

ANALISIS ZONA RAWAN TSUNAMI TERHADAP PERMUKIMAN DI WILAYAH KOTA DENPASAR BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Belly Alamsyah; Agus Anggoro Sigit, S.Si., M.Sc
Program Studi Geografi, Fakultas Geografi,
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Kota Denpasar merupakan pusat aktivitas di Provinsi Bali yang rawan terhadap ancaman tsunami akibat letaknya yang berbatasan dengan Lempeng Indo-Australia serta didominasi topografi dataran rendah pesisir. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi tingkat kerawanan tsunami dan potensi dampaknya terhadap permukiman di Kota Denpasar. Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan teknik Weighted Overlay Analysis terhadap empat parameter kerawanan yaitu elevasi daratan, kemiringan lereng, jarak dari garis pantai, dan penggunaan lahan. Hasil analisis menunjukkan kerawanan tsunami di Kota Denpasar terbagi dalam tiga kelas. Kerawanan sedang mendominasi wilayah seluas 65,56 km² (52,04%), diikuti kerawanan tinggi seluas 58,28 km² (46,26%) yang terkonsentrasi di pesisir Kecamatan Denpasar Selatan, Barat, dan Timur. Sementara itu, kerawanan rendah hanya mencakup 1,55 km² (1,23%) di sebagian kecil Denpasar Utara. Tingginya kerawanan ini dipengaruhi oleh minimnya hambatan topografi alami dan masifnya kawasan permukiman yang mencapai 84,74 km² (67,27% dari total luas kota). Kecamatan Denpasar Selatan memiliki potensi dampak terbesar dengan permukiman terluas mencapai 30,99 km² di zona elevasi sangat rendah. Sebaliknya, Kecamatan Denpasar Utara merupakan kawasan paling aman yang strategis dijadikan titik evakuasi

Kata Kunci: Kerawanan Tsunami, Permukiman, Sistem Informasi Geografis, Kota Denpasar..

Abstract

Denpasar City is the center of activity in Bali Province which is vulnerable to tsunami threats due to its location bordering the Indo-Australian Plate and dominated by low-lying coastal topography. This study aims to identify the level of tsunami vulnerability and its potential impact on settlements in Denpasar City. The method used is a descriptive quantitative method based on Geographic Information Systems (GIS) with the Weighted Overlay Analysis technique on four vulnerability parameters, namely land elevation, slope gradient, distance from the coastline, and land use. The analysis results show that tsunami vulnerability in Denpasar City is divided into three classes. Medium vulnerability dominates an area of 65.56 km² (52.04%), followed by high vulnerability covering an area of 58.28 km² (46.26%) concentrated in the coastal areas of South, West, and East Denpasar Districts. Meanwhile, low vulnerability only covers 1.55 km² (1.23%) in a small part of North Denpasar. This high level of vulnerability is influenced by the lack of natural topographic barriers and the massive residential area, which covers 84.74 km² (67.27% of the city's total area). South Denpasar District has the greatest potential impact, with the largest settlement area, covering 30.99 km², in the very low elevation zone. Conversely, North Denpasar District is the safest area and is strategically located as an evacuation point.

Keywords: *Tsunami Vulnerability, Residential Area, Geographic Information System, Denpasar City.*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik aktif dunia, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Pasifik (Syafitri et al., 2019), sehingga memiliki tingkat kerawanan tinggi terhadap bencana geologi seperti gempa bumi, letusan gunung api, dan tsunami. Tsunami merupakan salah satu bencana geologi paling berbahaya karena terjadi secara mendadak, bergerak cepat, dan sulit diprediksi. Gelombang tsunami dapat dipicu oleh gempa bumi tektonik di dasar laut, letusan gunung api bawah laut, maupun longsoran lereng dasar laut, yang melepaskan energi besar sehingga memindahkan massa air dalam jumlah besar dan membentuk gelombang yang menjalar dengan kecepatan tinggi hingga ribuan kilometer (Millang, 2024). Urgensi kajian kerawanan tsunami semakin meningkat seiring pesatnya pertumbuhan penduduk dan pariwisata di wilayah pesisir Indonesia, yang memperbesar potensi jiwa dan aset terpapar (BNPB, 2024). Tanpa pemetaan zona rawan yang akurat, upaya mitigasi seperti penentuan jalur evakuasi dan tata ruang pesisir sulit dilakukan secara tepat sasaran. Dampak tsunami sangat destruktif, mulai dari kerusakan infrastruktur (bangunan, jalan, jembatan, fasilitas umum) hingga kerugian sosial-ekonomi seperti hilangnya tempat tinggal, mata pencaharian, dan korban jiwa, serta kerusakan ekosistem pesisir seperti mangrove dan terumbu karang. Tsunami Aceh tahun 2004 menjadi bukti nyata dahsyatnya bencana ini karena menimbulkan korban jiwa dalam jumlah sangat besar dan kerugian ekonomi hingga triliunan rupiah.

Provinsi Bali, khususnya Kota Denpasar, memiliki posisi strategis sebagai pusat pemerintahan, perekonomian, dan pariwisata, namun letaknya di pesisir selatan Pulau Bali yang berbatasan langsung dengan Lempeng Indo-Australia menjadikan kawasan ini rentan terhadap tsunami (Oktaviana et al., 2020; Simamora et al., 2017). Sumber ancaman utamanya adalah segmen megathrust di zona subduksi selatan Bali (Segmen Sumba) dengan potensi gempa magnitudo 8,5–9,0, yang berpotensi menghasilkan gelombang tsunami setinggi 6–10 meter di kawasan Sanur dan Serangan (BMKG, 2025). Berdasarkan data BMKG (2019), Provinsi Bali tercatat mengalami bencana tsunami sebanyak enam kali dalam kurun waktu 416–2018, termasuk tsunami 1815 yang menimbulkan korban hingga ribuan jiwa dan tsunami 1857 yang menyebabkan 36 orang meninggal dunia, menegaskan bahwa ancaman tsunami di Bali bukan sekadar potensi teoretis. Berdasarkan Dokumen KRB Provinsi Bali 2022–2026, Kota Denpasar tergolong memiliki kelas bahaya dan kerentanan tinggi sehingga kelas risikonya juga tinggi, diperparah oleh kepadatan penduduk sekitar 670 ribu jiwa pada 2024 (BPS Kota Denpasar, 2024) dan arus wisatawan mancanegara yang mencapai lebih dari 6,3 juta kunjungan pada 2024, terkonsentrasi di kawasan pesisir selatan seperti Sanur, Kuta, dan Serangan yang juga berstatus bahaya tsunami tinggi (BPS Provinsi Bali, 2024).

Secara fisik, Kota Denpasar didominasi dataran rendah dengan ketinggian 0–75 mdpl dan luas wilayah sekitar 125,98 km² (BPS, 2025), dengan kemiringan lahan sebagian besar 0–5%. Wilayah pesisir selatan seperti Pantai Sanur memiliki topografi sangat landai (kemiringan <8%) tanpa penghalang alami berupa tebing atau bukit, sehingga rentan terhadap genangan dan infiltrasi air, sementara rata-rata perubahan garis pantainya mencapai 7,46 m (Aryastana et al., 2017). Jenis tanah dominan berupa endapan aluvial di wilayah selatan serta hasil pelapukan batuan vulkanik (litosol, latosol) di utara (Wisnawa et al., 2021), dan keberadaan DAS Badung yang bermuara di Teluk Benoa turut menambah faktor kerawanan akibat potensi luapan sungai saat hujan lebat. Dominasi endapan aluvial yang lepas dan mudah tererosi, ditambah minimnya jalur sungai besar sebagai penahan energi gelombang, menjadikan kawasan ini tergolong tipologi pantai yang rentan terhadap inundasi tsunami (Pratama, 2020).

Penelitian terdahulu memperkuat kekhawatiran tersebut. Pemodelan evakuasi tsunami di pesisir Sanur menemukan bahwa pada skenario gempa maksimum (M9,0), jarak inundasi tsunami dapat mencapai 2 – 3 km ke arah darat dengan tinggi gelombang 9,9–16,8 meter dan waktu tiba sekitar 24 menit setelah gempa (Pratama, 2020). Kajian di Pulau Serangan juga menunjukkan topografi rendah yang memperbesar risiko paparan tsunami (Darmawan, 2020), sementara penelitian pemetaan zona bahaya dan keterpaparan permukiman di Denpasar menggunakan parameter jarak pantai, ketinggian, kemiringan lereng, dan jarak sungai menemukan keterpaparan permukiman seluas 3,46 km² (27,21%) namun belum memasukkan parameter penggunaan lahan (Oktaviana et al., 2020). Penelitian ini mengisi celah tersebut melalui pendekatan integratif berbasis DEM, kemiringan lereng, jarak garis pantai, dan penggunaan lahan menggunakan *Weighted Overlay Analysis* berbasis SIG, agar dihasilkan peta kerawanan tsunami yang lebih komprehensif sebagai acuan mitigasi bencana dan perencanaan wilayah di Kota Denpasar.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kerawanan bencana tsunami di Kota Denpasar berdasarkan parameter elevasi, kemiringan lereng, jarak garis pantai, dan penggunaan lahan, serta menganalisis potensi dampaknya terhadap kawasan permukiman. Hasil penelitian ini diharapkan menambah literatur analisis kerawanan bencana berbasis SIG, sekaligus menjadi acuan bagi pemerintah daerah dalam penyusunan RTRW, perencanaan jalur evakuasi dan lokasi shelter oleh BPBD/BNPB, serta peningkatan kesadaran masyarakat terhadap risiko tsunami di kawasan pesisir Kota Denpasar.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif berbasis SIG dengan objek penelitian berupa seluruh wilayah administratif Kota Denpasar. Pengambilan sampel menggunakan teknik *non-probability sampling* jenis sampling jenuh, di mana seluruh wilayah kota dianalisis tanpa

pengecualian agar hasil benar-benar menggambarkan kondisi kerawanan tsunami secara menyeluruh. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari BNPB, BMKG, BPS, serta artikel dan publikasi ilmiah terkait, meliputi data Digital Elevation Model (DEM) SRTM 30 m untuk memperoleh informasi elevasi dan kemiringan lereng, data garis pantai, data penggunaan lahan (RBI), data spasial administrasi Kota Denpasar, dan data ketinggian tsunami maksimum. Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak ArcGIS Pro/ArcGIS 10.8.

Penentuan tingkat kerawanan tsunami dilakukan dengan metode *Weighted Overlay Analysis*. Setiap parameter direklasifikasi ke dalam lima kelas kerawanan dan diberi skor 1 – 5 sesuai tingkat pengaruhnya, kemudian dibobotkan berdasarkan tingkat kepentingannya mengacu pada Isdianto et al. (2021): parameter elevasi diberi bobot 25%, kemiringan lereng 20%, jarak garis pantai 20%, dan penggunaan lahan 15% (sisanya pada parameter tambahan lain dalam kajian rujukan). Parameter jarak garis pantai (*coastal proximity*) ditentukan menggunakan formula run-up berikut:

$$\log X_{\max} = \log 1400 + (4/3) \log (Y_0/10)$$

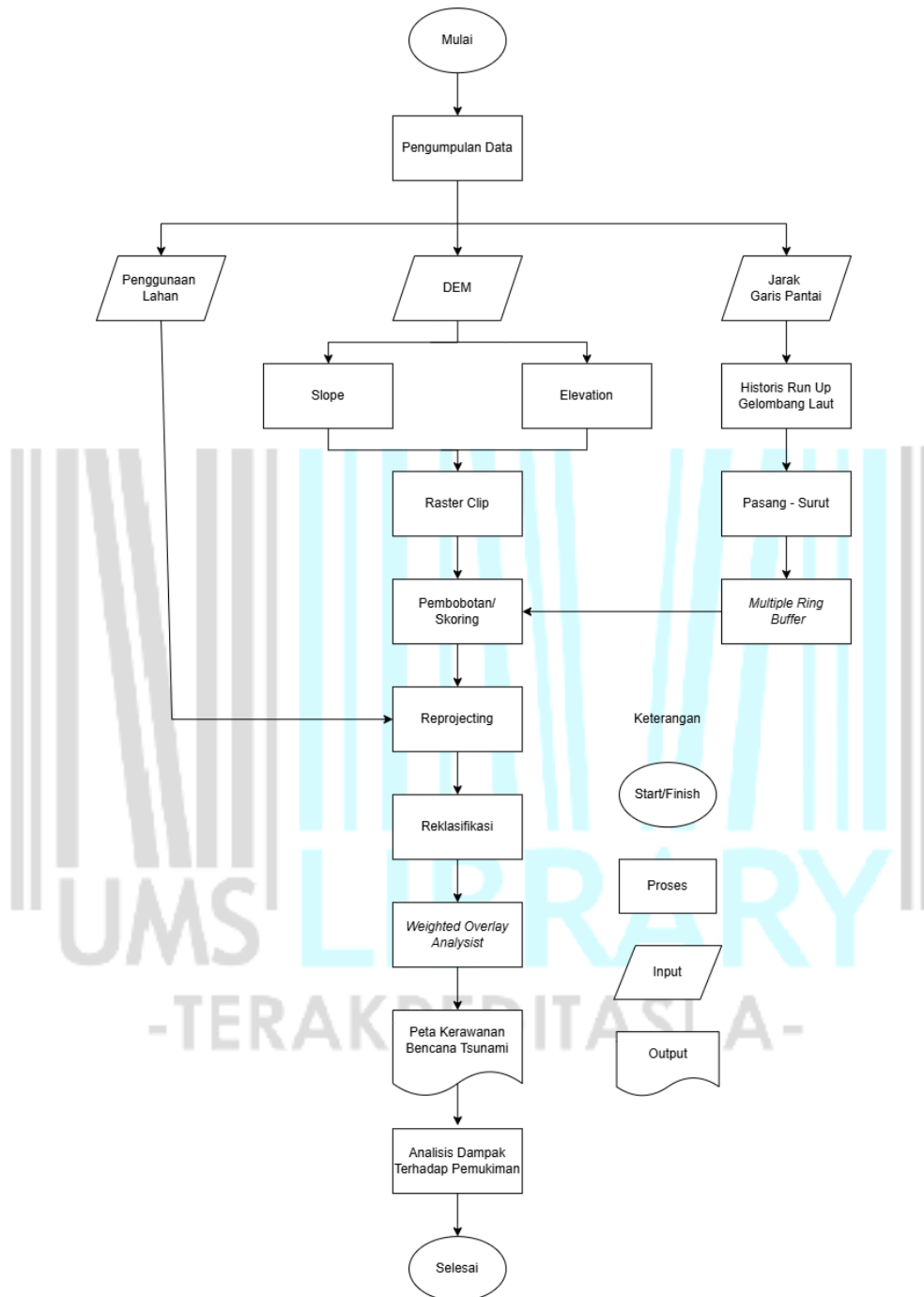
$X_{\max}$ adalah jangkauan maksimum tsunami di darat dan Y_0 adalah tinggi tsunami di pantai. Berdasarkan Peraturan Kepala BNPB Nomor 2 Tahun 2014, Kota Denpasar memiliki nilai run-up maksimum 6 meter dan minimum 1,25 meter. Ringkasan kriteria pembobotan parameter kerawanan tsunami disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Harkat, Bobot, dan Skor Parameter Kerawanan Tsunami

Parameter	Kelas	Harkat	Bobot	Skor
Elevasi (mdpl)	≤ 15	5	25%	1,25
	$>15 - 30$	4		1,00
	$>30 - 45$	3		0,75
	$>45 - 60$	2		0,50
	>60	1		0,25
Kemiringan Lereng (%)	0 – 2	5	20%	1,00
	$>2 - 6$	4		0,80
	$>6 - 13$	3		0,60
	$>13 - 20$	2		0,40
	>20	1		0,20
Jarak Garis Pantai (m)	$\leq 87,6$	5	20%	1,00
	$>87,6 - 250$	4		0,80
	$>250 - 500$	3		0,60
	$>500 - 708$	2		0,40
	>708	1		0,20
Penggunaan Lahan	Permukiman	5	15%	0,75
	Sawah	4		0,60
	Hutan rawa/sungai	3		0,45
	Hutan	2		0,30
	Batuan/cadas/gamping	1		0,15

Sumber: Analisi Data, 2026

Tabel 1 menunjukkan kriteria penilaian kerawanan tsunami berdasarkan empat parameter, yaitu elevasi, kemiringan lereng, jarak garis pantai, dan penggunaan lahan. Setiap kelas parameter diberikan harkat dan bobot sesuai tingkat pengaruhnya terhadap kerawanan tsunami, kemudian menghasilkan skor sebagai dasar dalam menentukan tingkat kerawanan. Tahapan pengolahan masing-masing parameter hingga menghasilkan peta kerawanan tsunami disajikan pada diagram alir penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Parameter Kerawanan Tsunami

Hasil klasifikasi menunjukkan wilayah Kota Denpasar didominasi oleh kelas elevasi sangat rendah (0 – 15 mdpl) seluas 5.741,64 Ha, yang menandakan sebagian besar wilayah berpotensi tinggi tergenang gelombang tsunami karena gelombang lebih mudah mencapai daratan pada elevasi yang rendah. Berdasarkan kemiringan lereng, wilayah kota didominasi kelas agak curam (6 – 13%) seluas 5.748,10 Ha, namun kelas datar hingga landai (0 – 6%) yang paling rawan terhadap penjalaran gelombang juga tersebar luas mencapai lebih dari 5.000 Ha, terutama di kawasan pesisir. Berdasarkan jarak garis pantai, sebagian besar wilayah (10.680,91 Ha) berada pada jarak lebih dari 708 m dari pantai sehingga tergolong tidak rawan, sedangkan zona 0 – 87,6 m yang tergolong sangat rawan hanya seluas 407,89 Ha namun membentang di sepanjang pesisir Sanur, Denpasar Selatan, dan Teluk Benoa. Dari sisi penggunaan lahan, permukiman mendominasi dengan luas 84,74 km² (67,6% dari total luas wilayah) dan mendapat skor kerawanan tertinggi karena berpotensi menimbulkan dampak besar apabila terjadi tsunami, sementara hutan rawa/mangrove seluas 10,12 km² berperan sebagai peredam alami energi gelombang.

3.2 Tingkat Kerawanan Tsunami Kota Denpasar

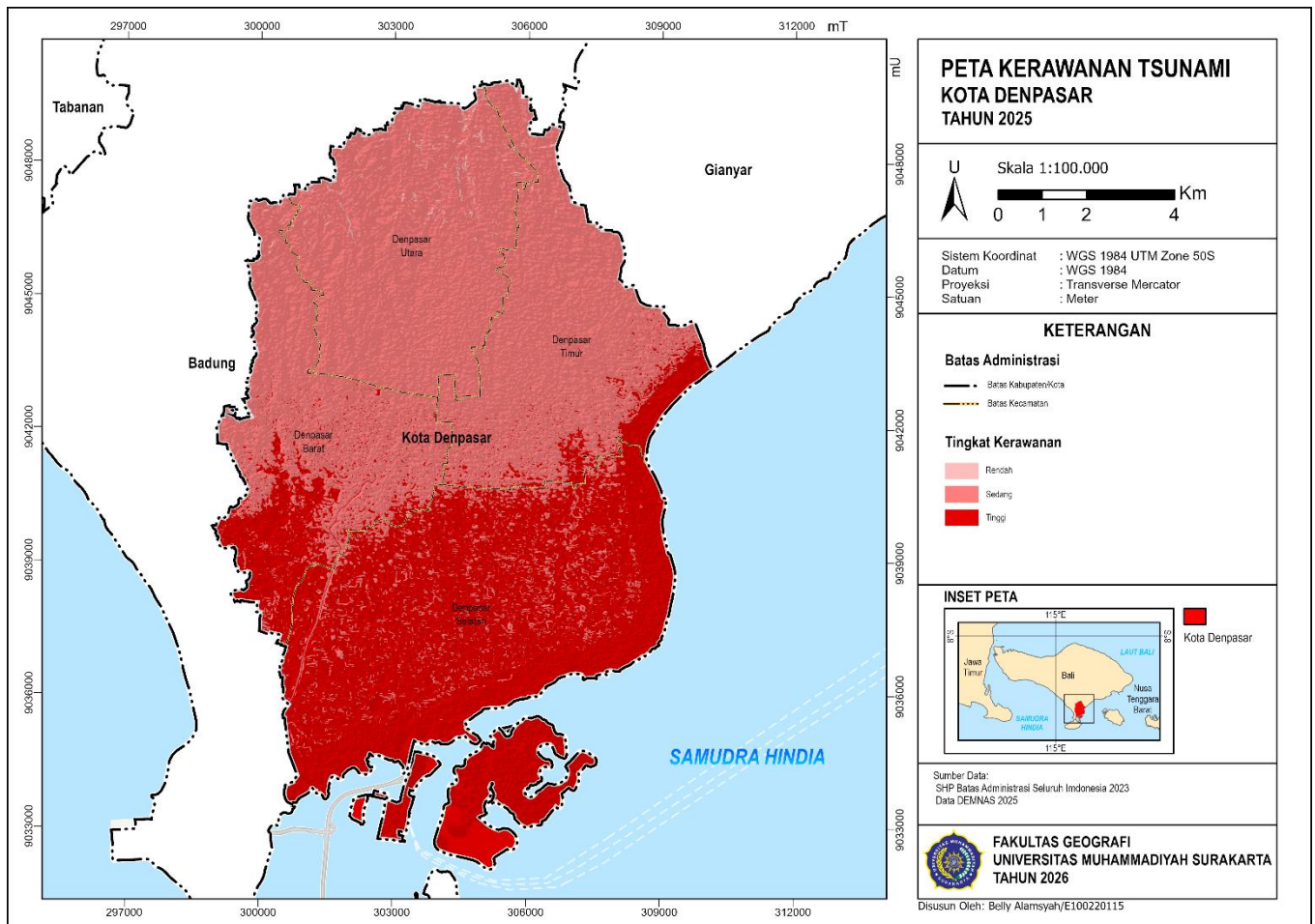
Hasil penggabungan (*overlay*) keempat parameter menghasilkan tiga kelas kerawanan tsunami di Kota Denpasar sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi Kerawanan Tsunami Kota Denpasar

Kelas	Klasifikasi	Luas (km ²)	Persentase
I	Rendah	1,55	1,23%
II	Sedang	65,56	52,04%
III	Tinggi	58,28	46,26%

Sumber: Analisi Data, 2026

Hasil penggabungan (*overlay*) parameter elevasi, kemiringan lereng, jarak garis pantai, dan penggunaan lahan menghasilkan tiga kelas tingkat kerawanan tsunami di Kota Denpasar, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Kelas kerawanan sedang merupakan kelas yang paling dominan dengan luas 65,56 km² (52,04%), diikuti kelas kerawanan tinggi dengan luas 58,28 km² (46,26%), sedangkan kelas kerawanan rendah hanya memiliki luas 1,55 km² (1,23%). Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah Kota Denpasar berada pada kelas kerawanan sedang hingga tinggi. Sebaran spasial tingkat kerawanan tsunami menunjukkan bahwa kelas kerawanan tinggi terutama terdapat pada kawasan pesisir, sedangkan kelas sedang lebih banyak tersebar pada bagian tengah hingga utara Kota Denpasar. Adapun kelas rendah hanya ditemukan secara terbatas pada bagian utara kota. Sebaran spasial kerawanan tsunami tersebut disajikan pada Gambar 1.



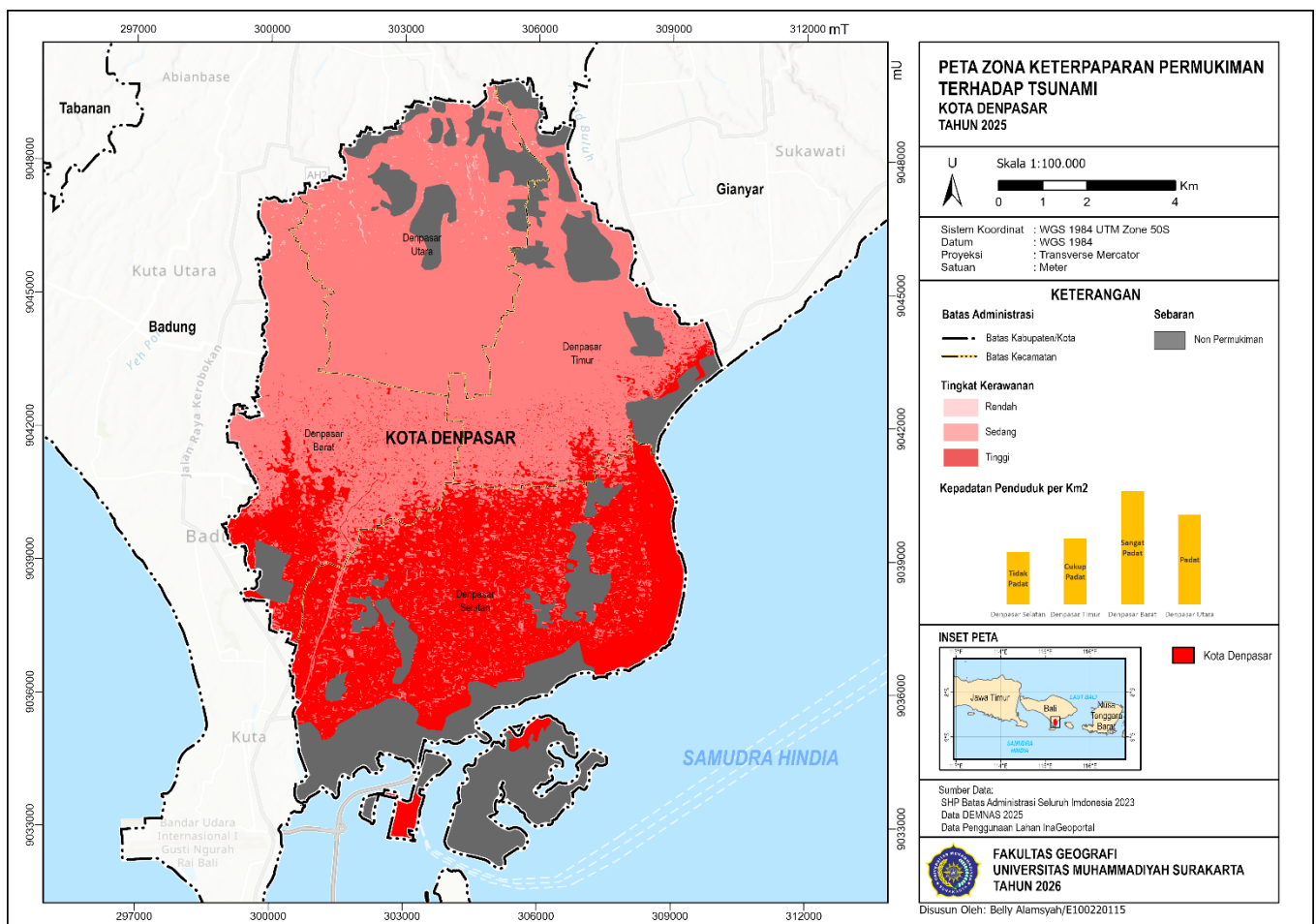
Gambar 1. Peta Kerawanan Tsunami Kota Denpasar Tahun 2025

Berdasarkan peta tersebut, terlihat bahwa tingkat kerawanan tinggi membentuk pola yang dominan pada kawasan pesisir bagian selatan Kota Denpasar, terutama di Kecamatan Denpasar Selatan serta sebagian wilayah pesisir Kecamatan Denpasar Barat dan Denpasar Timur. Sementara itu, wilayah dengan tingkat kerawanan sedang lebih banyak tersebar pada bagian tengah hingga utara kota, khususnya Kecamatan Denpasar Utara serta bagian utara Kecamatan Denpasar Barat dan Denpasar Timur. Kelas kerawanan rendah hanya ditemukan pada wilayah yang terbatas di bagian utara Kota Denpasar. Pola tersebut menunjukkan adanya kecenderungan penurunan tingkat kerawanan dari kawasan pesisir menuju bagian utara kota.

Tingginya tingkat kerawanan pada kawasan pesisir tidak terlepas dari karakteristik fisik Kota Denpasar yang sebagian wilayahnya berupa dataran rendah dengan kemiringan relatif datar hingga landai dan berhadapan langsung dengan wilayah perairan. Kondisi tersebut memungkinkan gelombang tsunami menjalar lebih mudah menuju daratan, terutama pada wilayah yang memiliki jarak dekat dengan garis pantai. Sebaliknya, wilayah yang memiliki elevasi lebih tinggi dan berada lebih jauh dari garis pantai cenderung memiliki tingkat kerawanan yang lebih rendah karena energi gelombang yang mencapai wilayah tersebut semakin berkurang.

3.3 Sebaran Permukiman dan Tingkat Keterpaparannya

Kota Denpasar memiliki luas permukiman sebesar 84,74 km² yang tersebar pada seluruh kecamatan, dengan konsentrasi permukiman terutama pada bagian tengah hingga selatan kota. Kawasan permukiman yang tersebar pada wilayah dengan tingkat kerawanan tinggi menunjukkan adanya potensi keterpaparan yang lebih besar apabila terjadi tsunami. Hasil overlay menunjukkan bahwa sebagian besar kawasan permukiman berada pada tingkat kerawanan tinggi, terutama pada bagian tengah hingga selatan Kota Denpasar. Kondisi tersebut mencakup hampir keseluruhan Kecamatan Denpasar Selatan serta sebagian wilayah Kecamatan Denpasar Timur dan Denpasar Barat. Sebaran zona keterpaparan permukiman terhadap tsunami Kota Denpasar tahun 2025 disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Zona Keterpaparan Permukiman terhadap Tsunami Kota Denpasar Tahun 2025

Berdasarkan peta tersebut, Kecamatan Denpasar Selatan menunjukkan keterpaparan permukiman yang paling menonjol. Kecamatan ini memiliki luas permukiman terbesar, yaitu 30,99 km², atau sekitar 62,12% dari luas Kecamatan Denpasar Selatan yang mencapai 49,89 km². Kondisi tersebut menjadi semakin penting karena sebagian besar wilayah permukiman berada pada kawasan

pesisir dengan elevasi sangat rendah 0–15 mdpl dan berbatasan langsung dengan garis pantai. Kombinasi antara luas permukiman, kedekatan dengan pantai, dan kondisi topografi tersebut menyebabkan Denpasar Selatan memiliki potensi dampak tsunami paling besar.

Kecamatan Denpasar Barat memiliki luas permukiman 18,73 km², sedangkan Denpasar Timur memiliki luas permukiman 16,71 km². Kedua wilayah tersebut berada pada kategori kerawanan sedang hingga tinggi. Kondisi Denpasar Barat menjadi lebih penting karena memiliki kepadatan penduduk tertinggi di Kota Denpasar, yaitu 8.139 jiwa/km². Dengan demikian, meskipun luas permukimannya tidak sebesar Denpasar Selatan, tingginya kepadatan penduduk menyebabkan jumlah penduduk yang berpotensi terpapar cukup besar. Kepadatan penduduk Kota Denpasar tahun 2025 menunjukkan perbedaan antarwilayah. Kecamatan Denpasar Barat memiliki kepadatan tertinggi sebesar 8.139 jiwa/km², diikuti Denpasar Utara sebesar 6.511 jiwa/km², Denpasar Timur sebesar 4.690 jiwa/km², dan Denpasar Selatan sebesar 3.805 jiwa/km². Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa luas kawasan permukiman tidak selalu berbanding lurus dengan kepadatan penduduk. Oleh karena itu, tingkat keterpaparan perlu dilihat dengan mempertimbangkan kondisi kerawanan sekaligus konsentrasi penduduk pada masing-masing kecamatan. Kecamatan Denpasar Utara menunjukkan kondisi yang relatif lebih aman dibandingkan kecamatan lainnya. Permukiman di wilayah ini memiliki luas 18,31 km² atau sekitar 68,60% dari luas kecamatan. Sebagian besar permukiman berada pada tingkat kerawanan rendah hingga sedang dan didukung oleh kondisi elevasi yang relatif lebih tinggi serta jarak dari garis pantai yang lebih jauh, yaitu lebih dari 708 meter. Kondisi tersebut menyebabkan Denpasar Utara memiliki tingkat keterpaparan yang relatif lebih rendah dan secara spasial lebih strategis untuk mendukung fungsi zona aman atau lokasi evakuasi. Apabila dibandingkan antarwilayah, Denpasar Selatan dan Denpasar Barat menjadi wilayah yang perlu mendapat perhatian utama, tetapi dengan karakteristik yang berbeda. Denpasar Selatan memiliki potensi dampak yang besar karena luas permukimannya paling tinggi dan lokasinya berada pada kawasan pesisir dengan elevasi sangat rendah. Sementara itu, Denpasar Barat memiliki kepadatan penduduk tertinggi sehingga konsentrasi penduduk yang berpotensi terpapar juga besar. Dengan demikian, penentuan prioritas mitigasi tidak cukup hanya berdasarkan luas kawasan permukiman, tetapi perlu mempertimbangkan tingkat kerawanan, luas permukiman, kondisi fisik wilayah, dan kepadatan penduduk secara bersamaan.

3.4 Analisis Faktor Dominan dan Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Tsunami merupakan bencana yang dipicu oleh pergerakan vertikal dasar laut secara mendadak sehingga menimbulkan perpindahan volume air laut dalam jumlah besar (Simamora et al., 2017). Faktor pemicu utama kerawanan tsunami di Kota Denpasar bersifat eksternal, yaitu posisi geografis yang berhadapan langsung dengan Samudra Hindia serta berada di jalur rambatan gelombang dari

zona subduksi selatan Bali. Namun demikian, besarnya daya rusak tsunami saat mencapai pesisir sangat dipengaruhi oleh dua faktor penguat: pertama, faktor geomorfologi berupa dataran aluvial bertopografi datar tanpa hambatan alami seperti bukit pesisir atau tebing karang; dan kedua, intervensi penggunaan lahan berupa masifnya konversi lahan menjadi kawasan permukiman yang melipatgandakan indeks kerawanan, meskipun sebagian risiko di pesisir selatan masih teredam oleh keberadaan hutan mangrove seluas 10,12 km².

Dibandingkan dengan penelitian Oktaviana et al. (2020) yang juga mengidentifikasi Denpasar Selatan dan Denpasar Timur sebagai kawasan berkerawanan sedang hingga tinggi, penelitian ini menunjukkan luas permukiman berisiko yang jauh lebih besar (84,74 km² atau 67,27%) dibandingkan 3,46 km² (27,21%) pada penelitian terdahulu, yang diduga disebabkan oleh perbedaan parameter yang digunakan penelitian ini menambahkan parameter penggunaan lahan dan tidak memasukkan jarak dari sungai. Dibandingkan dengan penelitian Yuniartanti (2021) di Kabupaten Karangasem yang hanya mengidentifikasi 1,42% wilayah sebagai kawasan rawan tsunami, cakupan kerawanan di Kota Denpasar jauh lebih luas karena morfologi Denpasar yang didominasi dataran aluvial, berbeda dengan Karangasem yang berbukit. Temuan ini juga sejalan dengan penelitian Sutarja (2015) dan Ramadhani et al. (2023) mengenai pentingnya penguatan mitigasi struktural dan non-struktural di kawasan pesisir Bali.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis zona rawan tsunami terhadap permukiman di Kota Denpasar tahun 2025, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tingkat kerawanan tsunami di Kota Denpasar terbagi menjadi tiga kelas, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Kelas kerawanan sedang merupakan kelas yang paling dominan dengan luas 65,56 km² (52,04%), diikuti kelas kerawanan tinggi seluas 58,28 km² (46,26%) yang terkonsentrasi di kawasan pesisir Kecamatan Denpasar Selatan serta sebagian pesisir Kecamatan Denpasar Barat dan Denpasar Timur. Sementara itu, kelas kerawanan rendah hanya mencakup 1,55 km² (1,23%) di sebagian kecil Kecamatan Denpasar Utara. Tingginya kerawanan terutama dipengaruhi oleh kondisi geomorfologi berupa dataran aluvial yang relatif datar, elevasi rendah, kedekatan dengan garis pantai, serta minimnya hambatan topografi alami.
2. Keterpaparan permukiman terhadap kerawanan tsunami menunjukkan bahwa sebagian besar kawasan permukiman Kota Denpasar berada pada zona kerawanan sedang hingga tinggi. Luas permukiman mencapai 84,74 km², dengan Kecamatan Denpasar Selatan memiliki luas permukiman terbesar, yaitu 30,99 km² dan sebagian besar berada pada zona elevasi sangat rendah. Kecamatan Denpasar Barat menjadi wilayah yang perlu mendapat perhatian karena

memiliki kepadatan penduduk tertinggi sebesar 8.139 jiwa/km² dan sebagian wilayahnya berada pada zona kerawanan tinggi. Sebaliknya, Kecamatan Denpasar Utara relatif lebih aman karena sebagian besar wilayahnya berada pada kerawanan rendah hingga sedang dan memiliki potensi sebagai kawasan penyangga serta lokasi evakuasi.

4.2 Saran

1. Berdasarkan hasil penelitian, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan. Pertama, keterbatasan data historis mengenai kejadian tsunami maupun gelombang tinggi ekstrem yang secara spesifik terjadi di pesisir Kota Denpasar perlu menjadi perhatian. Instansi terkait, khususnya BPBD dan BMKG, diharapkan dapat memperkuat sistem pengarsipan dan pencatatan data kebencanaan pesisir, baik kejadian berskala kecil maupun besar, sehingga data dapat lebih mudah diakses dan dimanfaatkan untuk penelitian serta perencanaan mitigasi bencana.
2. Pemerintah Kota Denpasar perlu melakukan pengendalian terhadap alih fungsi lahan menjadi kawasan terbangun, terutama permukiman pada kawasan pesisir Kecamatan Denpasar Selatan, pesisir Denpasar Timur, dan sebagian wilayah Denpasar Barat yang memiliki tingkat kerawanan tsunami tinggi. Pengendalian perkembangan kawasan terbangun tersebut diperlukan untuk mengurangi peningkatan keterpaparan penduduk dan infrastruktur terhadap ancaman tsunami serta mendukung upaya penataan ruang berbasis mitigasi bencana.

5. PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Agus Anggoro Sigit, S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing atas arahan dan bimbingan selama penelitian dan penulisan naskah publikasi ini, serta kepada Program Studi Geografi, Fakultas Geografi, Universitas Muhammadiyah Surakarta atas dukungan fasilitas dan data yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryastana, P., Ardantha, I. M., & Agustini, N. K. A. (2017). Analisis perubahan garis pantai dan laju erosi di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung dengan citra satelit SPOT. *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 6(2). <http://dx.doi.org/10.36055/jft.v6i2.2634>
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2024). *Buku Indeks Risiko Bencana Indonesia (IRBI) Tahun 2024*. Jakarta: Direktorat Pengurangan Risiko Bencana, Deputy Bidang Pencegahan, BNPB.
- BMKG. (2025). *Potensi Gempa Megathrust Segmen Sumba di Selatan Bali dan Lombok serta Dampak Tsunami Terhadap Wilayah Pesisir*. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Regional III Denpasar.
- Darmawan, I. G. S. (2020). Identification of Image Area Concept of Tsunami Disaster Response in Coastal Spatial Case Study: Serangan Island, Denpasar, Bali. *Journal of Architectural*

Research and Education, 2(2), 176–189. <https://doi.org/10.17509/jare.v2i2.29274>

- Farizki, M., & Anurogo, W. (2017). Pemetaan kualitas permukiman dengan menggunakan penginderaan jauh dan SIG di kecamatan Batam kota, Batam. *Majalah Geografi Indonesia*, 31(1), 39-45.
- Irmayanti, N., Lanya, I., & Utami, N. W. F. (2020). Zonasi kawasan perkotaan berbasis mitigasi bencana banjir (Studi kasus Kota Denpasar). *J. Arsit. Lansek*, 6(2), 190.
- Isdianto, A., Kurniasari, D., Subagiyo, A., Haykal, M. F., & Supriyadi, S. (2021). Pemetaan Kerentanan Tsunami untuk Mendukung Ketahanan Wilayah Pesisir. *Jurnal Permukiman*, 16(2), 90. <https://doi.org/10.1088/17551315/70/1/012002>
- Oktaviana, N. K. A., et al. (2020). Aplikasi SIG untuk Pemetaan Zona Tingkat Bahaya dan Keterpaparan Pemukiman terhadap Tsunami Kota Denpasar. <https://doi.org/10.23960/jgrs.2020.v1i2.28>
- Pratama, I. P. D. (2020). Pemodelan dan Pembuatan Peta Evakuasi Tsunami Pesisir Sanur. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 8(2), 65-75. <https://doi.org/10.23887/jjpg.v8i2.23167>
- Pratiwi, G. P. D. S., & Citra, I. P. A. (2019). Dinamika dan kesesuaian arahan fungsi kawasan di Kota Denpasar. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 7(1). <https://doi.org/10.23887/jjpg.v7i1.20674>
- Ramadhani, D. A. B., Miladan, N., & Kusumastuti, K. (2023). Tinjauan kesiapan mitigasi bencana non-struktural dalam menghadapi bencana tsunami di kawasan pesisir Kecamatan Kuta. *Region: Jurnal Pembangunan Wilayah dan Perencanaan Partisipatif*, 18(1), 241-260. <https://doi.org/10.20961/region.v18i1.53767>
- Simamora, D. A. S., Furqon, M. T., & Priyambadha, B. (2017). Clustering data kejadian tsunami yang disebabkan oleh gempa bumi dengan menggunakan algoritma k-medoids. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 1(8), 635-640. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/183>
- Sutarja, I. N. (2015). Rencana Tempat Evakuasi Sementara (TES) Pada Kawasan Rawan Bencana Tsunami Provinsi Bali. *Denpasar: Universitas Udayana*.
- Syafitri, Y., Bahtiar, B., & Didik, L. A. (2019). Analisis pergeseran lempeng bumi yang meningkatkan potensi terjadinya gempa bumi di Pulau Lombok. *Konstan-Jurnal Fisika Dan Pendidikan Fisika*, 4(2), 139-146. <https://doi.org/10.20414/konstan.v4i2.43>
- Wisnawa, I. G. Y., Jayantara, I. G. N. Y., & Putra, D. G. D. (2021). Pemetaan lokasi rawan banjir berbasis sistem informasi geografis di Kecamatan Denpasar Barat. *Jurnal ENMAP (Environment and Mapping)*, 2(2), 51-61. <https://doi.org/10.23887/em.v2i2.39841>
- Yuniartanti, R. K. (2021). Konsep Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana (KRB) Tsunami di Kabupaten Karangasem, Pulau Bali. *Journal of Regional and Rural Development Planning (Jurnal Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Perdesaan)*, 5(1), 1-14. <https://doi.org/10.29244/jp2wd.2021.5.1.1-14>