



**Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)  
Universitas Papua**

Web: <http://jurnal.unipa.ac.id/index.php/kpej>



## **Class Mapping of Tsunami's Risk using Global Positioning Geodetic System in Bengkulu University's Environment**

**Umaya<sup>1\*</sup>, Afrizal Mayub<sup>1</sup>, Henny Johan<sup>1</sup>, Muchammad Farid<sup>2</sup>, Rendy Wikrama Wardana<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Pascasarjana S2 Pendidikan IPA, FKIP, Universitas Bengkulu

<sup>2</sup>S1 Geofisika, FMIPA, Universitas Bengkulu

\*Corresponding author: mayamaskur@gmail.com

**Abstract:** Bengkulu University is located in the coastal area precisely in Muara Bangka Hulu sub-district of Bengkulu City, which is one of the sub-districts bordering the coastline. Areas or regions bordering the coastline have a higher level of tsunami hazard compared to areas or regions far from the coastline. The marking of the evacuation point area in the Bengkulu University environment has not adjusted to the disaster mitigation parameters. The purpose of this research is to analyse and map the tsunami hazard class at Bengkulu University in a preventive mitigation effort as well as a consideration for future policies. Primary data measurements used Geodetic GPS devices and were analysed using GAMIT and GLOBK 10.6 software. While secondary data obtained from geospatial information agencies and DEMNAS were analysed using arcgis software. Based on the results of the analysis, it is known that the environment of Bengkulu University as a whole has 3 classes of hazard zones including high hazard class, medium hazard class, and low hazard class.

**Keywords:** Bengkulu University, GPS-Geodetic, tsunami hazard class mapping

### **Pemetaan Kelas Bahaya Tsunami menggunakan Global Positioning System Geodetic di Lingkungan Universitas Bengkulu**

**Abstrak:** Universitas Bengkulu berada di daerah pesisir pantai tepatnya di Kec. Muara Bangka Hulu Kota Bengkulu, merupakan salah satu kecamatan yang berbatasan dengan garis pantai. Daerah atau wilayah yang berbatasan dengan garis pantai memiliki tingkat bahaya tsunami lebih tinggi dibandingkan dengan daerah atau wilayah yang jauh dari garis pantai. Penandaan daerah titik evakuasi yang ada di lingkungan Universitas Bengkulu belum menyesuaikan dengan parameter mitigasi bencana. Tujuan dilakukan penelitian ini yaitu menganalisis serta melakukan pemetaan kelas bahaya tsunami di Lingkungan Universitas Bengkulu dalam upaya mitigasi secara preventif serta bahan pertimbangan pada kebijakan di masa depan. Pengukuran data primer menggunakan alat GPS Geodetik dan dianalisis menggunakan *software* GAMIT dan GLOBK 10.6. Sedangkan data sekunder diperoleh dari badan informasi geospasial dan DEMNAS dianalisis menggunakan *software arcgis*.. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa lingkungan Universitas Bengkulu secara menyeluruh mempunyai 3 kelas zona bahaya meliputi kelas bahaya tinggi, kelas bahaya sedang, dan kelas bahaya rendah.

**Kata kunci:** GPS-Geodetik, pemetaan kelas bahaya tsunami, Universitas Bengkulu

### **PENDAHULUAN**

Provinsi Bengkulu yang terletak di Indonesia memiliki kerentanan yang signifikan terhadap bencana tsunami, terkhusus kota Bengkulu. Kota Bengkulu berada di pantai Barat Sumatera, memiliki garis pantai yang membentang sepanjang kurang lebih 525 km. Berdasarkan susunan geologisnya, wilayah Bengkulu terletak tepat di atas zona subduksi

tempat pertemuan Lempeng Eurasia serta Indo-Australia, yang mengakibatkan pergerakan tahunan sebesar 4 hingga 6 cm. Pertemuan lempeng tersebut menyebabkan potensi tinggi terjadinya gempa bumi dan tsunami (Naryanto, 2019). Berdasarkan data BMKG tahun 2018, Bengkulu pernah mengalami gelombang tsunami berkali-kali sepanjang sejarah, diawali dengan gempa berkekuatan 7,0 SR pada tanggal 18 Maret 1818. Selanjutnya pada tanggal 29 Januari serta 24 November 1833 terjadi gempa dengan kekuatan 8,2 SR sehingga memicu terjadinya tsunami. Tsunami terjadi lagi pada tanggal 21 April 1958 disebabkan karna gempa dengan kekuatan 6,5 SR, serta terakhir terjadi pada tanggal 29 September 2007 dengan gempa berkekuatan 8,4 SR (Fachri et al., 2022). Seringnya terjadi bencana gempa bumi dan tsunami menjadi tanda bahwa Bengkulu ialah wilayah yang rentan bencana alam tsunami.

Ancaman yang tinggi terhadap bencana alam tsunami di kota Bengkulu ternyata belum dibarengi dengan kesiapsiagaan yang baik. Pada RPJMD (Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah) kota Bengkulu tahun 2019–2023 dinyatakan bahwa kota Bengkulu belum siap secara optimal dalam menghadapi bencana tsunami. Terdapat beberapa alasan yang membelakangi hal tersebut, seperti rendahnya pengetahuan masyarakat tentang peringatan dini tsunami, koordinasi yang kurang antara masyarakat dan pemerintah terkait tsunami, dan kurangnya informasi serta data kebencanaan yang mutakhir. Akibatnya, jika tsunami terjadi, wilayah pesisir kota Bengkulu akan mengalami kerusakan paling parah dengan tingkat ancamannya paling tinggi. Dengan tingginya tingkat ancaman serta kesiapsiagaan bencana yang belum optimal di wilayah pesisir kota Bengkulu, maka diperlukan langkah-langkah penanggulangan bencana.

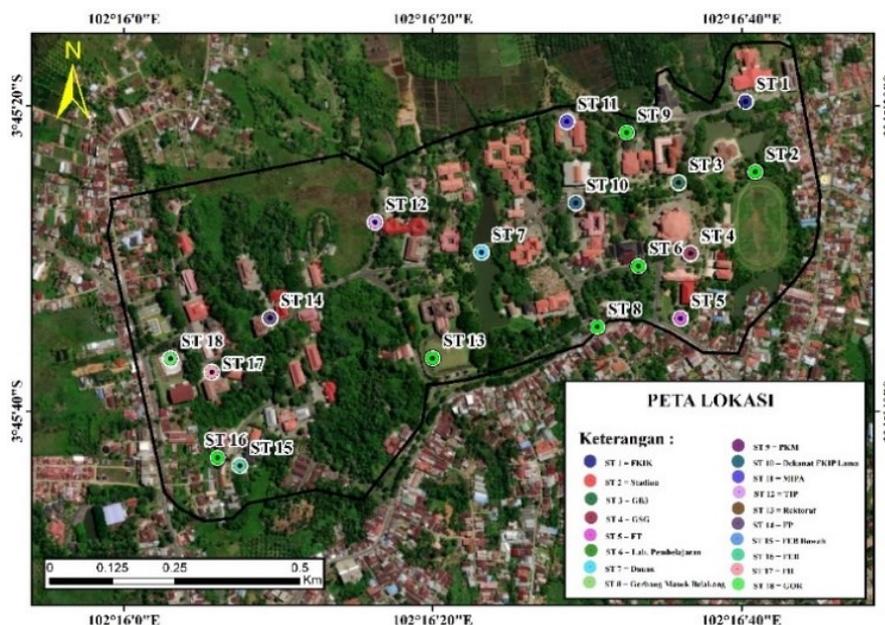
Berdasarkan hasil observasi langsung, Universitas Bengkulu yang berada pada wilayah pesisir pantai tepatnya pada Kec. Muara Bangka Hulu Kota Bengkulu. Kecamatan Muara Bangka Hulu yaitu salah satu kecamatan yang berbatasan dengan garis pantai. Wilayah atau daerah yang berbatasan garis pantai mempunyai bahaya tsunami lebih tinggi apabila dibandingkan wilayah atau daerah yg jauh dari garis pantai (Naryanto, 2019). Ditambah lagi belum adanya bukit-bukit atau penghalang (*barrier*) di sekitaran pantai yang dapat meredam laju tsunami akan membuat ancaman tsunami jauh lebih besar apabila dibandingkan pada wilayah yang telah memiliki bukit-bukit atau penghalang (*barrier*). Tamtanan struktur bangunan dengan berbagai dimensi perhitungan baik secara horizontal maupun vertikal yang seimbang dapat menciptakan bangunan teroptimalkan untuk menahan arus gelombang laut (Keban et al., 2023). Kurang optimalnya bukit-bukit penghalang atau *barrier* di sekitaran pantai, serta kurangnya ekosistem mangrove yang dapat menahan laju arus tsunami secara alami.

Berdasarkan data yang didapat dari Badan Konservasi Sumber Daya Alam, posisi hutan mangrove di pesisir pantai panjang hingga pulau baai tedapat seluas 91,13 ha, dimana ada 5 jenis mangrove yang tersebar antara lain *Sonneratia sp*, *Rhizophora sp*, *Avicennia marina*, *Lumnitzera* dan *Bruguriera*. Tanaman mangrove ini tersebar secara tidak merata, terkhusus di kecamatan Muara Bangka Hulu yang hanya terdapat beberapa pohon saja sehingga hal tersebut tidak optimal dalam menahan arus gelombang laut. Sejalan dengan pendapat (Asy'ari et al., 2022) ekosistem mangrove membentuk penghalang alami untuk daerah pesisir, menghalangi arus ombak, hujan serta angin, serta secara alami meredam gelombang tsunami dan melindungi garis pantai dari pengikisan. *Mangroves can defend the coast from incoming waves the usage of their roots and branches* (Raju & Arockiasamy, 2022). Kepadatan penduduk dan banyaknya aktivitas masyarakat disekitaran wilayah pesisir pantai akan membuat wilayah tersebut memiliki tingkat bahaya tsunami lebih tinggi. Lalu berdasarkan hasil diskusi ringan bersama dengan dosen pendidikan geofisika dan beberapa petugas keamanan Universitas Bengkulu, penandaan

daerah titik kumpul yang ada di Universitas Bengkulu belum menyesuaikan dengan parameter mitigasi bencana, hal tersebut ditunjukkan dari kurangnya pemahaman petugas keamanan saat ditanya terkait titik evakuasi atau titik kumpul yang telah disediakan oleh Universitas Bengkulu. Serta banyaknya mahasiswa Universitas Bengkulu yang menyatakan belum mengetahui lokasi atau titik kumpul yang dapat dijadikan tempat evakuasi ketika terjadinya bencana tsunami. Masyarakat, pemerintah, maupun pemangku kepentingan lain dapat lebih pro aktif dalam mempersiapkan mitigasi bencana (Zainudin & Widjayanti, 2019). Metode yang digunakan dalam proses pemetaan tingkat bahaya tsunami menggunakan metode *overlay* dan skoring, dengan menggunakan data yang berasal dari badan informasi geospasial (Frederika et al., 2023). Tujuan penelitian ini yaitu melakukan pemetaan kelas bahaya tsunami di Universitas Bengkulu sebagai upaya mitigasi secara preventif serta menjadi bahan pertimbangan untuk pemetaan jalur evakuasi pada kebijakan di masa depan.

### METODE PENELITIAN

Jenis penelitian dalam penelitian ini yaitu penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 2 Desember 2023 dengan lokasi pengukuran di lingkungan Universitas Bengkulu. Alat yang digunakan dalam pengukuran data primer berupa data ketinggian wilayah kelas bahaya tsunami di Universitas Bengkulu menggunakan GPS Geodetik, dengan analisis data menggunakan *software* GAMIT dan GLOBK 10.6. Data sekunder diperoleh dari badan informasi geospasial dan DEMNAS dianalisis menggunakan *software* *arcgis*. Terdapat 18 stasiun pengukuran yang diambil sebagaimana pada peta Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengukuran Menggunakan GPS-Geodetik

Keterangan:

ST1 : FKIK

ST2 : Stadion UNIB

ST3 : GB 3

ST4 : Gedung Serbaguna

ST5 : Fakultas Teknik

ST6 : Lab. Pembelajaran

ST7 : Danau Inspirasi

ST8 : Gerbang Masuk Belakang

ST9 : PKM

ST10 : Dekanat FKIP Lama

ST11 : Fakultas MIPA

ST12 : Lab. TIP

ST13 : Rektorat

ST14 : Fakultas Pertanian

ST15 : FEB Bawah

ST16 : Fakultas Ekonomi & Bisnis

ST17 : Fakultas Hukum

ST18 : GOR Unib

## HASIL PENELITIAN

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan alat ukur GPS-Geodetik, selanjutnya pengolahan data melalui *software* GAMIT dan GLOBK 10.6. Dari pengolahan data tersebut didapat file baru berupa data \*xlsx dengan nilai koordinat yang didapat berupa koordinat geosentris/kartesius ( $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ). Pemetaan kelas bahaya tsunami mengacu pada empat parameter berupa ketinggian wilayah, kemiringan wilayah, jarak dari sungai, dan jarak dari pantai. Parameter-parameter tersebut memiliki pengaruhnya dalam tingkat bahaya tsunami yang berhubungan dengan kondisi fisik suatu daerah, dimana 4 parameter tingkat bahaya tsunami tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Parameter Tingkat Bahaya Tsunami

Parameter	Interval	Kelas Bahaya	Bobot	Sumber Data
Ketinggian wilayah	0 – 10 meter	Tinggi	35%	GPS-Geodetik
	10 – 15 meter	Sedang		
	>15 meter	Rendah		
Kemiringan wilayah	0 – 3°	Sangat tinggi	25%	DEMNAS ( <i>Digital Elevation Model Nasional</i> )
	3 – 8°	Tinggi		
	8 – 15°	Sedang		
	15 – 25°	Rendah		
	>25°	Sangat rendah		
Jarak dari sungai	0 – 100 meter	Tinggi	15%	BIG (Badan Informasi Geospasial)
	100 – 200 meter	Sedang		
	>200 meter	Rendah		
Jarak dari pantai	0 – 500 meter	Tinggi	30%	BIG (Badan Informasi Geospasial)
	500 – 1000 meter	Sedang		
	1000 – 1500 meter	Rendah		

Sumber : modifikasi (Fachri et al., 2022)

Data hasil pengukuran yang diperoleh dengan menggunakan alat ukur GPS-Geodetik di Lingkungan Universitas Bengkulu selanjutnya pengolahan data melalui *software* GAMIT dan GLOBK 10.6 guna untuk mendapatkan data koordinat geosentris/kartesius ( $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ). Adapun hasil pengolahan data melalui *software* GAMIT dan GLOBK 10.6 dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Pengolahan Data Lapangan

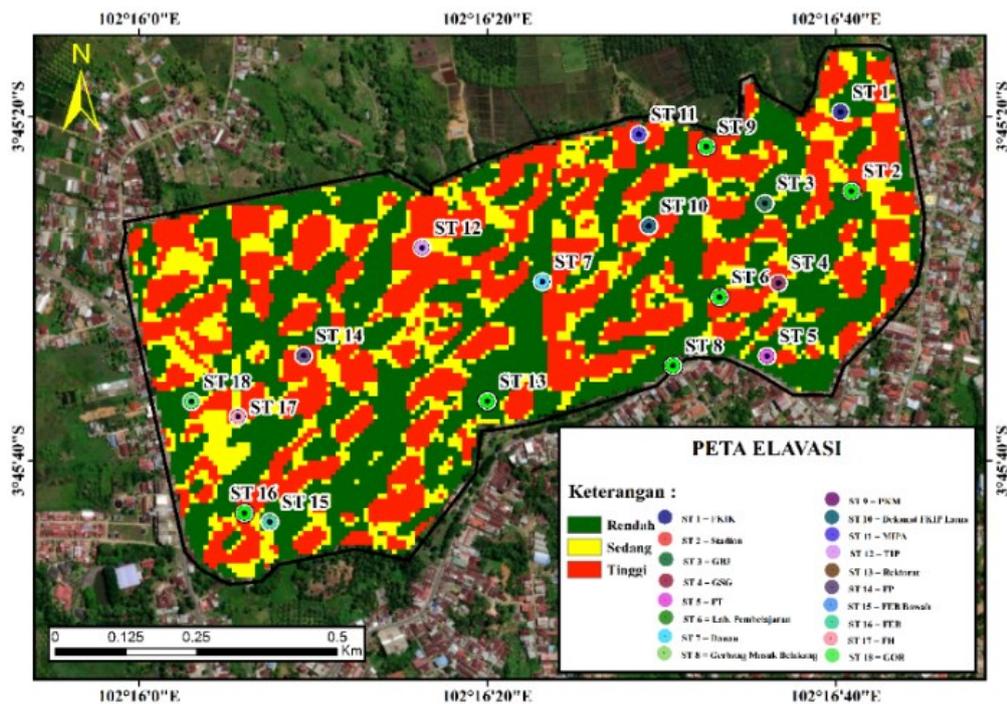
No	Tempat	Height (Z)	East (X)	North (Y)
1	Fakultas Hukum (FH)	9.995	196559,380718	9583882,470261
2	PKM	8.475	197388,040857	9584366,987289
3	MIPA	13.527	197268,249997	9584388,524650
4	TIP	4.593	196885,035130	9584185,040395
5	Danau	7.082	197098,102387	9584124,842191
6	Dekanat FKIP Lama	11.315	197286,434997	9584225,024695
7	Lab. Pembelajaran	8.791	197412,223150	9584098,267839
8	Stadion UNIB	7.525	197645,296459	9584288,445275
9	GB3	15.181	197492,181864	9584266,278705
10	GSG	14.187	197516,525445	9584124,045034
11	Fakultas Teknik (FT)	15.860	197496,812559	9583993,293372
12	FKIK	10.514	197625,513657	9584429,807785

No	Tempat	Height (Z)	East (X)	North (Y)
13	Fakultas Pertanian (FP)	8.916	196675,650497	9583991,614110
14	FEB Bawah	4.445	196571,369787	9583710,207968
15	FEB	9.702	196616,329455	9583694,413467
16	GOR	2.714	196476,925380	9583908,881613
17	Gerbang masuk belakang	13.539	197330,443348	9583975,668040
18	Rektorat	17.777	197001,167100	9583911,406348

Pemetaan kelas bahaya tsunami di Lingkungan Universitas Bengkulu berdasarkan empat parameter meliputi ketinggian wilayah (elevasi), kemiringan wilayah (slope), jarak dari sungai, dan jarak dari garis pantai. Keempat parameter tersebut diolah dengan bantuan *software arcgis* yaitu analisis overlay. Pemetaan kelas bahaya tsunami di lingkungan Universitas Bengkulu dengan menggunakan 4 parameter kelas bahaya tsunami.

### Parameter Ketinggian Wilayah

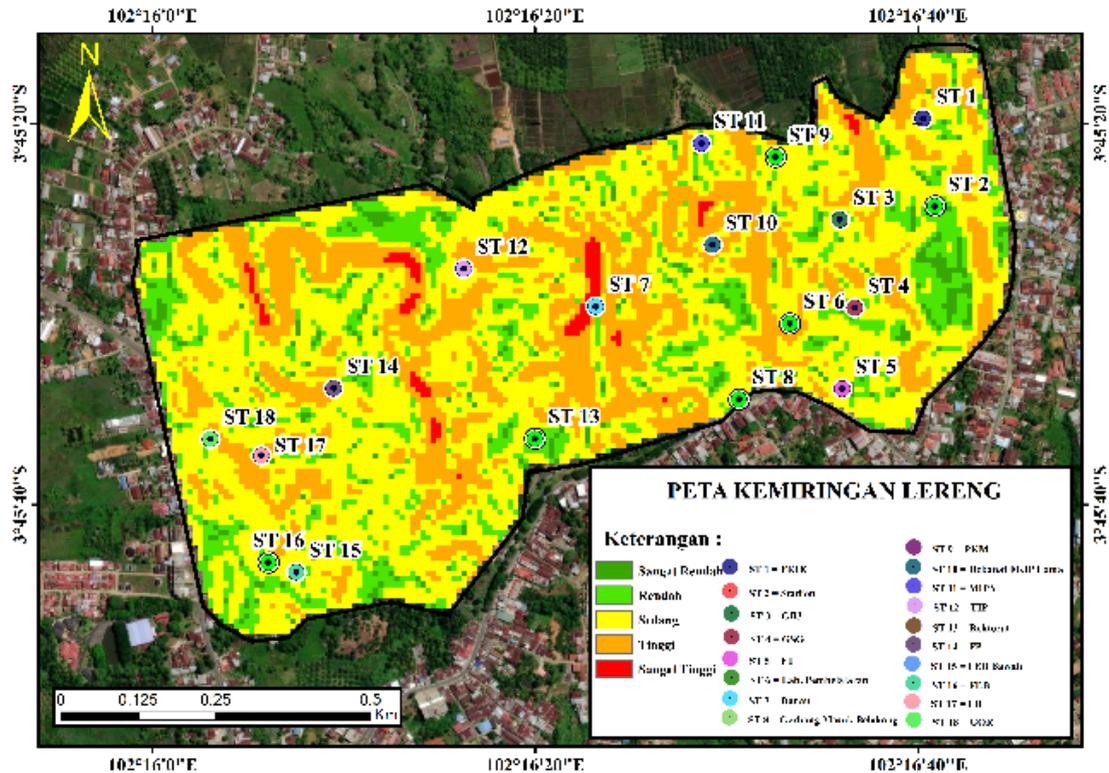
Berdasarkan hasil pengukuran menggunakan alat GPS-Geodetik serta pengolahan data dengan menggunakan *software arcgis* menunjukkan bahwa ketinggian wilayah dengan kelas bahaya tsunami kategori tinggi yang ditandai dengan warna merah antara lain Fakultas Hukum (FH), PKM, Teknologi Ilmu Pertanian (TIP), Danau Inspirasi, Lab. Pembelajaran FKIP, Stadion UNIB, Fakultas Ekonomi dan Bisnis (FEB), Fakultas Pertanian (FP), FEB Bawah, serta GOR UNIB. Kelas bahaya tsunami dengan kategori sedang yang ditandai dengan warna kuning antara lain Fakultas MIPA, Dekanat FKIP Lama, Gedung Bersama 3 (GB3), Gedung Serba Guna (GSG), FKIK, serta gerbang masuk UNIB belakang. Dan kelas bahaya tsunami dengan kategori rendah ditandai dengan warna hijau antara lain Fakultas Teknik dan Rektorat. Pemetaan kelas bahaya tsunami ditinjau dari parameter ketinggian wilayah (elevasi) di lingkungan Universitas Bengkulu dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pemetaan Kelas Bahaya Tsunami Parameter Ketinggian

### Parameter Kemiringan Wilayah

Pemetaan kelas bahaya tsunami ditinjau dari parameter kemiringan wilayah/lereng dengan data yang diperoleh dari DEMNAS (*Digital Elevation Model Nasional*) kemudian di *buffer* dengan menggunakan *software arcgis* dapat dilihat pada Gambar 3.

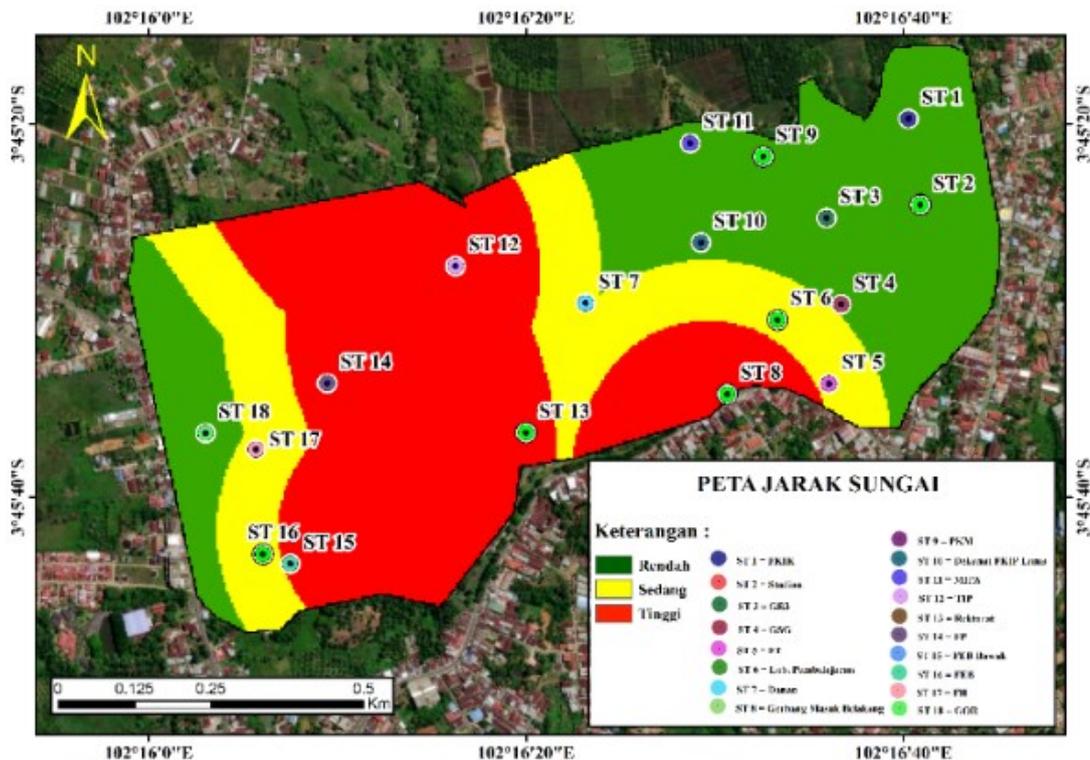


**Gambar 3.** Pemetaan Kelas Bahaya Tsunami Parameter Kemiringan Lereng

Berdasarkan pemetaan kelas bahaya tsunami ditinjau dari parameter kemiringan wilayah/lereng dikategorikan kedalam lima kelas bahaya mulai dari sangat tinggi dengan kemiringan wilayah  $0-3^\circ$ , kelas bahaya tinggi dengan kemiringan wilayah  $3-8^\circ$ , kelas bahaya sedang dengan kemiringan wilayah  $8-15^\circ$ , kelas bahaya rendah  $15-25^\circ$ , dan kelas bahaya sangat rendah dengan kemiringan wilayah  $>25^\circ$ . Pada kelas bahaya sangat tinggi hanya terletak pada stasiun danau. Untuk kelas bahaya tinggi terletak pada stasiun fakultas hukum, gedung olahraga, fakultas ekonomi dan bisnis bawah, fakultas pertanian, dekanat FKIP lama, serta lab. pembelajaran. Kelas bahaya dengan kategori kelas bahaya sedang terletak pada stasiun fakultas ekonomi dan bisnis, lab. teknologi ilmu pertanian, PKM, gedung bersama 3, FKIK, gerbang masuk belakang, dan fakultas teknik. Kelas bahaya rendah ditandai dengan warna hijau terletak pada stasiun stadion, gedung serbaguna, fakultas MIPA, dan rektorat. Dan untuk kelas bahaya dengan kategori sangat rendah di lingkungan Universitas Bengkulu belum ada.

### Parameter Jarak dari Sungai

Pemetaan kelas bahaya tsunami ditinjau dari parameter jarak dari sungai berasal dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dan dilakukan *buffer* dengan menggunakan *software arcgis*, untuk lingkungan Universitas Bengkulu dapat dilihat pada Gambar 4.

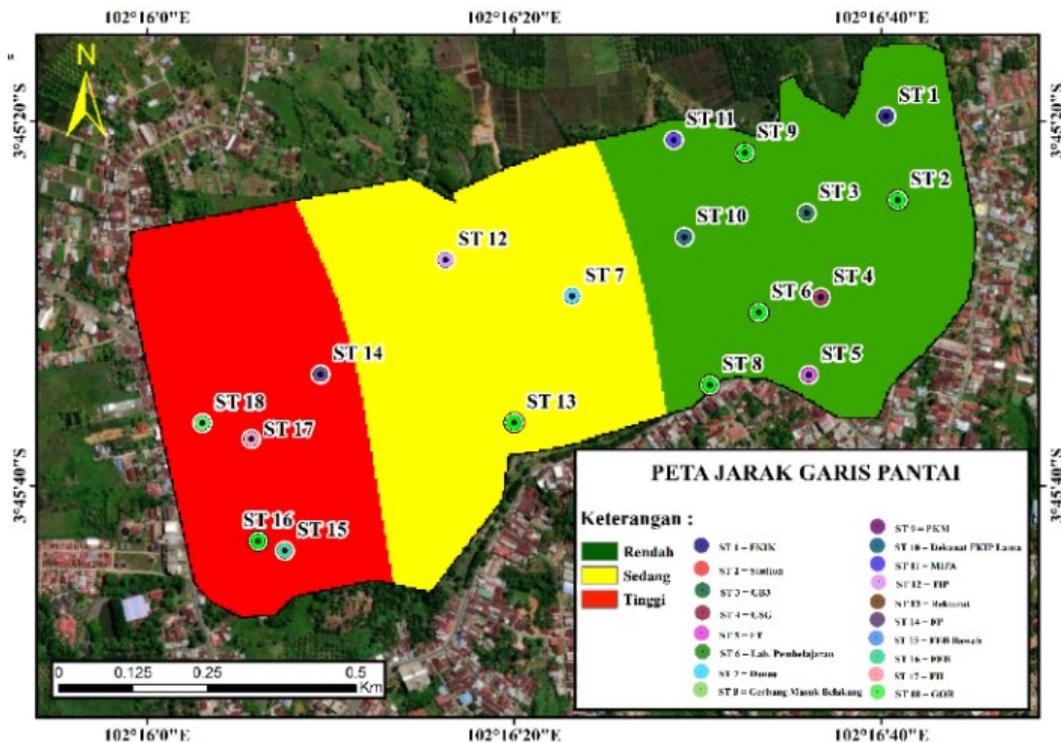


Gambar 4. Pemetaan Kelas Bahaya Tsunami Parameter Jarak Dari Sungai

Berdasarkan hasil pengolahan data, pemetaan kelas bahaya tsunami pada parameter jarak dari sungai dikelompokkan dalam tiga kelas bahaya mulai dari kelas bahaya tinggi, sedang, dan rendah. Kelas bahaya tinggi untuk parameter jarak dari sungai ditandai dengan warna merah yang terletak pada fakultas pertanian, fakultas ekonomi dan bisnis bawah, lab. teknologi ilmu pertanian, rektorat, serta gerbang masuk belakang. Kelas bahaya sedang ditandai dengan warna kuning terletak pada fakultas hukum, fakultas ekonomi dan bisnis, danau inspirasi, lab. pembelajaran FKIP, dan fakultas Teknik. Serta kelas bahaya rendah yang ditandai dengan warna hijau terletak pada gedung olahraga, gedung serbaguna, dekanat FKIP lama, gedung bersama 3, stadion, PKM, fakultas MIPA, serta FKIK.

#### Parameter Jarak dari Garis Pantai

Pemetaan kelas bahaya pada parameter jarak dari garis pantai dikategorikan pada 3 kelas bahaya mencakup kelas bahaya tinggi pada interval jarak dari garis pantai 0-500 meter yang ditandai dengan warna merah, kelas bahaya sedang dengan interval jarak dari pantai 500-1000 meter ditandai dengan warna kuning, dan kelas bahaya rendah dengan interval jarak 1000-1500 meter ditandai dengan warna hijau. Pemetaan kelas bahaya tsunami parameter jarak dari garis pantai yang berasal dari Badan Informasi Geospasial dilakukan *buffer* dengan menggunakan *software arcgis*, dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Pemetaan Kelas Bahaya Tsunami Parameter Jarak dari Garis Pantai

Kelas bahaya dengan kategori tinggi yang ditandai dengan warna merah terdapat pada stasiun gedung olahraga, fakultas ekonomi dan bisnis, fakultas hukum, fakultas ekonomi dan bisnis bawah, dan fakultas pertanian. Kelas bahaya sedang ditandai warna kuning terdapat pada stasiun lab. teknologi ilmu pertanian, rektorat, dan danau inspirasi. Serta kelas bahaya rendah yang ditandai dengan warna hijau terletak pada gerbang masuk belakang, fakultas teknik, lab. pembelajaran FKIP, gedung serbaguna, dekanat FKIP lama, fakultas MIPA, PKM, gedung bersama 3, stadion, serta FKIK.

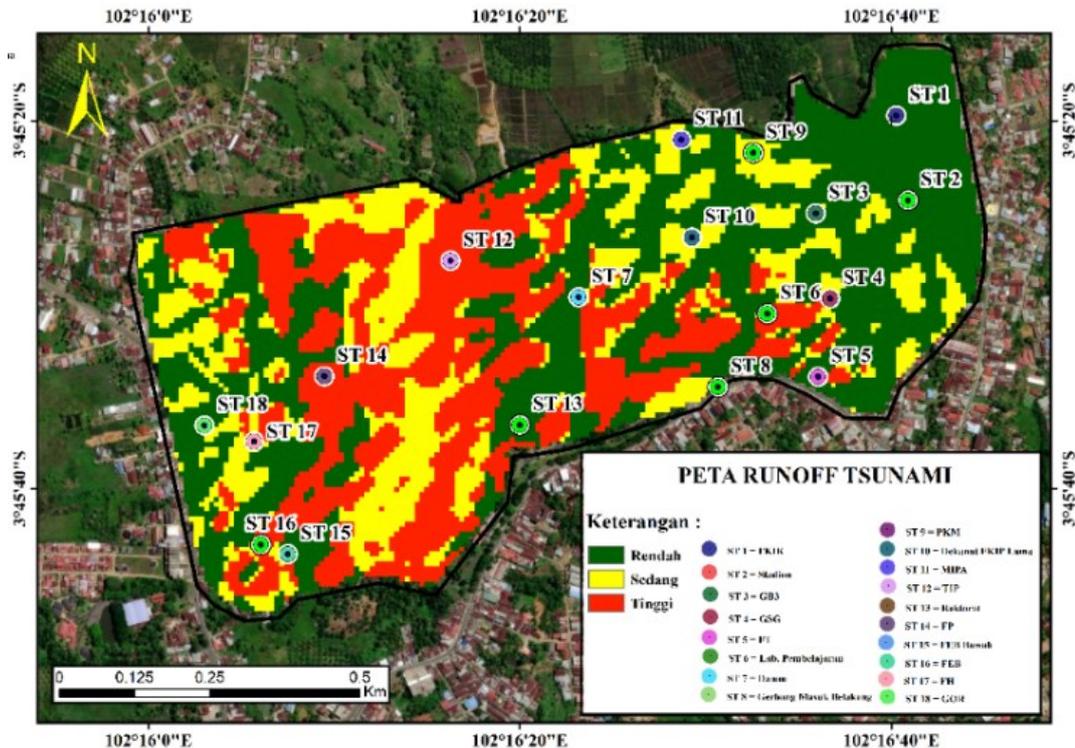
## PEMBAHASAN

Teknik pengambilan sampel stasiun pengukuran ketinggian wilayah pada penelitian ini yaitu teknik *purposive sampling*. Menurut (Retnawati, 2017) teknik *purposive sampling* merupakan teknik penentuan sampel dengan pertimbangan peneliti atau evaluator berdasarkan pengetahuan tentang populasi ataupun berdasarkan tujuan dari penelitian yang dikembangkan. Alat yang digunakan merupakan alat GPS Geodetik. *The GPS is a satellite tv for pc navigation and positioning system owned and operated through america. The machine is likewise designed to offer non-stop three-dimensional function, velocity, and time records to a large range of people round the sector concurrently, no matter climate and conditions* (Taufik et al., 2019).

GPS-Geodetik adalah alat yang dapat digunakan dalam menentukan lokasi atau titik pada permukaan bumi secara akurat (Amin et al., 2020; Model et al., 2021). Tingkat ketelitian horizontal dari gps-geodetik ini mencapai 7 hingga 10 milimeter bahkan lebih. Penggunaan GPS-Geodetik ini merujuk di konstelasi satelit-satelit yang mengirimkan sinyal serta ditangkap antena beserta receiver di alat GPS-Geodetik. Satelit-satelit yang termasuk kedalam *Global Navigation Satellite System-Real Time Kinematic* (GNSS-RTK) antara lain GPS (Amerika), Galileo (Eropa), Glonass (Rusia), serta BeiDou (China). Penggunaan GPS-Geodetik ini memiliki tingkat keakurasian yang sangat tinggi (Martyn et al., 2019; Sudarsono et al., 2020). Maka dari itu, dalam pengambilan data ini dilakukan

dengan menggunakan alat ukur GPS-Geodetik agar data yang didapatkan lebih akurat dan tepat.

Berdasarkan pada empat parameter yang telah dikemukakan sebelumnya, lingkungan Universitas Bengkulu secara menyeluruh mempunyai 3 zona bahaya meliputi kelas bahaya tinggi, kelas bahaya sedang, dan kelas bahaya rendah yang dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Peta Runoff Tsunami di Lingkungan Universitas Bengkulu

Pada parameter ketinggian wilayah pembobotan yang diberikan yaitu 35%, pembobotan pada parameter kemiringan wilayah/lereng sebesar 25%, pembobotan pada parameter jarak dari sungai sebesar 15%, serta pembobotan pada parameter jarak dari sungai sebesar 30%. Peta runoff tsunami di lingkungan Universitas Bengkulu dikategorikan dalam tiga kelas bahaya yang meliputi kelas bahaya tinggi ditandai dengan menggunakan warna merah, kelas bahaya sedang ditandai dengan menggunakan warna kuning, dan kelas bahaya rendah ditandai dengan menggunakan warna hijau. Stasiun dengan tingkat bahaya tinggi terletak pada fakultas ekonomi dan bisnis bawah, fakultas pertanian, lab. teknologi ilmu pertanian, dan lab. pembelajaran FKIP. Stasiun dengan tingkat bahaya sedang terletak pada fakultas ekonomi dan bisnis, fakultas hukum, gedung olahraga, gerbang masuk belakang, dekanat fkip lama, fakultas MIPA, PKM, gedung serbaguna, dan gedung bersama 3. Dan stasiun dengan tingkat bahaya rendah terletak pada rektorat, fakultas teknik, stadion, serta FKIK.

Hal ini dapat terjadi dikarenakan lingkungan Universitas Bengkulu termasuk dalam wilayah berundulasi atau dengan kata lain wilayah yang memiliki permukaan tidak rata atau bergelombang. Oleh sebab itu, sebagai upaya mitigasi secara preventif serta sebagai pertimbangan dalam pemetaan jalur evakuasi di lingkungan Universitas Bengkulu, stasiun dengan kelas bahaya tsunami rendah yang ditandai dengan warna hijau meliputi stasiun rektorat, fakultas teknik, stadion, serta FKIK dapat dijadikan sebagai pertimbangan dalam pemetaan jalur evakuasi ketika terjadi bencana tsunami di masa datang. Daerah atau wilayah dengan topografi rendah lebih berisiko terhadap bencana tsunami dan ditetapkan

sebagai zona merah, sedangkan wilayah dengan topografi lebih tinggi bisa ditetapkan menjadi zona hijau atau zona perlindungan (Susiloningtyas et al., 2020).

Selain parameter dasar yang telah disebutkan di atas yang menentukan kelas risiko tsunami, tentu saja ada faktor lain yang dapat meningkatkan kecepatan tsunami, seperti karakteristik pantai. Jika dilihat dari kondisi pantai, pantai kota Bengkulu tergolong pantai berpasir dengan kedalaman yang cukup landai sehingga akibatnya bisa mempertinggi bahaya tsunami. Lebih lanjut, berdasarkan observasi lapangan yang dilakukan bahwa pesisir pantai kota Bengkulu belum memiliki bukit-bukit penghalang (*barrier*) yang bisa menahan gelombang tsunami. Sehingga ketika terjadinya tsunami, laju tsunami dapat lebih cepat masuk ke permukiman. Tanggul pemecah gelombang dapat mengurangi energi gelombang, dapat menghambat arus air masuk ke daratan, serta dapat memberikan perlindungan fisik pada wilayah pesisir dan sekitarnya (Pamuji et al., 2023). Pecahnya gelombang terjadi dikarenakan gelombang melewati pemecah gelombang yang teredam (Xu et al., 2022). Gelombang dengan frekuensi tinggi yang dihasilkan dari pemecah gelombang teredam akan diredam oleh penghalang udara guna mencapai peredaman gelombang yang baik. Peningkatan infrastruktur seperti pemecah gelombang dan tanggul sungai harus menjadi langkah prioritas dalam strategi mitigasi risiko tsunami (Yamanaka & Shimozono, 2022).

## SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil serta pembahasan yang telah dijabarkan, maka bisa ditarik kesimpulan bahwa kelas bahaya tsunami di lingkungan Universitas Bengkulu mencakup atas 3 kelas bahaya tsunami terdiri dari kelas bahaya tinggi, kelas bahaya sedang, dan kelas bahaya rendah. Kelas bahaya tinggi terdapat pada fakultas ekonomi dan bisnis bawah, fakultas pertanian, lab. teknologi ilmu pertanian, dan lab. pembelajaran FKIP. Kelas bahaya sedang mencakup fakultas hukum, fakultas ekonomi dan bisnis, gedung olahraga, gerbang masuk belakang, dekanat fkip lama, fakultas MIPA, PKM, gedung serbaguna, dan gedung bersama 3. Serta kelas bahaya rendah terdapat pada rektorat, fakultas teknik, stadion, serta FKIK. Hasil pemetaan kelas bahaya tsunami ini tentu dipengaruhi pada kondisi fisik lingkungan Universitas Bengkulu, dimana kondisi fisik lingkungan Universitas Bengkulu ini relatif berundulasi atau tidak rata. Saran bagi penelitian selanjutnya tentu diharapkan bisa melakukan penelitian serupa dengan memakai data terbaru dengan parameter yang lebih lengkap.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M. B. Al, Haki, H., Ilmiaty, R. S., Usman, A. P., Rachmadi, A., & Costa, A. (2020). Penerapan Teknologi GNSS RTK Berbiaya Terjangkau (Low-Cost) Untuk Survei dan Pemetaan Batas Lahan di Desa Tanjung Merbu dan Rambutan Kabupaten Banyuasin. *Jurnal Pengabdian Community*, 2(3), 71–80. <http://community.ejournal.unsri.ac.id/>
- Asy'ari, Sofiati, T., Alwi, D., Wahab, I., Nur, R. M., Koroy, K., Nurafni, Idrus, S., Rahman, I. H. A., Papuangan, M., & Kusman, M. R. (2022). Penanaman Mangrove di Taman Pantai Army Dock Kabupaten Pulau Morotai. *Journal of Khairun Community Services*, 2(2), 99–103. <https://doi.org/10.33387/jkc.v2i2.5385>
- Fachri, H. T., Yakub Malik, & Hendro Murtianto. (2022). Pemetaan Tingkat Bahaya Bencana Tsunami Menggunakan Sistem Informasi Geografis di Pesisir Kota Bengkulu. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 10(2), 166–178. <https://doi.org/10.23887/jjpg.v10i2.43541>
- Frederika, A., Supariarta, M. A., Oscar, Y., Gayana, I. W. A. K., Rinaldy, D. I. P., Giustozzi, K., Rucika, P. B. R. S., Nugrahani, P. A. C., & Budiartini, A. A. P. (2023).

- Pemetaan Risiko Bencana Tsunami Berbasis Sistem Informasi Geografis (Sig) di Desa Tangkas Klungkung. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 27(1), 108. <https://doi.org/10.24843/jits.2023.v27.i01.p12>
- Keban, Y. A. P., Susu, M. T., & Medho, Y. F. (2023). Penanaman Mangrove di Pantai Meko Desa Pledo Sebagai Upaya Planting Mangroves on Meko Beach in Pledo Village As an Effort to Prevent Abrasion. *MESTAKA : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(5), 245–250. <https://pakisjournal.com/index.php/mestaka>
- Martyn, A., Openko, I., Ievsiukov, T., Shevchenko, O., & Ripenko, A. (2019). Accuracy of Geodetic Surveys in Cadastral Registration of Real Estate: Value of Land as Determining Factor. *Engineering for Rural Development*, 18(1998), 1818–1825. <https://doi.org/10.22616/ERDev2019.18.N236>
- Model, M. P., Purnomo, H., & Sari, L. P. (2021). Perbandingan Perhitungan Volume Stockwash Menggunakan Total Station dan Unmanned Aerial Vehicle di Pt . Jaga Usaha Sandai. *Mining Insight*, 02(02), 147–152.
- Naryanto, H. S. (2019). Analisis Bahaya, Kerentanan dan Risiko Bencana Tsunami di Provinsi Papua Barat. *Jurnal Alami : Jurnal Teknologi Reduksi Risiko Bencana*, 3(1), 10. <https://doi.org/10.29122/alami.v3i1.3399>
- Pamuji, D., Setiadji, P., & Karapa, E. (2023). Strategi Pengelolaan Wilayah Pesisir Kabupaten Sarmi dalam Upaya Mitigasi Tsunami Coastal. *Jurnal Arsitektur Dan Planologi*, 13(1), 27–37.
- Raju, R. D., & Arockiasamy, M. (2022). Coastal Protection Using Integration of Mangroves with Floating Barges: an Innovative Concept. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/jmse10050612>
- Retnawati, H. (2017). Teknik Pengambilan Sampel. *Ekp*, 13(3), 1576–1580.
- Sudarsono, B., Sabri, L. M., Tjiong, & Dinoto, S. (2020). Pengukuran Luas Metode Terestris Menggunakan Alat Ukur Gps dan Metode Fotogrametri Menggunakan Foto Udara UAV di Kolam Retensi Muktiharjo Kidul Semarang. *Elipsoida : Jurnal Geodesi Dan Geomatika*, 3(02), 143–150. <https://doi.org/10.14710/elipsoida.2020.9312>
- Susiloningtyas, D., Lestari, D. A., & Supriatna. (2020). Pemodelan Spasial Peak Ground Acceleration dan Prediksi Luas Genangan Tsunami di Kota Bengkulu. *Majalah Geografi Indonesia*, 34(2), 72–80. <https://doi.org/10.22146/mgi.44168>
- Taufik, M., Yuwono, Cahyadi, M. N., & Putra, J. R. (2019). Analysis Level of Accuracy GNSS Observation Processing Using u-Blox as Low-cost GPS and Geodetic GPS (case study: M8T). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 389(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/389/1/012041>
- Xu, T. J., Wang, X. R., Guo, W. J., Dong, G. H., & Hou, H. M. (2022). Numerical Simulation of Combined Effect of Pneumatic Breakwater and Submerged Breakwater on Wave Damping. *Ships and Offshore Structures*, 17(2), 242–256. <https://doi.org/10.1080/17445302.2020.1827635>
- Yamanaka, Y., & Shimozone, T. (2022). Tsunami Inundation Characteristics Along the Japan Sea Coastline: effect of dunes, breakwaters, and rivers. *Earth, Planets and Space*, 74(1). <https://doi.org/10.1186/s40623-022-01579-5>
- Zainudin, & Widjayanti, R. (2019). Development of Science Module Based on Disaster Mitigation Based on Disaster Mitigation Using Eruption Software. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 2(1), 49–61. <https://doi.org/10.37891/kpej.v2i1.97>