasi tsunami. Efek samping bahaya di sekitar setiap bangunan menjadi pertimbangan dalam penentuan lokasi struktur evakuasi vertikal. potensi bahaya bangunan termasuk gelombang, puing-puing dibawa melalui gelombang, Bila mungkin, struktur evakuasi vertikal harus berada jauh dari potensi bahaya yang dapat mengakibatkan kerusakan tambahan untuk struktur dan keselamatan bagi penghuni. Mungkin karena terbatasnya ketersediaan bangunan, dan pembatasan perjalanan dan mobilitas penduduk dalam masyarakat, beberapa struktur evakuasi vertikal perlu berada di tempat yang akan dianggap kurang ideal.

Jalur evakuasi mengarahkan untuk menjauhi arah gelombang dan harus diindikasikan dengan jelas melalui rambu-rambu, seperti menjauhi garis pantai; menghindari melewati jembatan, memanfaatkan jalur eksisting, menuju jalan dengan lebar yang lebih besar agar tidak terjadi *bottleneck* (lintasan sempit), menghindari hambatan atau rintangan, pergerakan massa setiap blok diarahkan agar tidak tercampur dengan blok lainnya untuk menghindari kemacetan. Aksesibilitas; dilarang parkir kendaraan di jalan sehingga tidak terjadi penumpukan atau kemacetan di jalan utama. Dalam hal tersebut, penelitian ini sudah mempertimbangkan baik aksesibilitasnya maupun menjauhi garis pantai untuk penentuan jalur lokasi evakuasi tsunami.

Untuk evakuasi horizontal, maka yang dijadikan sebagai titik evakuasi adalah perpotongan antara jalan dengan batas rendaman tsunami. Namun dalam penelitian tidak ada peta genangan gelombang tsunami, maka yang dilakukan adalah menentukan titik dengan altimeter secara acak, akan tetapi mempertimbangkan jarak, ketinggian yang aman dari gelombang tsunami, Selanjutnya dari titik-titik tersebut dibuat *service area* sebesar berapa menit, artinya ditentukan lokasi mana saja yang dapat mencapai titik evakuasi tersebut dalam waktu 60 menit. 60 menit adalah waktu yang tersedia untuk melakukan evakuasi.

Hasil pembuatan peta evakuasi yang dilakukan oleh Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Gunungkidul bisa dilihat pada lampiran, sebagai pembandingan dari hasil penelitian yang dilakukan.

Perbandingan secara garis besar adalah bahwa dalam penelitian ini lokasi/titik aman tidak sama dengan lokasi penentuan titik aman pada peta evakuasi tsunami yang ada dalam BPBD (Aji & Satyarno, 2019). Jika dalam penelitian ini lokasi/titik aman evakuasi tsunami nantinya akan digunakan sebagai penyelamatan pertama korban tsunami dengan mempertimbangkan

waktu kedatangan tsunami, akan tetapi dalam BPBD menggunakan fasilitas umum yang walaupun jaraknya jauh dan mengindahkan waktu kedatangan tsunami.

Adapun untuk mengembangkan penelitian ini pada penelitian-penelitian selanjutnya, saran-saran dari peneliti adalah:

1. Jalur dan tempat evakuasi tsunami dibuat dengan berdasarkan pada peta genangan atau simulasi numerik,
2. Wilayah penelitian diperluas sehingga akan didapatkan jalur dan lokasi evakuasi akibat tsunami khususnya di Kabupaten Gunungkidul, dan
3. Tidak hanya jalur dan tempat evakuasi tsunami, namun direncanakan untuk bangunan evakuasi tsunami.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diperoleh kesimpulan yaitu nilai ketinggian titik kumpul 25 meter dari permukaan laut menjadi dasar untuk menyelamatkan diri, jika dihubungkan dengan kecepatan orang berjalan (kondisi lemah), maka waktu kedatangan/waktu tiba tsunami didapat tidak lebih dari 0.5 jam, hal ini masih dalam batasan sesuai dengan *Federal Emergency Management Agency* (FEMA P-646, 2008), luasan titik kumpul evakuasi tsunami jika dihubungkan dengan jumlah pengunjung maksimal antara tahun 2014-2017, maka titik evakuasi tersebut secara keseluruhan tidak dapat menampung jumlah pengunjung/pengungsi jika tsunami terjadi; dan lokasi/ titik aman evakuasi dalam penelitian tidak sama dengan lokasi penentuan titik aman pada peta evakuasi tsunami yang ada dalam BPBD. Dalam penelitian ini lokasi/ titik aman evakuasi tsunami bisa digunakan penyelamatan pertama korban tsunami dengan mempertimbangkan waktu kedatangan tsunami, akan tetapi dalam BPBD untuk penampungan korban tsunami menggunakan fasilitas umum walaupun jaraknya jauh dan mengindahkan waktu kedatangan tsunami.

#### 5. CATATAN PENULIS

DOI: <http://dx.doi.org/10.17509/v3i1.xx>

Adinugroho, G. (2017). Hubungan perkembangan wisata terhadap ekonomi wilayah di Gunungkidul Selatan. *Journal of Regional and Rural Development Planning (Jurnal Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Perdesaan)*, 1(1), 16-27.

Ainuddin, S., Aldrich, D. P., Routray, J. K., Ainuddin, S., & Achkazai, A. (2013). The need for local involvement: Decentralization of disaster management institutions in Baluchistan, Pakistan. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 6, 50-58.

Aji, L., & Satyarno, I. (2019, June). Identification of paths and places of tsunami evacuation based on P646 fema for tourism beaches in the regency of gunungkidul, yogyakarta. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 273(1), 012004.

Chang, H. S., & Liao, C. H. (2015). Planning emergency shelter locations based on evacuation behavior. *Natural Hazards*, 76, 1551-1571.

Fekete, A., Hufschmidt, G., & Kruse, S. (2014). Benefits and challenges of resilience and vulnerability for disaster risk management. *International journal of disaster risk science*, 5, 3-20.

Fitrah, F., & Hasibuan, P. (2021). Evaluasi struktur gedung control room pt. perta arun gas terhadap beban tsunami. *Journal of The Civil Engineering Student*, 3(3), 211-217.

Jiang, X., Jia, Y., & Zhang, Y. (2019). Measurement analyses and evaluations of sea-level heights using the HY-2A satellite's radar altimeter. *Acta Oceanologica Sinica*, 38, 134-139.

Penelitian ini disusun berdasarkan etika penelitian. Semua isi dan materi dalam penelitian ini bebas dari plagiarisme dan telah merujuk pada sumber-sumber referensi yang relevan.

## **6. REFERENSI**