



Studi Kerusakan Pantai Bukittinggi Di Desa Bukittinggi, Kecamatan Kakas Barat, Kabupaten Minahasa

Veron I. Wulur^{#a}, Muhammad I. Jasin^{#b}, Jeffry D. Mamoto^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^averonwulur021@student.unsrat.ac.id, ^bsanyjasin02@yahoo.com, ^cjeffrymamoto@unsrat.ac.id

Abstrak

Pantai merupakan kawasan yang dinamis dan rentan terhadap kerusakan akibat interaksi antara faktor alam dan aktivitas manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat kerusakan pantai di Desa Bukittinggi, Kecamatan Kakas Barat, Kabupaten Minahasa, serta menyusun rekomendasi strategi penanganan yang sesuai dengan kondisi setempat. Metode yang digunakan mengacu pada pedoman teknis dari Surat Edaran Kementerian Pekerjaan Umum No.08/SE/M/2010. Data diperoleh melalui survei lapangan, dokumentasi visual, wawancara dengan masyarakat lokal, serta analisis perubahan garis pantai menggunakan citra satelit tahun 2014 hingga 2024. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pantai Bukittinggi mengalami abrasi yang cukup parah dan termasuk dalam kategori “Amat Sangat Berat” (Prioritas B) dengan bobot 250 poin. Penelitian ini merekomendasikan penanaman kembali vegetasi pantai, pengendalian penggunaan lahan di wilayah sempadan pantai, serta pemantauan berkala melalui citra satelit. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi dasar pengambilan kebijakan dalam pengelolaan wilayah pesisir secara berkelanjutan di daerah pesisir lainnya dengan karakteristik serupa.

Kata kunci: tingkat kerusakan pantai, prioritas penanganan, Pantai Desa Bukittinggi

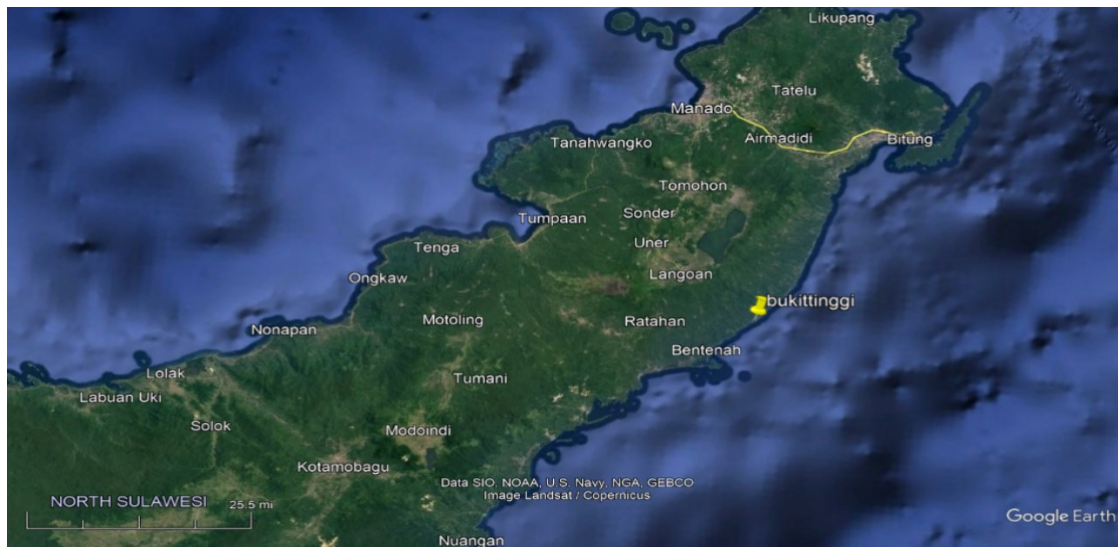
1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Wilayah pesisir memiliki peranan strategis bagi kehidupan manusia dan ekosistem. Selain menjadi tempat tinggal bagi masyarakat pesisir, wilayah ini juga berfungsi sebagai zona perlindungan alami terhadap gelombang laut. Namun, pesisir juga merupakan zona yang rentan terhadap perubahan lingkungan, baik yang bersifat alami maupun akibat aktivitas manusia. Salah satu bentuk kerusakan yang umum terjadi di wilayah pesisir adalah abrasi pantai, yaitu pengikisan garis pantai akibat hempasan gelombang laut secara terus-menerus. Abrasi menyebabkan daratan menyusut, bangunan rusak, serta merusak habitat alami seperti hutan mangrove.

Desa Bukittinggi, yang terletak di 1°03'53"LU 124°57'35"BT. Tepatnya di Kecamatan Kakas Barat, Kabupaten Minahasa, merupakan salah satu wilayah pesisir yang menghadapi permasalahan tersebut. Kondisi geografisnya yang langsung berbatasan dengan laut membuatnya sangat terpengaruh oleh dinamika pantai. Berdasarkan pengamatan awal dan wawancara dengan masyarakat setempat, diketahui bahwa pada musim angin tenggara, gelombang besar sering melanda pantai, menyebabkan pemunduran garis pantai, serta merusak rumah penduduk dan fasilitas umum yang berada dekat pantai.

Seiring waktu, vegetasi pelindung seperti mangrove semakin berkurang, sehingga daya tahan alami pantai terhadap gelombang laut juga menurun. Kurangnya pengelolaan dan mitigasi membuat kerusakan pantai semakin parah. Oleh karena itu, penelitian ini sangat penting untuk dilakukan guna mengidentifikasi tingkat kerusakan pantai, penyebabnya, dan menentukan strategi penanganan yang tepat.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google Earth)

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas perlu dilakukan kajian lebih lanjut untuk mengetahui tingkat kerusakan pantai akibat abrasi di pantai Bukittinggi, Kecamatan Kakas Barat.

1.3. Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya dilakukan pada wilayah pantai Bukittinggi, Kecamatan Kakas Barat, Kabupaten Minahasa.
2. Penilaian kerusakan hanya berdasarkan Surat Edaran Kemen PU No 08 tahun 2010
3. Penelitian ini tidak mencakup perancangan maupun RAB untuk bangunan pengaman pantai
4. Data dalam studi penelitian ini terbatas pada observasi dan wawancara dengan masyarakat

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah mendapatkan tingkat kerusakan pada pantai Desa Bukittinggi.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini antara lain:

1. Menambah pengetahuan bagi penulis dalam mengembangkan pengetahuan tentang Teknik Pantai khususnya kerusakan pantai
2. Penelitian ini dapat dijadikan referensi dan bahan acuan untuk peneliti-peneliti lain dalam melakukan penelitian selanjutnya.
3. Penelitian ini dapat digunakan sebagai masukan untuk pemerintah dan pihak terkait dalam menangani kerusakan yang terjadi di pesisir pantai Bukittinggi.

2. Metode Penelitian

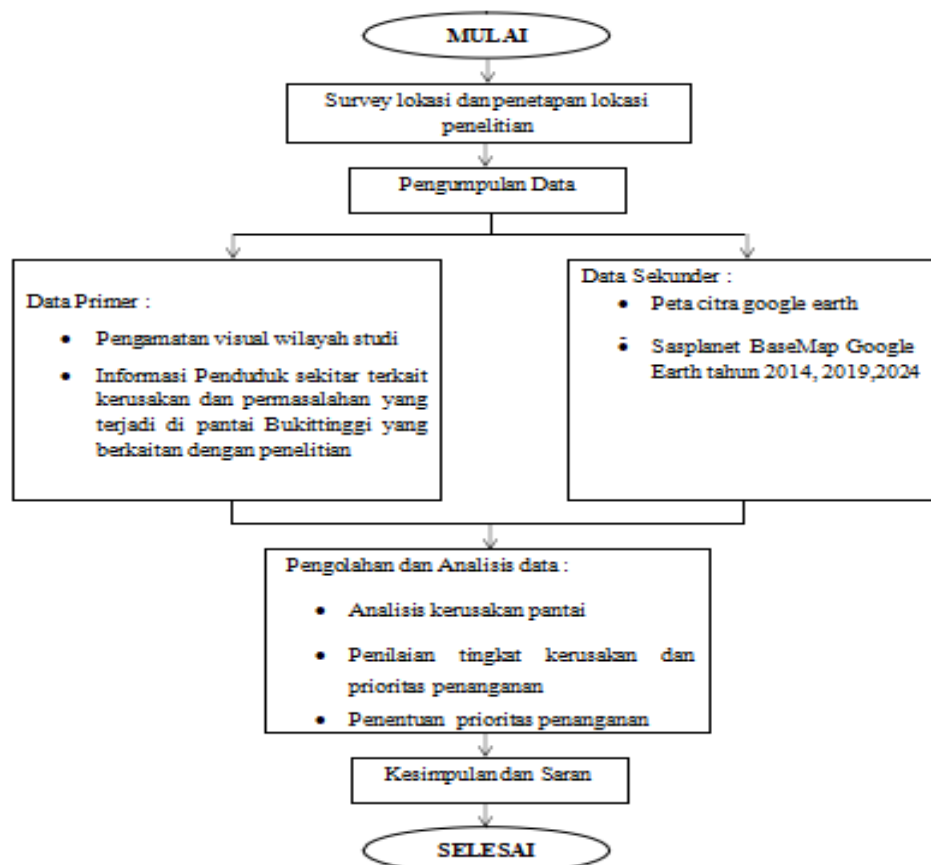
Lokasi penelitian ini terletak di Pantai Desa Bukittinggi, Kecamatan Kakas Barat, Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara. Lokasi Penelitian ini tepatnya berada di posisi koordinat (1°44"N 124°57'45"E).

Lokasi penelitian dibagi menjadi 3 segmen (Gambar 2):

- panjang segmen I (Area dekat dengan Muara): 290 m
- panjang segmen II (Area Wisata): 320 m
- panjang segmen III (Area Pemukiman +dilindungi bangunan Pantai): 410 m



Gambar 2. Pembagian Segmen



Gambar 3. Bagan Alir

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Tingkat Kerusakan Pantai Berdasarkan Surat Edaran Kementerian Pekerjaan Umum

Pantai Bukittinggi saat ini menghadapi permasalahan lingkungan yang cukup serius, terutama akibat pengaruh gelombang laut yang datang secara musiman. Gelombang berasal dari arah tenggara pada akhir tahun. Aktivitas gelombang yang terus-menerus pada akhirnya menyebabkan garis pantai mengalami kemunduran. Situasi ini menjadi semakin kritis karena kurangnya infrastruktur pelindung pantai yang memadai. Selain itu, kerusakan pada vegetasi alami seperti hutan mangrove juga turut memperburuk kondisi. Hilangnya vegetasi ini menyebabkan pantai menjadi semakin rentan terhadap dampak gelombang laut. Secara geografis, Pantai Bukittinggi memiliki karakteristik terbuka tanpa banyak pelindung alami di sekitarnya. Akibatnya, gelombang laut dengan mudah mencapai daratan, bahkan hingga ke wilayah permukiman warga. Pada saat musim gelombang tinggi, air laut sering kali meluap dan memasuki

kawasan hunian yang berada sangat dekat dengan pantai. Kejadian ini tidak hanya menyebabkan kerusakan fisik pada bangunan dan properti milik masyarakat, tetapi juga sangat mengganggu aktivitas sehari-hari warga.

Mengacu pada Surat Edaran Kementerian Pekerjaan Umum No. 08/SE/M/2010. Surat Edaran ini memuat Pedoman Penilaian Kerusakan Pantai dan Prioritas Penanganannya. Dalam pedoman tersebut, kerusakan pantai diklasifikasikan ke dalam tiga kategori utama, yaitu:

- 1) Kriteria Kerusakan Lingkungan Pantai
- 2) Kriteria Erosi/Abrasi
- 3) Kriteria Sedimentasi.

3.1.1 Kriteria Kerusakan lingkungan Pantai

Penilaian terhadap kerusakan pantai didasarkan pada kriteria kerusakan beberapa jenis kerusakan yang dinilai meliputi: Kerusakan pada permukiman dan fasilitas umum (L-1), Kerusakan pada areal pertanian (L-2), Penurunan kualitas hutan mangrove (L-6).

3.1.2 Kriteria Erosi/abrasi

Kerusakan yang akan dinilai dalam kriteria Erosi/abrasi yaitu pemunduran garis pantai (EA-1) dan kerusakan bangunan (EA-2).

3.1.3 Kriteria Sedimentasi

Muara sungai yang berada di wilayah pesisir Pantai Bukittinggi diketahui bukan merupakan jalur pelayaran (SP-1).

Tabel 1. Penilaian Kerusakan berdasarkan Parameter SE Kemen PU No. 8 Tahun 2010

	Jenis	parameter	Uraian kerusakan
Lingkungan	Pemukiman dan Fasilitas umum (L-1)	Jumlah Rumah (fasilitas Umum) yang terkena dampak, keberadaa n bangunan di sepadan pantai di suatu dusun	Pada segmen I ,terdapat sebanyak 10 rumah dan tidk ada rumah yang mengalami kerusakan tetapi lokasi dekat dengan muara yang berada di bagian ujung desa.oleh karena itu masuk ke kategori “sedang” dan bobot 100 Pada segmen II ,terdapat sebanyak 62 rumah dan 19 rumah diketahui berada dalam posisi yang sangat dekat dengan garis pantai, ditambah dengan ketidakadaannya bangunan pengaman pantai dikarenakan merupakan wilayah pantai wisata lokal. gelombang tinggi atau air pasang bisa sampai pada pemukiman warga. Segmen ini masuk kategori “amat sangat berat” dan diberi bobot 250 Pada segmen III yang merupakan area padat penduduk, terdapat 104 rumah dan sebanyak 44 rumah yang berada didekat dengan pantai dan dilindungi dengan bangunan pengaman pantai dengan kondisi bangunan pengaman pantai sudah sangat memprihatinkan, Segmen ini masuk ke dalam kategori “amat sangat berat” dan diberikan bobot 250
	Areal pertanian (L-2)	Keberadaa n areal pertanian di sepadan pantai dan kerusakan yang terjadi	Pada segmen I terdapat lahan pertanian berupa kelapa yang dikelilingi dengan hutan campuran dan area pertanian berjarak 100 meter dari garis pantai,serta terletak di area yang tidak mudah terabrasi, segmen ini masuk kategori “ringan” dengan bobot 50 Pada segmen II terdapat lahan pertanian berupa kelapa dan berjarak 10 meter dari garis pantai ,juga berada pada lokasi yang mudah terabrasi,segmen ini termasuk dalam kategori "sedang", dengan bobot kerusakan 100. Pada segmen III area pertanian terdapat di belakang pemukiman dan berjarak 100 meter dari garis pantai serta di lindungi dengan hutan maggrove,segmen ini termasuk dalam kategori "ringan", dengan bobot 50.
	Hutan manggrove (L-6)	Ketebalan hutan manggrove dan kondisi kerataan tanaman manggrove	Segmen I merupakan wilayah ujung kampung, kondisi hutan manggrove disini sudah sangat memprihatinkan karena diketahui bahwa kawasan ini menunjukkan tingkat keterdegradasian yang tinggi, dengan sedikitnya tutupan mangrove yang tersisa untuk menahan hempasan gelombang laut dan juga tersisa di belakang desa. Segmen ini dikaterigorikan “amat sangat berat”, dengan bobot 250. Segmen II, merupakan wilayah pariwisata,kondisi hutan manggrove disini tidak jauh berbeda dengan segmen I, area ini sudah tidak ada tanaman manggrove untuk menahan hembasan gelombang,serta kondisi hutan manggrove yang berada di belakang kampung sudah sangat memprihatinkan karena tindakan pemotongan hutan manggrove. Segmen II masuk kedalam kategori “amat sangat berat” dengan nilai bobot kerusakan 250 Segmen III merupakan wilayah pemukiman, dan hutan manggrove terletak di bagian ujung kampung dengan kondisi yang jarang dan ketebalannya mencapai >30 meter dan dipenuhi dengan hutan campuran, segmen III masuk kedalam kategori “amat sangat berat” dengan bobot kerusakannya 50
Erosi/ abrasi	Pemundura	Perubahan	Segmen I: wilayah ini sudah mengalami abrasi seluas 0,33 ha. Abrasi dikarenakan ekosistem

	n garis pantai (EA-1)	garis pantainya adalah garis pantai mundur >3 meter/tahun	<p>mangrove yang berfungsi sebagai bufferzone di segmen ini sudah sangat rusak dan hilang karena penebangan dan hanya tersisa yang berada di belakang desa, wilayah ini juga mengalami akresi karena adanya muara yang tersedimentasi, segmen ini termasuk kategori "amat sangat berat", dengan nilai bobot kerusakan yang ditetapkan sebesar 250.</p> <p>Segmen II: segmen ini merupakan wilayah wisata lokal di desa ini, wilayah ini telah mengalami abrasi seluas 0.55 ha selama 10 tahun terakhir. ini dikarenakan ketidakadaannya tanaman mangrove serta tidak adanya bangunan pengaman pantai di wilayah ini dikarenakan kepentingan wisata. di segmen ini, juga masih terdapat beberapa rumah penduduk yang jaraknya hanya beberapa meter dari bibir pantai dan karena abrasi yang terjadi terus menerus mengikis daratan, merusak beberapa rumah warga. wilayah ini dalam kategori "amat sangat berat", dengan nilai bobot kerusakan yang ditetapkan sebesar 250.</p> <p>Segmen III segmen ini merupakan wilayah pemukiman nelayan, wilayah ini mengalami abrasi seluas 0.27 ha, tetapi juga mengalami akresi dikarenakan keberadaan muara yang mengalami sedimentasi, di lokasi ini sudah dibangun bangunan pengaman pantai tetapi kondisi bangunan pengaman pantainya sudah cukup memprihatinkan, kondisi ini terjadi karena bangunan belum mampu menahan gelombang laut. Segmen ini masuk dalam kategori "ringan", dengan nilai bobot kerusakan yang ditetapkan sebesar 50.</p>
	gerusan dan kerusakan bangunan (EA-2)	Bangunan yang sudah rusak parah mencapai >5 dan jalan rusak	<p>Segmen I: hanya ada beberapa rumah yang berada jauh dari bibir pantai yang tidak mengalami kerusakan serta tersedia beberapa stand tempat duduk untuk pengunjung wisata pantai</p> <p>Segmen II: terdapat beberapa rumah penduduk yang masih berada sangat dekat dengan bibir pantai dan mengalami kerusakan akibat gerusan, ditambah dengan tidak adanya bangunan pengaman pantai di area ini memperparah dampak tersebut. Segmen ini termasuk dalam kategori "amat sangat berat", dengan nilai bobot kerusakan yang ditetapkan sebesar 250.</p> <p>Segmen III tindakan respon pemerintah desa maka dibangunnya bangunan pengaman pantai pada tahun 2014 tetapi bangunan pantainya sekarang sudah berada dalam kondisi yang sangat memprihatinkan karena bangunan pengaman pantai belum mampu menahan gelombang laut serta gerusan pada pondasi bangunan. Segmen ini termasuk dalam kategori "amat sangat berat", dengan nilai bobot kerusakan yang ditetapkan sebesar 250.</p>
Sedimen	sedimentasi pada muara sungai bukan untuk pelayaran (SP-1)	Stabilitas muara sungai	<p>segmen I mengalami sedimentasi setiap tahunnya dikarenakan muaranya tidak stabil dan setiap tahunnya kadang tertutup pada musim pasang dan gelombang tinggi. oleh karena itu, segmen ini masuk ke dalam kategori "amat berat" dengan bobot kerusakan 200</p> <p>Segmen II tidak ada muara sungai</p> <p>segmen III mengalami sedimentasi setiap tahunnya dikarenakan muaranya tidak stabil dan setiap tahunnya kadang tertutup pada musim pasang dan gelombang tinggi. oleh karena itu, segmen ini masuk ke dalam kategori "amat berat" dengan bobot kerusakan 200</p>

3.2 Rekapitulasi Penilaian Bobot Tingkat Kerusakan

Tabel 2. Formulir Penilaian Kerusakan Pantai

No	Lokasi	Bobot Tingkat Kerusakan												Koefisien bobot tingkat kepentingan
		Lingkungan								Erosi/ abrasi dan kerusakan bangunan		Sedimentasi		
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	EA1	EA2	Sp1	Sp2	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Segmen I	100	50				250			250	0	200		1,00
2	Segmen II	250	100				250			250	250	0		1,00
3	Segmen III	250	50				50			50	250	200		1,00

3.3 Penentuan Skala Prioritas Penanganan

Penentuan tingkat kepentingan dalam proses penilaian kerusakan pantai dilakukan dengan mengidentifikasi nilai bobot kerusakan tertinggi dari masing-masing kategori penilaian. Apabila dalam satu kriteria ditemukan lebih dari satu nilai bobot tertinggi yang sama atau mendekati, maka dipilih salah satu dari bobot tersebut yang paling mewakili kondisi lapangan secara signifikan. Pemilihan ini didasarkan pada pertimbangan konteks lokal, dampak langsung terhadap masyarakat, serta urgensi penanganan.

Setelah bobot kerusakan tertinggi dari masing-masing kriteria ditetapkan, langkah

selanjutnya adalah melakukan perkalian antara bobot kerusakan dan bobot tingkat kepentingan. Nilai bobot tingkat kepentingan ini diperoleh dari klasifikasi jenis fasilitas atau lokasi terdampak, seperti pemukiman, infrastruktur, atau kawasan konservasi, yang telah ditentukan sebelumnya melalui tabel acuan khusus. Hasil dari perkalian ini disebut sebagai bobot akhir, yang menggambarkan tingkat urgensi penanganan terhadap suatu lokasi atau komponen yang rusak.

Tabel 3. Formulir Analisis Penilaian Kerusakan Pantai Dan Penentuan Prioritasnya

No	Lokasi	Bobot tingkat kerusakan						Koefisien bobot tingkat kepentingan	Berdasarkan kerusakan lingkungan dan tingkat kepentingannya		Berdasarkan kerusakan erosi/abrasi dan tingkat kepentingannya		Berdasarkan kerusakan sedimentasi dan tingkat kepentingannya		Keterangan
		Lingkungan		Erosi abrasi dan kerusakan bangunan		Sedimentasi			Bobot akhir (3) x (9)	Prioritas	Bobot akhir (5) x (9)	Prioritas	Bobot akhir (7) x (9)	Prioritas	
		Bobot	Kode	Bobot	Kode	Bobot	Kode								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Segmen I	250	L6	250	EA1	200	SP1	1,00	250	B	250	B	200	C	
2	Segmen II	250	L6	250	EA1	0	SP	1,00	250	B	250	B	0	E	
3	Segmen III	250	L1	250	EA2	200	SP1	1,00	250	B	250	B	200	C	

3.4 Justifikasi Teknis untuk Kerusakan Pantai

Tabel 4. Strategi Penanganan Kerusakan Pantai di Desa Bukittinggi

Kode	Jenis	Bobot	Penyebab	Strategi Penanganan	Undang-undang Teknis dan Non-teknis	Instansi Terkait
L1	Pemukiman warga	250 (B)	Pemukiman nelayan yang terletak terlalu dekat dengan bibir pantai	Pembangunan seawall atau perbaikan revetment yang lebih tinggi untuk mencegah gelombang laut masuk wilayah daratan di sepanjang pemukiman nelayan	Teknis: SE KemenPU No. 08/SE/M/2010 dan SE KemenPUPR No. 11/SE/D/2021 tentang metode penilaian kerusakan dan perencanaan struktur pengaman pantai untuk melindungi pemukiman Non-teknis: UU No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang dan Perda RTRW/RDTR daerah tentang pengaturan zona sepadan pantai, jarak aman pembangunan dari garis pantai dan fungsi ruang dan Permen PUPR No. 28/PRT/M/2015 tentang Menetapkan standar teknis pembangunan di area rawan bencana, termasuk pesisir, sebagai upaya mitigasi.	Kementerian PUPR Dinas PUPR Prov/Kab BPBD
L6	Hutan mangrove	250 (B)	Pemangkasan mangrove	Pelaksanaan rehabilitasi hutan mangrove atau penanaman kembali dengan spesies lokal	Teknis: SE KemenPU No. 08/2010, SE KemenPUPR No. 11/2021 dan Permen LHK No. P.4/MenLHK/Setjen/2019 yang membahas mengenai strategi rehabilitasi vegetatif dan perlindungan mangrove dan penggunaan struktur porous untuk pemulihan habitat mangrove Non-teknis: UU No. 32 Tahun 2009 dan UU No. 41 Tahun 1999 membahas tetangan larangan perusakan kawasan mangrove dan mewajibkan konservasi serta rehabilitasi ekosistem pesisir	Kementrian lingkungan hidup dan kehutanan Dinas lingkungan hidup Prov/kab

EA1	Kemunduran garis pantai	250 (B)	Akibat hilangnya pasokan sedimen atau akibat gelombang kuat	Penambahan pasir pantai di wilayah dengan kemunduran garis pantai yang tinggi	<p>Teknis: Pendekatan Alternatif (non-SNI): Pengisian pasir (beach nourishment) dan buffer vegetatif guna menjadi solusi lunak yang mendukung estetika dan fungsi wisata tanpa struktur permanen</p> <p>Nonteknis: Perda RDTR / RTRW Kabupaten/Kota yang Mengatur zonasi kawasan wisata lokal secara rinci dan sempadan pantai minimum dan UU No. 27/2007 jo. UU No. 1/2014 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir</p>	Kementerian PUPR Kementerian Dinas Lingkungan Hidup
EA2	Kerusakan bangunan	250 (B)	Akibat gelombang tinggi yang menyebabkan gerusan pada dasar bangunan	Relokasi struktur terlalu dekat pantai	<p>Teknis: SE KemenPUPR No. 11/SE/D/2021 : Menyediakan kriteria teknis penanganan bangunan terdampak abrasi; direkomendasikan relokasi di kawasan wisata.</p> <p>Non-teknis: UU No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PPLH) : Melarang pembangunan yang menimbulkan kerusakan lingkungan pesisir, termasuk kerusakan bangunan akibat abrasi.</p>	Kementerian PUPR (Ditjen Cipta Karya & SDA) Dinas PUPR Kab/Kota
SP1	Sedimentasi muara sungai yang bukan untuk pelayaran	200 (C)	Menjaga keterbukaan alur muara Memastikan aliran air bebas ke laut	Pengaturan alur sungai secara alami untuk mengatasi sedimentasi dan menjaga keterbukaan muara	<p>Teknis: Permen LHK No. P.61/MENLHK/SETJEN/K UM.1/10/2019 tentang Mengatur pengendalian sedimentasi dari hulu melalui pengelolaan erosi, vegetasi, dan sempadan sungai</p> <p>Non Teknis: UU No. 27 Tahun 2007 jo. UU No. 1 Tahun 2014 tentang Melarang kegiatan yang merusak ekosistem pesisir seperti sedimentasi akibat reklamasi dan pengerukan tanpa izin (Pasal 17), serta mewajibkan pemerintah daerah mengelola pesisir secara berkelanjutan, termasuk pengendalian sedimentasi di muara dan pantai (Pasal 21–26).</p>	Kementerian PUPR Dinas PUPR/SDA Kab/Kota Dinas Lingkungan Hidup

4. Penutup

Berdasarkan hasil penelitian mengenai studi kerusakan pantai di Desa Bukittinggi, Kecamatan Kakas Barat, Kabupaten Minahasa yang dilakukan dengan mengacu pada pedoman dari Surat Edaran Kementerian Pekerjaan Umum Nomor 08/SE/M/2010, dapat disimpulkan bahwa kawasan ini mengalami kerusakan lingkungan yang sangat parah dengan hampir seluruh parameter masuk kategori “Amat Sangat Berat” dengan total bobot kerusakan 250 poin. Faktor-Faktor utama penyebab kerusakan meliputi tentang Pedoman Penilaian Kerusakan dapat disimpulkan bahwa Pantai Bukittinggi kakas barat mengalami kerusakan lingkungan yang cukup serius. Ini menjadi permasalahan utama karena memberikan dampak langsung terhadap wilayah pemukiman, infrastruktur, dan aktivitas masyarakat di sekitar pesisir, serta meningkatkan kerentanan kawasan terhadap bencana alam lainnya.

Referensi

- Amri, Mohd. Robi, dkk., 2016, Resiko Bencana Indonesia. BNPB. Jakarta
- Cahyati, Firza. 2020, Analisis Tingkat kerusakan Pantai Akibat Bencana Abrasi Di Kabupaten Bengkalis. Universitas Islam Riau Pekanbaru
- Ganie, Basri M. 2010, Studi Karakteristik Sedimen Kaitannya Dengan Pengelolaan Wilayah Pesisir Indramayu Jawa Barat. Balai Teknologi Survey Kelautan BPPT. Jakarta
- Jasin, M Ihsan. 2011, Studi Tingkat Kerusakan Garis Pantai Dan Prioritas Penanganan di SWPP Minahasa. Volume 1, Jurnal Ilmiah MEDIA ENGINEERING
- Triatmodjo, Bambang. (1999). Teknik Pantai, Beta Offset, Yogyakarta
- Triatmodjo, Bambang. (2012). Perencanaan Bangunan Pantai, Beta Offset, Yogyakarta
- Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 08/SE/M/2010 Pedoman Penilaian Kerusakan Pantai Dan Prioritas Penanganannya
- Hidayanti, Nurin. 2017, Dinamika Pantai. UB Press. Malang
- Djadinira, D., Jasin, M. I., & Dundu, A. K. (2024). Studi Kerusakan Pantai Motandoi Di Desa Motandoi Selatan Kecamatan Pinolosian Timur Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan. TEKNO, 22(87), 547-554.
- Sodikin, A. N., Ardiansyah, M., Arif, S., Syaripulloh, Y., & Ilyas, A. A. (2024). Analisis Kerusakan Pantai dan Prioritas Penanganannya di Wilayah Pesisir Kecamatan Sukra Kabupaten Indramayu Provinsi Jawa Barat. Jurnal Maritim, Universitas Diponegoro.
- Prasetyo, R. A., Ardiansyah, M., & Rahmawati, I. (2020). Identifikasi Kerusakan Pantai Kawasan Pesisir Kecamatan Galesong Utara, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. Jurnal Sensistek, Universitas Hasanuddin.
- Firdaus, A., Syamsul, R., & Nur, A. (2022). Analisis Pengurangan Risiko Bencana Abrasi Pantai di Kecamatan Galesong Utara Kabupaten Takalar. Jurnal Ilmiah Lingkungan, 14(1), 45–53.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2021). *Surat Edaran Nomor 11/SE/D/2021 tentang Pedoman Kriteria Perencanaan Pengaman Pantai*. Direktorat Jenderal Sumber Daya Air.
- Dean, R. G., & Dalrymple, R. A. (2002). Coastal Processes with Engineering Applications. Cambridge University Press.
- Pilarczyk, K. W. (2000). Dredging and Port Construction around the World. Balkema.
- Komar, P. D. (1998). Beach Processes and Sedimentation (2nd ed.). Prentice Hall.
- Masselink, G., & Hughes, M. G. (2003). Introduction to Coastal Processes and Geomorphology. Hodder Education.
- Thieler, E. R., & Hammar-Klose, E. S. (1999). National Assessment of Coastal Vulnerability to Sea-Level Rise—Preliminary Results for the U.S. Atlantic Coast. U.S. Geological Survey