



EVALUASI PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DI KAWASAN RAWAN BENCANA TSUNAMI SANUR

Evaluating Land Use Changes in an Area Prone to the Tsunami
Disaster of Sanur

Oleh: Anak Agung Indira Yufanda Hersalita^{1*}, I G. N. Anom Rajendra²,
Ni Ketut Agusintadewi³

Abstract

The study documented in this article evaluates land use changes in an area prone to tsunami disasters. Sanur is chosen as a medium of study due to its intensive land use changes and geographical position close to the Indo-Australian and Eurasian Plate's collision lines, making it a high tsunami hazard area. While Sanur has had a Tsunami Evacuation Map issued by GITEWS in 2010, this study attempts to review its relevance, considering Sanur has always been targeted by various land use changes. This study uses a qualitative approach with a case study. Data collection methods include remote sensing, semi-structured interviews, and review documents. This research shows that land use classifications are for water bodies, vegetation, rice fields, built-up areas, and coastal plains. An increase in the number of tourism accommodations, land conversion, reclamation, and changes in the coastline causes changes in land utilization. These spatial deviations can potentially cause positive implications, especially in increasing land roughness, increasing the number of Temporary Evacuation Sites (TES), and changing the evacuation mode. However, evacuation zones based on the worst tsunami scenario still need to be planned to minimize the number of victims and damages to the existing infrastructures.

Keywords: land use; high danger zone; evacuation zone; tsunami, coastal tourism area

Abstrak

Studi yang didokumentasikan di dalam artikel ini mengevaluasi perubahan tata guna lahan di kawasan yang rentan bahaya tsunami. Sanur dipilih sebagai media studi karena perubahan tata guna lahan yang intensif dan posisi geografis yang berdekatan dengan garis tumbukan antara lempeng Indo-Australia dengan Lempeng Eurasia, yang membuatnya sebagai kawasan rentan tsunami. Walau Sanur telah memiliki Peta Evakuasi Tsunami yang dikeluarkan oleh GITEWS pada tahun 2010, studi ini mencoba mengevaluasi relevansi dari peta ini, mengingat Sanur telah secara kontinyu menjadi target perubahan tata guna lahan. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan studi kasus. Metode pengumpulan data yang digunakan melingkupi penginderaan jauh, wawancara semi-terstruktur, dan review dokumen. Hasil penelitian menunjukkan klasifikasi penggunaan lahan adalah untuk badan air, vegetasi, sawah, lahan terbangun, dan dataran pantai. Perubahan penggunaan lahan disebabkan oleh peningkatan jumlah akomodasi pariwisata, alih fungsi lahan, reklamasi, dan perubahan garis pantai. Simpangan spasial ini berpotensi menimbulkan implikasi positif, khususnya di dalam meningkatkan kekasaran daratan, menambah jumlah Tempat Evakuasi Sementara (TES), dan mengubah modus evakuasi. Walau demikian, zona evakuasi berdasarkan skenario tsunami terburuk perlu direncanakan untuk meminimalisir jumlah korban dan kerusakan infrastruktur yang ada.

Kata kunci: penggunaan lahan; zona bahaya tinggi; zona evakuasi; tsunami; kawasan pariwisata pesisir

1 Program Studi Magister Arsitektur, Universitas Udayana
Email: yufandaindira@yahoo.com

2 Program Studi Magister Arsitektur, Universitas Udayana
Email: rajendra@unud.ac.id

3 Program Studi Magister Arsitektur, Universitas Udayana
Email: nkadewi@unud.ac.id

Pendahuluan

Menurut UNESCO-IOC (2006), tsunami merupakan bahaya alam yang disebabkan oleh gempa bumi, tanah longsor di bawah laut, letusan gunung berapi, atau meteor besar yang jatuh di lautan. Gelombang tsunami dapat mencapai ketinggian puluhan meter dan bergerak dalam waktu 10 – 60 menit. Tsunami menjulang semakin tinggi saat mendekati perairan dangkal, sehingga dapat membanjiri dan menimbulkan kerusakan di wilayah pesisir.

Berdasarkan data kejadian tsunami yang dihimpun oleh NOAA dalam Triatmadja (2010), Jepang adalah negara yang paling sering dilanda tsunami, sementara Indonesia berada pada posisi kedua di dunia. Walaupun demikian, jumlah korban meninggal akibat tsunami di Indonesia 175.000 orang lebih banyak daripada Jepang. Perbedaan tersebut disebabkan oleh upaya mitigasi bencana di Jepang jauh lebih baik daripada Indonesia. Selain itu, kerentanan Indonesia terhadap tsunami semakin tinggi karena kota-kota besar di negara ini terletak di wilayah pesisir (Triatmadja, 2010).

Tsunami terbesar yang pernah terjadi di Indonesia disebabkan oleh gempa berkekuatan 9,3 magnitudo pada 26 Desember 2004. Bencana alam ini menimbulkan sekitar 130.000 korban jiwa di Provinsi Aceh dan Nias. Area perkotaan yang rusak akibat bencana tsunami tersebut yaitu seluas 1013,79 ha atau sebesar 17,18% dari luas total Kota Banda Aceh (Al-Fath & Marsoyo, 2023).

Pulau Bali juga pernah beberapa kali terdampak bencana alam tsunami. Pada tahun 1816, gempa bumi yang berpusat di Buleleng Selatan menyebabkan tsunami yang menelan 10.253 korban jiwa (Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2012). Pada tanggal 13 Mei 1857, gempa berkekuatan 7,0 SR yang berpusat di laut memicu gelombang tsunami setinggi 3,4 meter dan menyebabkan 36 orang meninggal dunia (Sudiarta et al., 2023). Selain itu, pada 19 Agustus 1977, gempa di segmen *megathrust* Sumba memicu gelombang pasang yang menghantam Pantai Sanur selama sekitar 25 menit, merusak area di sekitar helipad Hotel Bali Beach, dan menimbulkan luka serius pada sekitar seratus nelayan (T. Kurniawan & Laili, 2019; Triyono et al., 2019).

Dampak kejadian tsunami di Bali memang tidak sebesar kerusakan yang terjadi di Kota Banda Aceh. Namun, hal tersebut tidak boleh diabaikan karena banyak faktor yang menyebabkan Pulau Bali rentan terhadap tsunami yang berisiko tinggi. Menurut Kelompok Kerja Perencanaan Evakuasi untuk Sanur (2010), pesisir Pulau Bali rawan terhadap tsunami karena lokasinya yang berdekatan dengan zona tumbukan antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia. Berdasarkan analisis elevasi, kemiringan lahan, dan jarak dari pantai, pesisir Bali khususnya Kecamatan Denpasar Selatan berada pada risiko tinggi dilanda tsunami (Manan et al, 2022).

Sebagai salah satu wilayah pesisir di Denpasar Selatan yang berkembang pesat, Kawasan Pariwisata Sanur mengalami perubahan penggunaan lahan yang dinamis. Hal tersebut dikarenakan kompleks *resort* di Sanur sebagian besar dimulai secara spontan dan pertumbuhannya tidak terkelola serta tidak terencana (Smith, 1992). Seiring dengan perkembangan tersebut, muncul tantangan baru terkait mitigasi bencana tsunami karena

karena perkembangan kawasan ini telah mengarah kepada gejala *unmanaged growth* dan dibarengi pesatnya pertumbuhan penduduk (W. D. W. Kurniawan, 2019).

Berbagai upaya sudah dilakukan untuk memitigasi tsunami di Kawasan Pariwisata Sanur. Upaya mitigasi vertikal memanfaatkan bangunan hotel berbintang 4 dan 5 serta Tempat Evakuasi Sementara (TES) di Pulau Serangan (Darmawan & Sastrawan, 2020). Selain itu, mitigasi secara horizontal memanfaatkan titik berkumpul yang ditunjukkan pada Peta Evakuasi Tsunami Sanur dan Serangan yang dibuat pada tahun 2010 oleh kerjasama antar Pemerintah Kota Denpasar, GIZ-IS (German International Cooperation – International Services), dan GITEWS (German Indonesia Tsunami Early Warning System).

Triatmadja (2010) menyatakan bahwa mitigasi bencana bersifat dinamis karena tidak menutup kemungkinan adanya perubahan pada tata ruang dan tata guna lahan, kemajuan dan perkembangan pemukiman, serta sikap masyarakat. Sehubungan dengan perkembangan Kawasan Pariwisata Sanur yang pesat, perlu dilakukan evaluasi mengenai keselarasan rencana evakuasi tsunami dengan kondisi penggunaan lahan saat ini. Hal ini penting untuk diteliti karena pariwisata memiliki hubungan yang negatif dengan kejadian bencana. Pariwisata kerap dikaitkan sebagai bentuk kesenangan, keamanan, dan kenyamanan, sedangkan bencana merupakan salah satu faktor yang sangat rentan mempengaruhi naik turunnya permintaan dalam industri pariwisata (Adiyoso, 2018).

Berkaitan dengan latar belakang permasalahan ini, sudah ada penelitian-penelitian terdahulu yang membahas terkait mitigasi tsunami di Sanur. Pratama (2020) telah melakukan simulasi tsunami di pesisir Sanur dan memberikan rekomendasi peta evakuasi tetapi hanya menggunakan standar topografi dan bathimetri saja, belum memperhatikan kemudahan dalam melakukan evakuasi walaupun sudah berisi jalur dan objek vital yang rentan serta tempat untuk evakuasi sementara. Sani et al. (2013) juga memberikan rekomendasi jalur terpendek evakuasi di Kelurahan Sanur menggunakan algoritma matematika Floyd Warshall. Selain itu, Suartika et al. (2021) pada penelitiannya membuat pemodelan berbasis numerik untuk memprediksi tiga skenario gelombang tsunami setinggi 5, 10, dan 15 meter di Kecamatan Denpasar Selatan. Karena ketiga penelitian tersebut belum membahas mitigasi tsunami dan hubungannya dengan perkembangan kawasan pariwisata, maka penelitian ini akan melihat permasalahan dari sudut pandang lain yaitu perencanaan tata guna lahan.

Review Literatur

a. Evaluasi Perubahan Penggunaan Lahan

Menurut Baja (2012), penggunaan lahan berkaitan dengan cara pengelolaan lahan pada suatu satuan lahan tertentu, sedangkan menurut Mahi (2013), penggunaan lahan adalah segala macam campur tangan manusia baik secara permanen maupun siklis terhadap sumber daya alam dan sumber daya buatan untuk memenuhi kebutuhan kebendaan maupun spiritual atau kedua-duanya. Berdasarkan kedua pengertian tersebut, dapat didefinisikan bahwa penggunaan lahan yang dimaksud pada penelitian ini adalah cara pengelolaan dan pemanfaatan lahan oleh manusia, baik secara spesifik pada satuan lahan tertentu maupun melalui berbagai aktivitas untuk memenuhi kebutuhan.

Penggunaan lahan perlu dievaluasi karena dapat mengalami perubahan sepanjang waktu, khususnya di wilayah pesisir yang bersifat dinamis. Berdasarkan Pedoman Monitoring dan Evaluasi Pemanfaatan Ruang (Kementerian Pekerjaan Umum, 2017), tahap penilaian aspek pola ruang, dilakukan dengan menghitung simpangan atau deviasi kesesuaian pola ruang sebagai perwujudan dari aktivitas pemanfaatan ruang (Tabel 1).

Tabel 1. Tabel Pengukuran Penggunaan Lahan pada Rencana Pola Ruang

Indikator	Sub Indikator	Rincian Data	Luas			Penilaian Simpangan (E) (0-4)	
			Aktual (A)	Rencana (B)	Simpangan C = (B-A)		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) Presentase Simpangan (D) (%)	(8)

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2017)

Analisis *overlay* peta rencana struktur ruang dan rencana pola ruang dengan peta kondisi aktual digunakan sebagai alat bantu dalam merumuskan kesesuaian, dan tingkat simpangan (Kementerian Pekerjaan Umum, 2017). Untuk klasifikasi pola ruang, informasi hasil pantauan persentase simpangan diterjemahkan ke dalam rentang kualitatif, dari rendah hingga tinggi (Tabel 2). Ukuran kuantitatif dengan skala 4 (nilai 0 sampai dengan 4), dimana 0 menunjukkan angka terendah (yang berarti terjadi tidak ada kesesuaian) dan 4 menunjukkan angka tertinggi (yang berarti telah sesuai).

Tabel 2. Klasifikasi Persentase Simpangan

Persentase	Nilai
99%	Tidak ada kesesuaian dengan nilai 0
50% - < 99%	Simpangan tinggi dengan nilai 1
25% - < 50%	Simpangan sedang dengan nilai 2
1 % - < 25%	Simpangan rendah dengan nilai 3
0 % - < 1%	Kesesuaian sempurna dengan nilai 4

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2017)

b. Keterkaitan penggunaan lahan dengan zona evakuasi tsunami

Menurut Saputra et al. (2020) kebutuhan perencanaan tata ruang saat ini adalah berskala mikro agar dapat diimplementasikan pada Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) dan Rencana Detail Tata Ruang (RDTR). Dalam konteks mitigasi bencana, pernyataan tersebut sejalan dengan Weerasinghe et al. (2011) yang menyebutkan bahwa zona pesisir yang layak huni dibentuk oleh zonasi minor melalui penilaian risiko sesuai dengan Zona Risiko Tinggi, Zona Risiko Rendah, Zona Siaga, dan Zona Aman. Zonasi mikro atau minor di setiap wilayah akan menghasilkan pembagian zona-zona dengan tingkat risiko yang berbeda, sehingga sangat penting untuk mempertimbangkan keunikan morfologi fisik dan karakteristik lokal suatu wilayah dalam mengembangkan rencana mitigasi tsunami (Barría et al., 2019; Kongko & Hidayat, 2014; Tonini et al., 2021). Zonasi tidak hanya untuk menjamin keselamatan penduduk, tetapi juga dapat memudahkan dalam membangun sistem peringatan dini dan prosedur evakuasi.

Evakuasi secara horizontal umumnya memanfaatkan lahan yang digunakan sebagai Ruang Terbuka Hijau (RTH) sebagai tulang punggung pembangunan kota siaga bencana (Sugito et al., 2022). Ruang terbuka dapat berfungsi sebagai tempat penyelamatan utama, tempat berlindung sementara, fasilitator mitigasi, dan mediator kesadaran akan bencana tsunami (Jayakody & Amaratunga, 2021). Selain itu, Rashifah et al., (2019) pada penelitiannya menyatakan bahwa RTH yang layak dan sesuai untuk tempat evakuasi dapat dibagi menjadi dua konsep, yaitu ruang evakuasi mikro dan makro. Ruang evakuasi mikro dapat difokuskan untuk penyelamatan individu, sedangkan ruang evakuasi makro dapat digunakan untuk penyelamatan massal.

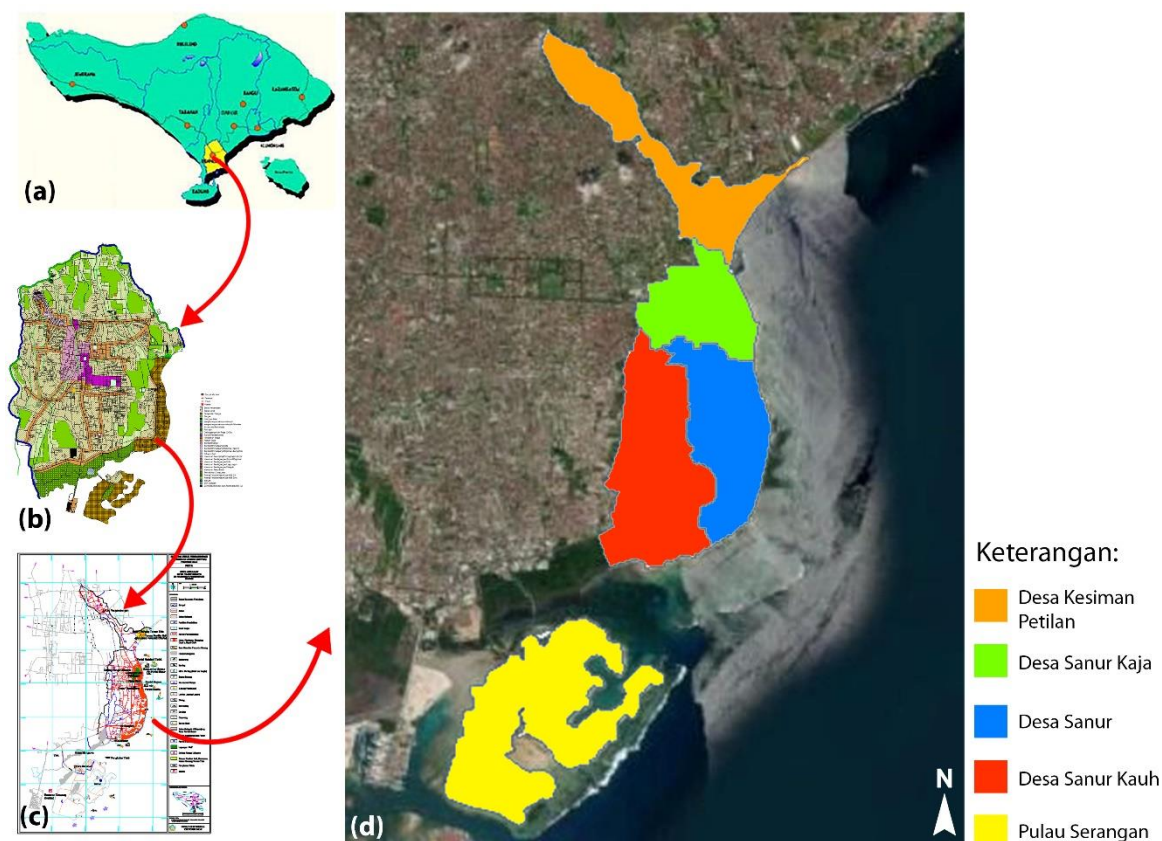
Penggunaan lahan untuk vegetasi pantai, yang dikenal sebagai sabuk hijau atau *green belt*, memainkan peran penting dalam membentuk zona penyangga alami (Weerasinghe et al., 2011). Vegetasi ini, yang dapat terdiri dari pohon cemara laut (*Casuarina equisetifolia*), bakau (*mangrove*), pohon api-api, nipah, dan tumbuhan pantai lainnya, mampu meredam energi gelombang tsunami (Triatmadja, 2010). Fuady (2015) juga mendukung penggunaan jalur hijau pantai sebagai pelindung dengan kombinasi tanaman bakau dan tanaman pantai yang kuat seperti kelapa, cemara, ketapang, kembang sepatu, asam jawa, dan kapas. Tanaman ini lebih efektif dalam meredam energi tsunami dibandingkan dengan tanaman lain seperti pohon kelapa yang memiliki sedikit cabang, yang meskipun tidak efektif dalam menahan tsunami, dapat digunakan sebagai opsi dalam situasi penyelamatan darurat (Rajendra & Sumariati, 2018).

Perubahan penggunaan lahan menyebabkan perubahan pada zona bahaya tsunami (Pamungkas et al., 2023). Hal ini dikarenakan perubahan penggunaan lahan sangat memengaruhi kekasaran daratan, yang pada gilirannya memengaruhi kemampuan daratan untuk menahan dan memperlambat gelombang tsunami. Isnin (2016) menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat kekasaran permukaan, semakin pendek jarak yang dapat ditempuh tsunami ke daratan. Sebaliknya, semakin rendah tingkat kekasaran permukaan, semakin luas wilayah yang dapat tergenang. Ini menegaskan bahwa pengelolaan penggunaan lahan yang baik, yang meningkatkan kekasaran daratan, dapat membantu dalam mitigasi tsunami. Faktor-faktor yang memengaruhi kekasaran daratan termasuk kondisi tanah, keberadaan dan jenis bangunan, variasi jenis tanaman, kerapatan, serta tinggi tanaman. Selain itu, elemen-elemen bergerak seperti mobil, motor, dan gerobak juga berkontribusi terhadap kekasaran daratan (Triatmadja, 2010). Dengan variasi ini, daratan yang lebih kasar dapat memperlambat pergerakan tsunami, memberikan lebih banyak waktu untuk evakuasi, dan mengurangi dampak kerusakan.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Pendekatan ini dipilih untuk mengkaji kasus yang dibatasi oleh tempat dan waktu, serta mencari materi kontekstual tentang latar kasus tersebut (Creswell & Poth, 2018). Batasan-batasan yang dimaksud pada penelitian ini: 1) Batasan tempat yaitu di Kawasan Pariwisata Sanur; 2) Batasan waktu dari tahun 2010 – 2024; dan 3) Batasan kontekstual yaitu tentang penggunaan lahan dan kaitannya dengan tsunami.

Berkaitan dengan batasan tempat, penelitian ini berlokasi di ibu kota Provinsi Bali, yaitu Kota Denpasar. Kawasan Pariwisata Sanur secara spesifik berada di area Kecamatan Denpasar Timur dan Denpasar Selatan (Gambar 1). Berdasarkan Rencana Induk Pembangunan Kepariwisata Daerah Provinsi Bali Tahun 2015-2029, Kawasan Pariwisata Sanur mencakup Desa Sanur Kaja, Desa Sanur Kauh, Kelurahan Serangan, dan Desa Kesiman Petilan dengan total luas wilayah 1.724 ha.



Gambar 1. (a) Peta Pulau Bali; (b) Peta Kota Denpasar; (c) Peta Arah Pengembangan Kawasan Pariwisata Sanur; (d) Peta Lokasi Penelitian

Sumber: (a) dan (b) (Pemerintah Kota Denpasar, 2022); (c) "Rencana Induk Pembangunan Kepariwisata Daerah Provinsi Bali Tahun 2015-2029," (2015); (d) Modifikasi dari Google Earth Tahun 2024

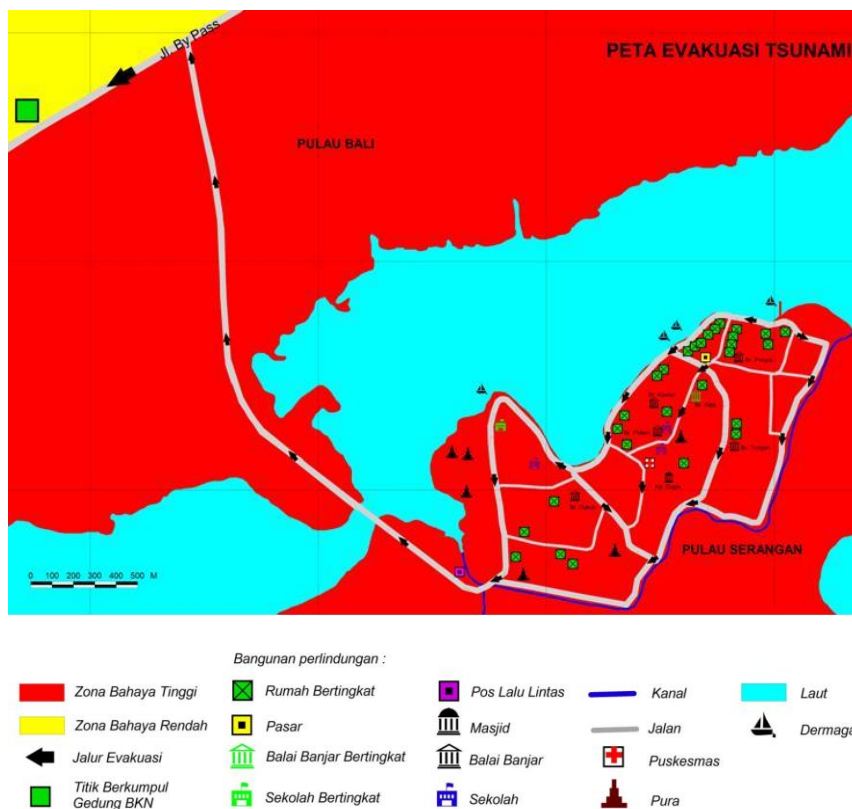
Berkaitan dengan batasan waktu dan konteks penelitian, data penggunaan lahan pada periode tahun 2010 – 2024 dikumpulkan menggunakan teknik penginderaan jauh (*remote sensing*). Pemilihan rentang waktu tersebut berkaitan dengan dikeluarkannya Peta Evakuasi Tsunami Sanur dan Serangan pada tahun 2010 oleh GITEWS. Peta penggunaan lahan kemudian ditumpangtindihkan (*overlay*) dengan peta evakuasi tsunami menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk menganalisis perubahan penggunaan lahan pada zona merah atau zona bahaya tinggi tsunami. Teknik *overlay* seperti ini juga digunakan oleh Haris et al. (2022) untuk menganalisis penggunaan lahan di Kecamatan Malingping yang rawan terpapar tsunami. Teknik wawancara semi-terstruktur dan studi dokumen juga dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai faktor-faktor pendorong perubahan penggunaan lahan. Penggunaan berbagai teknik pengumpulan data dapat membantu untuk menyusun gambaran mendalam mengenai suatu penelitian studi kasus (Yin, 2006).

Hasil dan Pembahasan

a. Rencana Evakuasi Tsunami di Kawasan Pariwisata Sanur

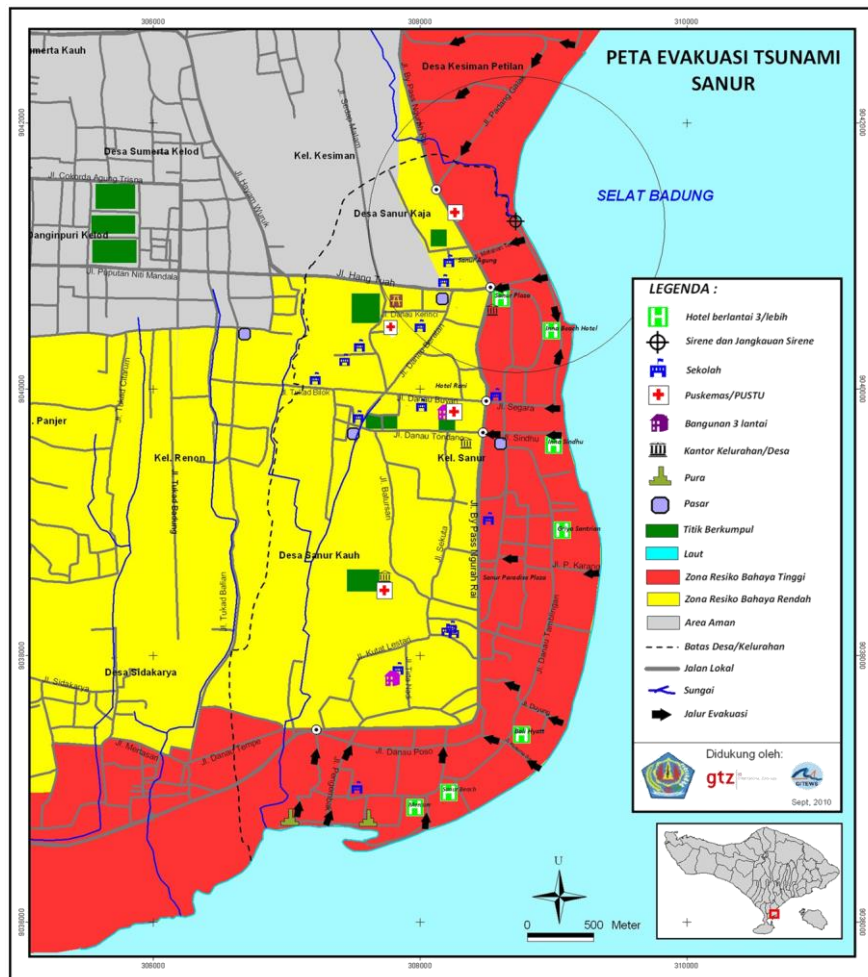
Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Wilayah III, Peta Evakuasi Tsunami di Kawasan Pariwisata Sanur, khususnya di wilayah Sanur dan Serangan ada dua jenis. Peta yang dikeluarkan oleh Stasiun Geofisika Denpasar dibuat menggunakan metode deterministik, yaitu membuat peta inundasi atau genangan tsunami dengan skenario terburuk. Sedangkan peta yang dikeluarkan oleh GITEWS pada tahun 2010 dibuat dengan metode probabilistik sehingga dapat dihasilkan peta dengan zonasi dengan beberapa tingkat risiko. Peta probabilistik lebih sesuai untuk digunakan pada penelitian ini karena berdasarkan pernyataan Saputra et al. (2020) dan Weerasinghe et al. (2011) zonasi dapat mempermudah perencanaan tata ruang yang berbasis mitigasi bencana. Selain itu, metode probabilistik atau Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA) dibuat berdasarkan pengaruh berbagai faktor ketidakpastian sehingga data yang dihasilkan lebih rasional serta mendekati kejadian sebenarnya (Daswita et al., 2023).

Peta Evakuasi Tsunami Sanur dan Serangan (Gambar 2 dan Gambar 3) dibuat dengan konsep dua zona. Zona bahaya dibagi menjadi zona merah dan zona kuning. Zona merah merupakan zona paling berbahaya dan berpotensi tinggi terdampak gelombang tsunami. Zona kuning lebih aman kecuali “skenario kasus terburuk” dengan magnitudo yang serupa dengan Tsunami Aceh 2004.



Gambar 2. Peta Evakuasi Tsunami Serangan

Sumber: German-Indonesian Cooperation for a Tsunami Early Warning System (2013)



Gambar 3. Peta Evakuasi Tsunami Sanur

Sumber: Kelompok Kerja Perencanaan Evakuasi untuk Sanur (2010)

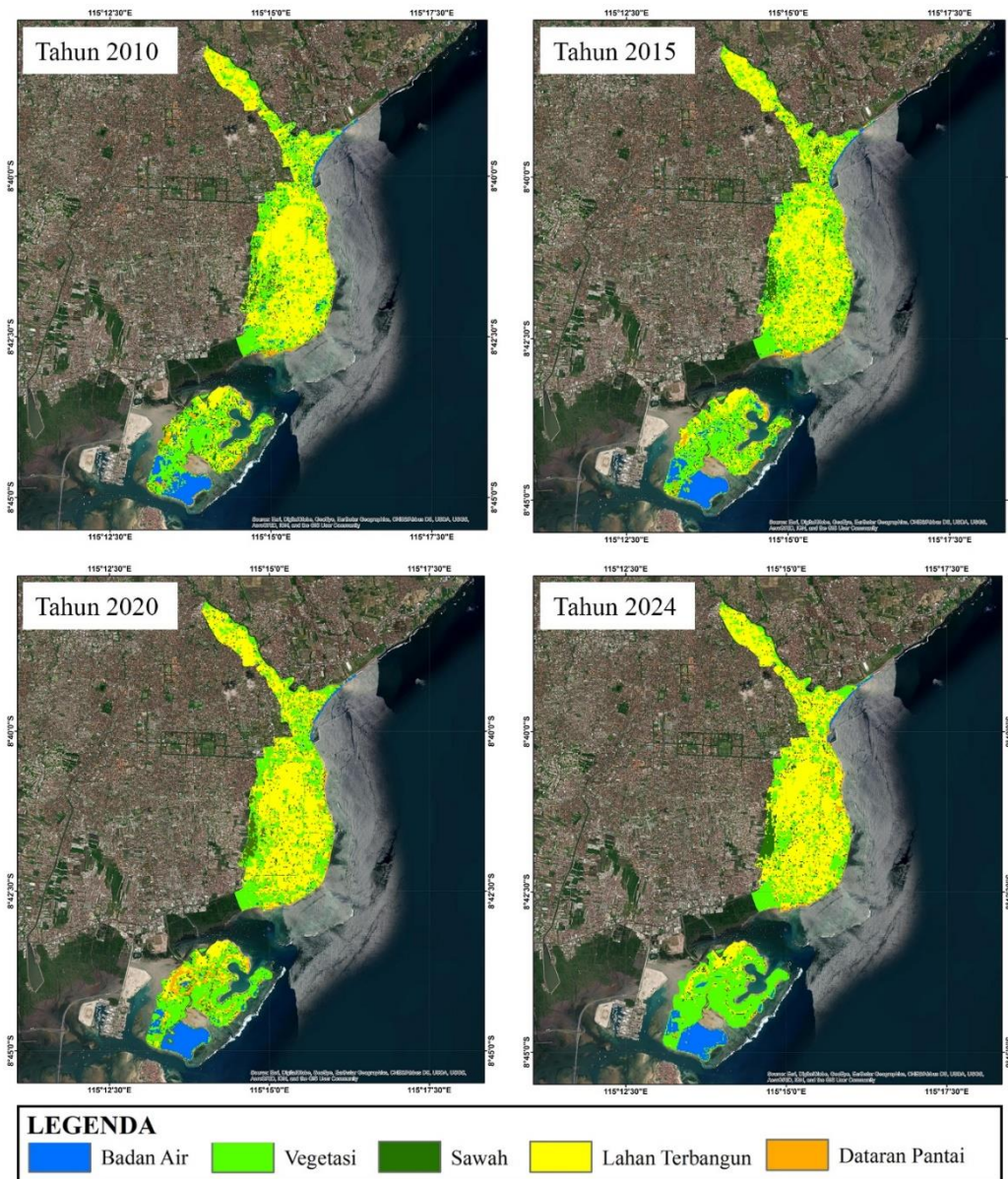
Modus evakuasi yang digunakan pada Peta Evakuasi Sanur adalah evakuasi vertikal dan berjalan kaki. Pada zona merah, bangunan-bangunan hotel yang letaknya dekat dengan pantai dapat digunakan untuk evakuasi vertikal. Hal ini dikarenakan orang-orang yang sedang tinggal di hotel atau berada di pantai pada saat gempa bumi yang kuat atau pada peringatan tsunami kemungkinan tidak bisa meninggalkan zona merah dalam waktu singkat, sehingga harus mencari perlindungan pada bangunan yang kuat dan berlantai tiga atau lebih.

Peta Evakuasi Pulau Serangan juga menggunakan konsep dua zona dengan pembagian yang sama. Namun, peta evakuasi ini menggunakan modus evakuasi yang berbeda dengan Peta Evakuasi Tsunami Sanur. Penduduk dan wisatawan diarahkan untuk meninggalkan zona merah dengan sepeda motor jika memungkinkan setelah merasakan getaran gempa bumi yang kuat. Penduduk dan wisatawan tidak disarankan untuk berjalan kaki menuju Jalan Bypass Ngurah Rai dan mencari bangunan perlindungan yang ada jika tidak memungkinkan untuk meninggalkan zona merah. Bagi penduduk dan wisatawan yang berada di zona kuning diarahkan untuk menuju tempat berlindung dengan lantai yang lebih tinggi.

b. Perubahan Penggunaan Lahan pada Zona Bahaya Tinggi Tsunami

Hasil pengumpulan data melalui penginderaan jauh (*remote sensing*) menunjukkan bahwa Kawasan Pariwisata Sanur mengalami perubahan penggunaan lahan dari tahun 2010 - 2024.

Secara garis besar, penggunaan lahan diklasifikasikan menjadi badan air, vegetasi, sawah, lahan terbangun, dan dataran pantai. Pada peta perubahan penggunaan lahan (Gambar 4) dapat dilihat bahwa Desa Sanur, Desa Sanur Kaja, Desa Sanur Kauh, dan Desa Kesiman Petilan didominasi oleh lahan terbangun. Berbeda dengan Pulau Serangan, lahan terbangun di wilayah ini tidak dominan dan terdapat di sisi utara saja.



Gambar 4. Peta Perubahan Penggunaan Lahan di Kawasan Pariwisata Sanur Tahun 2010 – 2024
Sumber: Hersalita (2024)

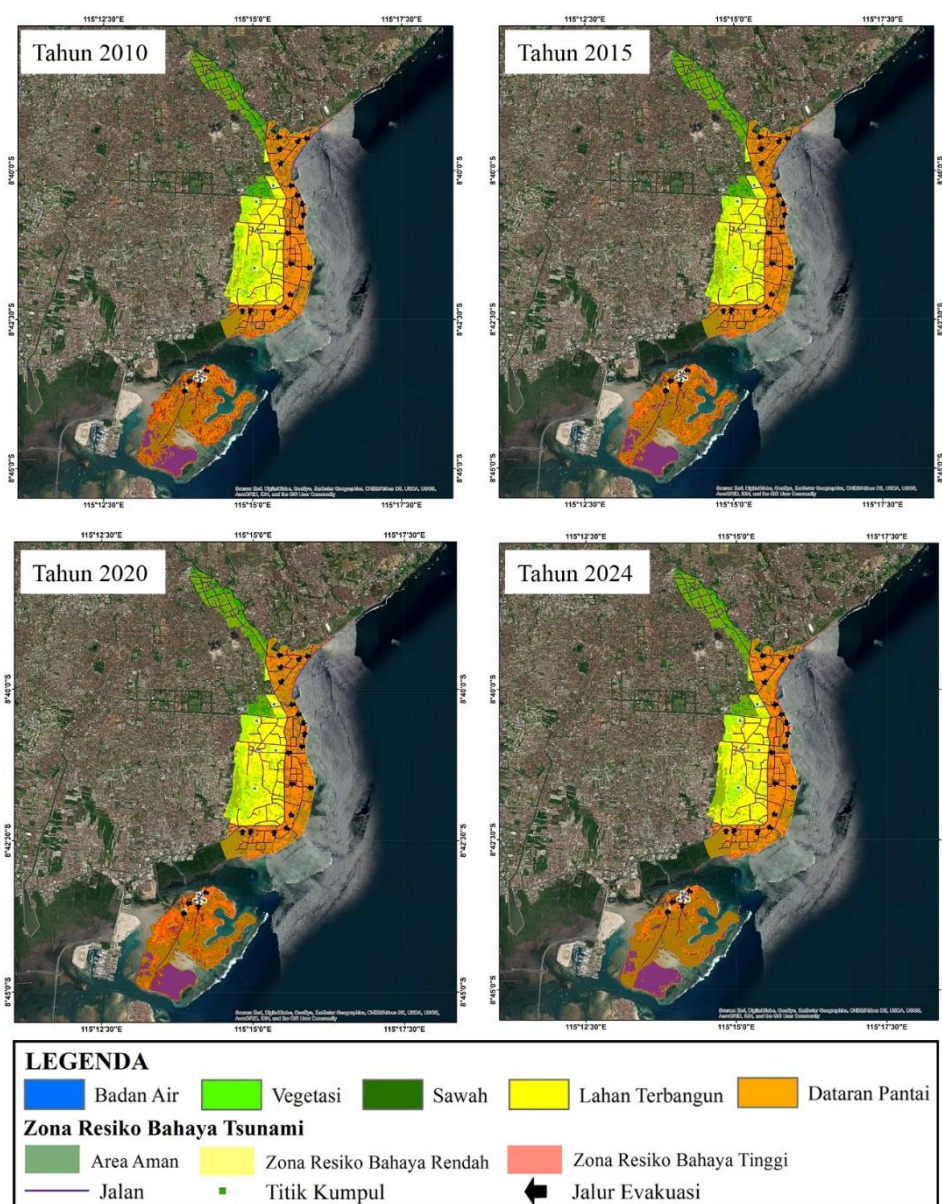
Pada Tabel 4, dapat dilihat bahwa luasan penggunaan lahan terbangun di Kawasan Pariwisata Sanur sempat mengalami penurunan dari tahun 2010 – 2015, dan meningkat kembali pada tahun 2020. Hal ini berbeda dengan Latue & Rakuasa (2022) yang menyatakan bahwa lahan terbangun di kawasan rawan tsunami terus meningkat setiap tahunnya. Pada saat yang bersamaan, terjadi penurunan luasan sawah dari tahun 2010 – 2024 yang menunjukkan terjadinya alih fungsi lahan.

Tabel 4. Analisis Simpangan Penggunaan Lahan pada Zona Merah (Bahaya Tinggi Tsunami)

Klasifikasi Penggunaan Lahan	Luas (ha)			
	2010	2015	2020	2024
Badan Air	133,58	141,08	122,66	125,84
Vegetasi	597,85	685,13	649,72	649,65
Sawah	131,18	122,46	117,63	107,71
Lahan Terbangun	1021,41	943,63	950,68	1015,57
Dataran Pantai	81,55	70,95	121,57	63,99
Total:	1965,56	1963,25	1962,26	1962,75

Sumber: Modifikasi dari Hersalita (2024)

Hasil analisis *overlay* pada Gambar 5 menunjukkan bahwa Desa Sanur, Desa Sanur Kaja, Desa Sanur Kauh, dan Desa Kesiman Petilan hanya area pesisirnya yang termasuk zona bahaya tinggi tsunami. Sementara itu, Pulau Serangan seluruhnya berada pada zona merah.



Gambar 5. Analisis *Overlay* Peta Penggunaan Lahan Tahun 2024 dengan Peta Evakuasi Tsunami
 Sumber: Hersalita (2024)

Luasan penggunaan lahan pada zona merah (zona bahaya tinggi tsunami) dikuantifikasi menggunakan Tabel Pengukuran Penggunaan Lahan pada Rencana Pola Ruang untuk mengetahui besar perubahan atau simpangannya. Analisis simpangan pada Tabel 5 menunjukkan bahwa pada periode tahun 2010 – 2015 semua klasifikasi penggunaan lahan tidak banyak mengalami perubahan. Pada tahun 2010 – 2020, dataran pantai mengalami perubahan paling tinggi karena berdasarkan penelitian yang dilakukan Efendi (2016), garis Pantai Sanur mengalami kemunduran sepanjang 2,56 meter.

Tabel 5. Analisis Simpangan Penggunaan Lahan pada Zona Merah (Bahaya Tinggi Tsunami)

Penggunaan Lahan pada Zona Merah (Bahaya Tinggi Tsunami)	Tahun 2010 – 2015		Tahun 2010 – 2020		Tahun 2010 – 2024	
	Persentase Simpangan (%)	Penilaian Simpangan	Persentase Simpangan (%)	Penilaian Simpangan	Persentase Simpangan (%)	Penilaian Simpangan
Badan Air	-7,25	3 (rendah)	5,87	3 (rendah)	3,58	4 (sesuai)
Vegetasi	-17,01	3 (rendah)	-15,51	3 (rendah)	-27,32	2 (sedang)
Sawah	15,41	3 (rendah)	27,87	2 (sedang)	50,76	1 (tinggi)
Lahan Terbangun	12,56	3 (rendah)	14,50	3 (rendah)	11,87	3 (rendah)
Dataran Pantai	7,28	3 (rendah)	-70,95	1 (tinggi)	14,15	3 (rendah)

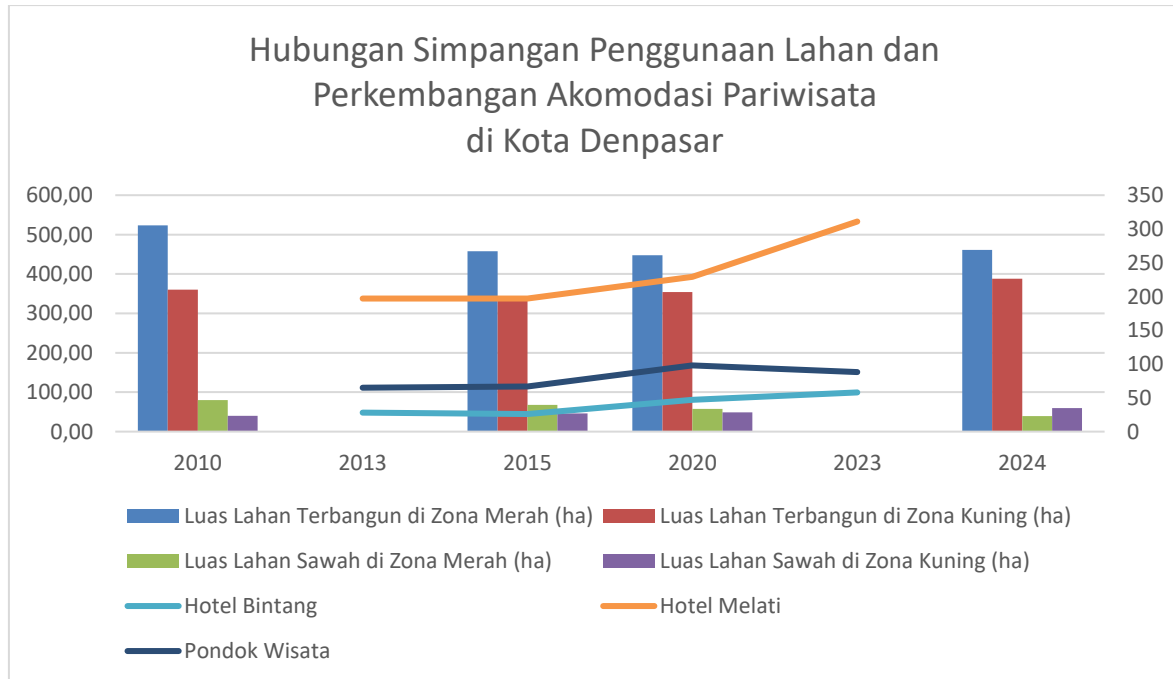
Sumber: Modifikasi dari Hersalita (2024)

Simpangan penggunaan lahan untuk badan air di wilayah selatan Pulau Serangan menunjukkan akan dilanjutkannya reklamasi dalam rangka merealisasikan rencana Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2023 Tentang Kawasan Ekonomi Khusus Kura Kura Bali. Hal tersebut juga disebutkan dalam Fakta dan Analisa Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Denpasar 2021-2041 bahwa pantai di Pulau Serangan yang berupa lahan kosong hasil reklamasi yang di kelola PT. Bali Turtle Island Development.

Berkurangnya luasan vegetasi berkaitan dengan perubahan penggunaan lahan terbangun dan sawah. Menurut Fakta dan Analisa Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Denpasar 2021-2041, alih fungsi lahan merupakan salah satu permasalahan lingkungan di Kota Denpasar. Alih fungsi lahan disebabkan oleh penggunaan lahan pariwisata di Kota Denpasar yaitu sebesar 197,97 Ha atau sekitar 1,57% dari total luas Kota Denpasar, dimana kawasan pariwisata paling besar terdapat di Kawasan Sanur yang sekaligus menjadi kawasan prioritas dari sudut pandang ekonomi. Pernyataan tersebut sesuai dengan data yang didapatkan dari penginderaan jauh dan analisis simpangan penggunaan lahan. Berdasarkan analisis simpangan yang telah dibahas pada sebelumnya, dapat diketahui bahwa penggunaan lahan terbangun dan sawah yang paling banyak mengalami simpangan dari tahun 2010 – 2024. Hal serupa juga diteliti oleh Pratami (2018) yang menyatakan bahwa perubahan penggunaan lahan signifikan terjadi pada jalan menuju objek wisata yang awalnya berupa persawahan.

Menurut hasil wawancara dengan pihak Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Denpasar, alih fungsi lahan di kawasan ini terjadi karena perkembangan pariwisata, terlebih lagi karena sedang direalisasikannya rencana KEK Sanur dan KEK Kura-kura di Pulau Serangan. Alih fungsi lahan di wilayah pesisir memang kerap terjadi karena sektor pariwisata (Amalia et al., 2018; Faria de Deus & Tenedório, 2021; Ribeiro et al., 2022).

Grafik pada Gambar 6 menunjukkan keterkaitan perubahan penggunaan lahan terbangun dan sawah dengan kenaikan jumlah akomodasi pariwisata. Pada tahun 2010 – 2015, belum diketahui penyebab penurunan penggunaan lahan terbangun. Pada 2015 – 2020, kenaikan dalam lahan terbangun sebesar 7,05 ha diiringi oleh penurunan sawah sebesar 4,84 ha dan didirikannya 21 hotel berbintang, 32 hotel melati, dan 31 pondok wisata. Pada 2020 – 2024, peningkatan lahan terbangun 64,89 ha terjadi bersamaan dengan penurunan luasan sawah sebesar 9,92 ha dan bertambahnya 11 hotel berbintang, 82 hotel melati, dan berkurangnya 10 pondok wisata pada tahun 2023. Tren data ini menunjukkan kebutuhan lahan untuk akomodasi pariwisata terus meningkat, kecuali pada tahun 2022 karena pandemi Covid-19.



Gambar 6. Hubungan Simpangan Penggunaan Lahan dan Perkembangan Akomodasi Pariwisata
Sumber: Modifikasi dari Dinas Pariwisata Provinsi Bali

c. Implikasi perubahan penggunaan lahan terhadap zona evakuasi tsunami

Pariwisata di kawasan ini akan semakin berkembang karena diresmikannya dua Kawasan Ekonomi Khusus (KEK). KEK Sanur sudah diresmikan pada tahun 2022. Kawasan ini berfokus pada pengembangan kegiatan usaha kesehatan dan pariwisata. Salah satu infrastruktur yang sudah terealisasi dalam KEK ini adalah Rumah Sakit Internasional Bali. Penambahan fokus pada aspek kesehatan di kawasan ini dapat mempersulit proses evakuasi karena orang-orang yang sakit akan kesulitan untuk melakukan evakuasi secara mandiri.

Selain KEK Sanur, di Kelurahan/Pulau Serangan juga sudah ditetapkan KEK Kura-kura yang diresmikan pada tahun 2023. Di kawasan ini akan dibangun pelabuhan marina, pusat pendidikan, pusat budaya, taman teknologi, villa, hotel, *resort*, dan apartemen. Jika bangunan-bangunan akan yang didirikan berlantai tiga atau lebih, maka akan ada Tempat Evakuasi Sementara (TES) tambahan selain pasar desa. Modus evakuasi yang awalnya disarankan untuk mengendarai sepeda motor agar lebih cepat keluar dari zona bahaya tinggi, akan sangat berpotensi untuk menggunakan modus evakuasi dengan berjalan kaki karena adanya banyak TES baru. Menempatkan TES sebagai bangunan evakuasi vertikal di dekat

pusat populasi (penduduk dan wisatawan) akan mengurangi risiko jumlah korban apabila terjadi tsunami (Chen et al., 2022). Hal tersebut dikarenakan TES hanya dapat diakses oleh masyarakat yang berada di dekat tempat perlindungan tersebut (Muhammad et al., 2017).

Walau perubahan penggunaan lahan akan banyak terjadi karena perencanaan KEK ini, ekosistem bakau tetap dipertahankan dan dapat berfungsi sebagai zona penyangga (*buffer zone*). Pohon-pohon bakau dapat meminimalisir energi gelombang sehingga dapat mengurangi kerusakan infrastruktur. Dengan direncanakannya pembangunan dua KEK tersebut, dampak positif yang dapat ditimbulkan yaitu meningkatnya kekasaran daratan. Walau demikian, skenario terburuk juga perlu diantisipasi agar meminimalisir jumlah korban dan kerusakan infrastruktur jika terjadi tsunami.

Simpangan yang terjadi di zona merah yang paling tinggi adalah penurunan luas penggunaan lahan sawah sebesar 50,76% di tahun 2024. Alih fungsi lahan sawah menjadi lahan terbangun akan berpotensi terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk serta kebutuhan akan lahan untuk membangun yang semakin tinggi (Latue & Rakuasa, 2022). Hal tersebut dapat berdampak pada kerentanan lahan terbangun khususnya permukiman terhadap bencana (Putra, 2020). Jika alih fungsi lahan sawah menjadi lahan terbangun dibiarkan semakin meningkat, maka berpotensi untuk mengurangi ruang terbuka hijau yang dapat difungsikan sebagai titik kumpul. Hal tersebut juga sejalan dengan hasil penelitian Rashifah et al. (2019) yang menyatakan bahwa alih fungsi lahan menyebabkan Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kawasan Sanur semakin berkurang. Dari 3,85 km² RTH, yang dapat berfungsi sebagai ruang evakuasi adalah sebesar 2,92 km² berupa sawah, lapangan olah raga, dan beberapa area terbuka. Sebaran ruang terbuka hijau di Kawasan Pariwisata Sanur belum mampu menjangkau seluruh kawasan dalam upaya mitigasi tsunami.

Kesimpulan dan Saran

Perubahan penggunaan lahan di Kawasan Pariwisata Sanur selama periode 2010 hingga 2024 terjadi secara dinamis pada setiap klasifikasi lahan. Lahan terbangun tetap menjadi penggunaan lahan yang dominan di kawasan ini. Perubahan penggunaan lahan didorong oleh berbagai faktor, seperti peningkatan jumlah akomodasi pariwisata, alih fungsi lahan, reklamasi, dan perubahan garis pantai.

Kondisi penggunaan lahan pada zona bahaya tinggi tsunami di Kawasan Pariwisata Sanur saat ini tidak secara signifikan memengaruhi zona evakuasi di kawasan ini. Jika alih fungsi lahan terus meningkat, dapat berpotensi menimbulkan implikasi positif yaitu meningkatkan kekasaran daratan, menambah jumlah TES, dan mengubah modus evakuasi tsunami. Walaupun demikian, zona evakuasi berdasarkan skenario tsunami terburuk tetap perlu direncanakan untuk meminimalisir korban dan kerusakan infrastruktur.

Penelitian ini memiliki keterbatasan karena hanya meneliti perubahan penggunaan lahan di zona bahaya tinggi tsunami sampai tahun 2024 saja. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk memprediksi perubahan penggunaan lahan di Kawasan Pariwisata Sanur dalam beberapa tahun ke depan dalam memitigasi bencana tsunami.

Daftar Pustaka

- Adiyoso, W. (2018). *Manajemen Bencana: Pengantar dan Isu-isu Strategis*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Al-Fath, R., & Marsoyo, A. (2023). Perkembangan Kota Banda Aceh Pasca Bencana Tsunami 2004. *Jurnal Teknosains*, 12(2), 164–16.
- Amalia, V., Purwaningsih, W., Irwan B, A., & Akhsin, W. (2018). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Pesisir Karimunjawa. *Edu Geography*, 6(2), 144–152.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2012, June). *Masterplan Pengurangan Risiko Bencana Tsunami*. Jakarta.
- Baja, S. (2012). *Perencanaan Tata Guna Lahan dalam Pengembangan Wilayah*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Barría, P., Cruzat, M. L., Cienfuegos, R., Gironás, J., Escauriaza, C., Bonilla, C., ... Torres, A. (2019). From Multi-Risk Evaluation to Resilience Planning: the Case of Central Chilean Coastal Cities. *Water*, 11(3), 572.
<https://doi.org/10.3390/w11030572>
- Chen, C., Mostafizi, A., Wang, H., Cox, D., & Chand, C. (2022). An Integrative Agent-Based Vertical Evacuation Risk Assessment Model for Near-Field Tsunami Hazards. *Risk Analysis*, 42(12), 2720–2734.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative Inquiry & Research Design; Choosing Among Five Approaches* (4th ed.). Thousand Oaks: SAGE Publications, Inc.
- Darmawan, I. G. S., & Sastrawan, I. W. W. (2020). Penerapan Mitigasi Bencana pada Arsitektur dan Lingkungan Pesisir di Pulau Serangan Pascareklamasi. *WICAKSANA, Jurnal Lingkungan & Pembangunan*, 4(2), 39–51.
<https://ejournal.warmadewa.ac.id/index.php/wicaksana>
- Daswita, A., Pujiastuti, D., & Anggono, T. (2023). Studi Bahaya Seismik dengan Metode Probabilistic Seismic Hazard Analysis di Sumatera Barat. *Jurnal Fisika Unand (JFU)*, 12(3), 445–451.
<https://doi.org/10.25077/jfu.12.3.445-451.2023>
- Efendi, S. S. (2016). Pengaruh Modifikasi Bentuk Groin terhadap Perubahan Garis Pantai Sanur Bali. *Jurnal Teknik Hidraulik*, 7(1), 87–98.
- Faria de Deus, R., & Tenedório, J. A. (2021). Coastal Land Use and Land-Cover Change Trajectories: Are They Sustainable? *Sustainability*, 13(16), 8840.
<https://doi.org/10.3390/su13168840>
- Fuady, M. (2015). Disaster Mitigation Approach of Urban Green Structure Concept in Coastal Settlement. *DIMENSI - Journal of Architecture and Built Environment*, 42(2), 51–58.
<https://doi.org/10.9744/dimensi.42.2.51-58>
- German-Indonesian Cooperation for a Tsunami Early Warning System. (2013). *Prosedur Evakuasi Tsunami untuk Pulau Serangan / BALI*. Retrieved 18 December 2022 from https://www.gitews.de/tsunami-kit/id/E4/sumber_lainnya/rencana_evakuasi/bali_denpasar/Leaflet%20Prosedur%20Evakuasi%20Tsunami%20Serangan.pdf
- Gubernur Bali. (2015). *Rencana Induk Pembangunan Kepariwisata Daerah Provinsi Bali Tahun 2015-2029*.
- Haris, J., Dewi, I. K., & Denih, A. (2022). Kajian Risiko Bencana Tsunami di Kecamatan Malingping Kabupaten Lebak. *Jurnal Penataan Ruang*, 17(2), 110–117.
- Hersalita, A. A. I. Y. (2024). *Evaluasi Rencana Evakuasi Tsunami terhadap Perubahan Penggunaan Lahan di Kawasan Pariwisata Sanur* (Tesis). Universitas Udayana, Denpasar.

- Isnin, S. N. (2016). Analisis Tingkat Bahaya Tsunami di Desa Ulee Lheue Kecamatan Meuraxa Kota Banda Aceh. *Lentera*, 16(19), 8–16.
- Jayakody, R. R. J. C., & Amaratunga, D. (2021). Guiding Factors for Planning Public Open Spaces to Enhance Coastal Cities' Disaster Resilience to Tsunamis. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 12(5), 471–483.
- Kelompok Kerja Perencanaan Evakuasi untuk Sanur. (2010). *Rencana Evakuasi Tsunami untuk Sanur, Bali*.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2017). *Pedoman Monitoring dan Evaluasi Pemanfaatan Ruang*.
- Kongko, W., & Hidayat, R. (2014). Earthquake-Tsunami in South Jogjakarta Indonesia: Potential, Simulation Models, and Related Mitigation Efforts. *IOSR Journal of Applied Geology and Geophysics (IOSR-JAGG)*, 2(3), 18–22.
- Kurniawan, T., & Laili, A. F. (2019). Penentuan Area Terdampak 'Ketinggian Maksimum Tsunami' di Pulau Bali Berdasarkan Potensi Gempabumi Pembangkit Tsunami pada Segmen Megathrust Sumba. *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana*, 10(1), 93–104.
- Kurniawan, W. D. W. (2019). Probabilitas Perubahan Tutupan Lahan Berdasarkan Keberadaan Lokasi Wisata di Wilayah Pesisir Sarbagita. *Jurnal SPACE*, 1(1), 33–39.
- Latue, P. C., & Rakuasa, H. (2022). Dinamika Spasial Wilayah Rawan Tsunami di Kecamatan Nusaniwe, Kota Ambon, Provinsi Maluku. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing*, 3(2), 77–87.
<https://doi.org/10.23960/jgrs.2022.v3i2.98>
- Mahi, A. K. (2013). *Survei Tanah, Evaluasi dan Perencanaan Penggunaan Lahan*. Bandar Lampung: Lembaga Penelitian Universitas Lampung.
- Manan, A., Sanjaya, H., & As-syakur, A. R. (2022). Landscape Planning for Tsunami Disasters Mitigation on Denpasar Coastal Zone. In *Geomatics International Conference* (Vol. 1127, pp. 1–9). IOP Publishing.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1127/1/012022>
- Muhammad, A., Goda, K., Alexander, N. A., Kongko, W., & Muhari, A. (2017). Tsunami Evacuation Plans for Future Megathrust Earthquakes in Padang, Indonesia, Considering Stochastic Earthquake Scenarios. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 17(12), 2245–2270.
<https://doi.org/10.5194/nhess-17-2245-2017>
- NOAA. (2010). *NOAA/WDC Tsunami Event Database*. Retrieved from https://ngdc.noaa.gov/hazard/tsu_db.shtml
- Pamungkas, B., Mardiatno, D., & Retnowati, A. (2023). Impact of Land Use Changes on the Tsunami Hazards in Part of Coastal Kebumen. *Jurnal Teknosains*, 13(1), 46–61.
<https://doi.org/10.22146/teknosains.80954>
- Pemerintah Kota Denpasar. (2021). *Fakta dan Analisa Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Denpasar 2021-2041*.
- Pemerintah Kota Denpasar. (2022). *Peta Denpasar*. Retrieved 30 June 2023, from <https://www.denpasarkota.go.id/page/peta-denpasar>
- 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>
- Pratami, I. R. W. (2018). Pengaruh Desa Wisata terhadap Perubahan Penggunaan Lahan di Desa Sedit Kabupaten Bangli. *RUANG: Jurnal Lingkungan Binaan (SPACE: Journal of the Built Environment)*, 5(2), 167–180.
<https://doi.org/10.24843/JRS.2018.v05.i02.p05>

- Putra, I. N. G. M. (2020). Transformation of Traditional Settlements and Disaster Vulnerability. *Journal of Architectural Research and Education (JARE)*, 2(1), 100. <https://doi.org/10.17509/jare.v1i1222076>
- Rajendra, I. G. N. A., & Sumariati, D. A. R. (2018). The Role of Coconut Plants in Relation to Disaster Management in The Tropical Coastal Regions. *MATEC Web of Conferences*, 229, 1–6. EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201822901012>
- Rashifah, N., Lanya, I., & Utami, N. W. F. (2019). Identifikasi dan Model Ruang Terbuka Hijau sebagai Ruang Evakuasi Bencana Alam Gempa Bumi Berbasis SIG di Kawasan Sanur, Denpasar, Bali. *Jurnal Arsitektur Lansekap (JAL)*, 5(1), 67–76.
- Ribeiro, J. D. S., Santhyasa, I. K. G., & Kardinal, N. G. A. D. A. (2022). Dampak Pariwisata Terhadap Pemanfaatan Ruang Permukiman di Kawasan Pesisir Cristo Rei Desa Metiaut, Kota Dili-Timor Leste. *Pranatacara Bhumandala*, 3(2), 107–118.
- Sani, A. F., Tastrawati, N. K. T., & Dwipayana, I. M. E. (2013). Algoritma Floyd Warshall untuk Menentukan Jalur Terpendek Evakuasi Tsunami di Kelurahan Sanur. *E-Jurnal Matematika*, 2(1), 1–5.
- Saputra, E., Makrup, L., Nugraheni, F., & Widodo. (2020). Analisis Percepatan Tanah Permukaan di Wilayah Riau dengan Metode PSHA. *Teknisia*, XXV(1), 51–59.
- Smith, R. A. (1992). Coastal Urbanization: Tourism Development in the Asia Pacific. *Coastal Resort Development*, 18(1), 27–40.
- Suartika, G. A. M., Said, S. M., & Saputra, K. E. (2021). Numerical-Based Computerized Modelling for Tsunami: Initiating Planning for Natural Disaster of South Kota Denpasar-Bali. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*, 11(2), 474–481.
- Sudiarta, I. K., Partama, I. G. Y., Arnawa, I. K., & Vipriyanti, N. U. (2023). Strategi Bandara I Gusti Ngurah Rai Bali dalam Mitigasi Bencana Gempa Bumi dan Tsunami. *RUANG: Jurnal Lingkungan Binaan (SPACE: Journal of the Built Environment)*, 10(2), 239–258. <https://doi.org/10.24843/JRS.2023.v10.i02.p08>
- Sugito, P., Setyo, L. A., Slamet, W., & Koderi. (2022). Disaster Mitigation in Public Green Open Spaces with Sustainable Development Approach. *Biotika*, 6(49), 11–20.
- Tonini, R., Di Manna, P., Lorito, S., Selva, J., Volpe, M., Romano, F., ... Vittori, E. (2021). Testing Tsunami Inundation Maps for Evacuation Planning in Italy. *Frontiers in Earth Science*, 9, 1–19. <https://doi.org/10.3389/feart.2021.628061>
- Triatmadja, R. (2010). *Tsunami: Kejadian, Penjalaran, Daya Rusak, dan Mitigasinya* (1st ed.). Sleman: Gadjah Mada University Press.
- Triyono, R., Prasetya, T., Daryono, Anugrah, S. D., Sudrajat, A., Setiyono, U., ... Kriswinarso, T. (2019). *Katalog tsunami Indonesia tahun 416-2018*. Jakarta: BMKG.
- UNESCO-IOC. (2006). *Rangkuman Istilah Tsunami*. Paris: UNESCO.
- Weerasinghe, W. K., Hokugo, A., & Ikenouchi, Y. (2011). Tsunami Risk Mitigation through Strategic Land-use Planning and Evacuation Procedures for Coastal Communities in Sri Lanka. *Journal of Tsunami Society International*, 30(3), 163–177.
- Yin, R. K. (2006). *Studi Kasus; Desain & Metode* (Edisi Revisi). Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.