



Studi Kerusakan Pantai Motandoi Di Desa Motandoi Selatan Kecamatan Pinolosian Timur Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan

Dicky Djaminira^{#a}, M. Ihsan Jasin^{#b}, Ariestides K.T Dundu^{#c}

^{#Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia}
^adickydjaminira@gmail.com ^bmuhamad.jasin@unsrat.ac.id ^ctorry@unsrat.ac.id

Abstrak

Pantai merupakan daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang laut tertinggi dan surut terendah. Desa Motandoi selatan merupakan desa yang sebagian penduduknya bekerja sebagai nelayan dan tinggal di pesisir pantai Motandoi. Faktor alam berupa gelombang yang cukup besar pada musim-musim tertentu sering terjadi di pantai tersebut sehingga mengakibatkan pemunduran pada garis pantai. Metode yang digunakan dalam penelitian ini antara lain pengumpulan data baik data primer maupun data sekunder serta analisis data yang meliputi analisis kerusakan pantai dan penentuan tingkat kerusakan dan penentuan prioritas penanganan. Dari hasil analisis berdasarkan Surat Edaran Kementerian Pekerjaan Umum Nomor: 08/SE/M/2010 prioritas penanganan kerusakan yang dipilih adalah pemunduran pada garis pantai dengan bobot 250 dan skala prioritas B (sangat diutamakan) yang berarti pantai tersebut memiliki tingkat kerusakan yang amat besar. Dan berdasarkan Penyusunan Tingkat Kerusakan Pantai (Triadmodjo, 2012), tingkat kerusakan pantai tersebut memiliki bobot total 700 yang berarti skala prioritas penanganan pantai tersebut amat sangat diutamakan (A) dan memiliki tingkat kerusakan yang amat sangat besar. Dari hasil analisis dengan menggunakan kedua metode tersebut dapat dinyatakan bahwa pantai Motandoi membutuhkan penanganan segera.

Kata kunci: Pantai Motandoi, prioritas penanganan, tingkat kerusakan pantai

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang Masalah

Pantai merupakan daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang laut tertinggi dan surut terendah. Pada daerah ini juga terjadi interaksi dinamis antara air, angin dan material penyusun pantai. Hal tersebut yang menjadi penyebab pantai rentan terhadap kerusakan. Kerusakan yang terjadi pada daerah pantai sering dipengaruhi oleh faktor-faktor alamiah seperti arus pantai, angkutan sedimen pantai, perubahan kenaikan muka air laut dan gelombang Laut. Gelombang laut biasanya dibangkitkan oleh banyak hal, misalnya oleh angin, pasang surut, arus dan lain-lain. Gelombang laut yang menghantam pantai terdiri dari suatu rentetan gelombang.

Abrasi adalah proses pengikisan pantai oleh tenaga gelombang laut dan arus laut yang bersifat merusak. Abrasi merupakan fenomena alam yang selalu menjadi masalah di linagkungan pantai. Proses terjadinya abrasi dibagi kedalam dua faktor yaitu, pertama faktor alam proses terjadinya abrasi karena faktor alam terjadi ketika angin yang bergerak di laut menimbulkan gelombang dan arus menuju pantai. Arus dan gelombang tersebut memiliki kekuatan yang lama kelamaan menggerus pinggiran pantai. Kekuatan gelombang tersebut terjadi pada waktu terjadi badai sehingga dapat mempercepat terjadinya proses abrasi. Yang kedua adalah faktor manusia yaitu aktifitas manusia dipesisir mengakibatkan cepatnya pantai mengalami abrasi.

Pantai Motandoi terletak di 0°26'36"LU 124°20'02"BT, tepatnya di Desa Motandoi Selatan, Kecamatan Pinolosian Timur, Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan. Desa Motandoi selatan merupakan Desa yang sebagian penduduknya bekerja sebagai nelayan dan tinggal di

pesisir pantai Motandoi. Faktor alam berupa gelombang yang cukup besar pada musim-musim tertentu sering terjadi di pantai tersebut sehingga mengakibatkan pemunduran pada garis pantai. Menurut keterangan warga yang tinggal di pesisir pantai tersebut gelombang besar biasanya sering terjadi pada musim angin selatan yaitu mulai dari bulan Mei dan puncaknya pada bulan Juni dan bulan Juli. Air pasang disertai gelombang besar sering mengakibatkan sebagian rumah penduduk tergenang air laut bahkan kadang ada juga rumah yang rusak.



Gambar 1. Lokasi penelitian (Google Earth)

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas perlu dilakukan kajian lebih lanjut untuk mengetahui tingkat kerusakan pantai akibat abrasi di pantai Motandoi. Adapun pertanyaan yang muncul adalah Seberapa besar tingkat kerusakan pantai tersebut?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini hanya dibatasi pada:

1. Penelitian ini hanya dilakukan pada wilayah pantai Motandoi, Kecamatan Pinolosian Timur, Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan.
2. Penilaian kerusakan hanya berdasarkan Surat Edaran Kemen PU No 08 tahun 2010 dan Penyusunan Tingkat Kerusakan Pantai (Triadmodjo 2012)
3. Mengabaikan faktor-faktor bencana alam.

1.4 Tujuan Penelitian

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

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 Motandoi

2. Metode Penelitian

2.1 Survey Lokasi Dan Penetapan Lokasi Penelitian

Survey lokasi bertujuan untuk mengetahui gambaran umum daerah penelitian dan mencari tahu permasalahan dan kerusakan pantai yang terjadi sehingga dapat ditentukan layak atau tidaknya lokasi tersebut untuk dilakukan kajian lebih lanjut. Survey ini meliputi:

- Pengamatan visual permasalahan dan kerusakan yang terjadi di pantai Motandoi
- Mewawancarai masyarakat yang tinggal di pesisir pantai terkait permasalahan dan kerusakan di pantai tersebut

2.2 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan informasi atau data-data yang dibutuhkan dalam mencapai tujuan dari penelitian. Data yang dibutuhkan yaitu data primer dan data sekunder

2.2.1 Data Primer

Data primer di dapat dari hasil wawancara dan observasi lapangan. Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah :

1. Pengamatan Visual
Pengamatan visual dilakukan dengan mengidentifikasi terkait kondisi eksisting di sepanjang pesisir pantai Motandoi sesuai dengan parameter-parameter yang telah ditentukan terutama untuk parameter Gerusan dan kerusakan bangunan (EA2) dan Sedimentasi muara sungai, muara sungai tidak untuk pelayaran (SP1).
2. Informasi masyarakat sekitar
Informasi masyarakat sekitar ini diambil dengan cara mewawancarai warga yang tinggal di pantai tersebut atau pemerintah setempat. Informasi yang ditanyakan sesuai dengan kebutuhan informasi untuk parameter Kerusakan pada pemukiman dan fasilitas umum (L-1), kerusakan pada areal pertanian (L-2), menurunnya kualitas perairan pantai karena pencemaran (L-4), meurunnya kualitas hutan mangrove (L-6), dan perubahan garis pantai (EA-1). Dalam proses wawancara ini digunakan alat bantu berupa perekam suara ataupun catatan untuk merekam atau mencatat segala informasi yang di dapat dari masyarakat sekitar untuk memudahkan pada saat proses analisis data

2.2.2 Data Seknder

Data sekunder merupakan data pendukung yang sudah ada sehingga hanya perlu mencari dan mengumpulkan data tersebut. Data sekunder dapat diperoleh atau dikumpulkan dengan mengunjungi tempat atau instansi terkait dan bisa juga lewat internet. Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini berupa:

1. Peta citra google earth
2. Draft revisi RTRW Kabuvaten Bolaang Mongondow Selatan tahun 2021
3. Sasplanet BaseMap Google Eart tahun 2013, 2018, dan 2023

2.3 Analisis Data

Tahap analisis data adalah proses pengolahan data untuk tujuan mendapatkan informasi yang akurat untuk dijadikan sebagai dasar pengambilan keputusan untuk memecakan suatu masalah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan Surat Edaran Kementerian Pekerjaan Umum Nomor : 08/SE/M/2010 tentang Pedoman Penilaian Kerusakan Pantai dan Prioritas Penanganannya, dan sebagai perbandingannya juga akan dilakukan analisis dengan metode Penyusunan Tingkat Kerusakan Pantai (Triatmodjo, 2012).

2.3.1 Analisis kerusakan pantai

Analisis kerusakan pantai dilakukan dengan menggunakan data hasil dari interpretasi

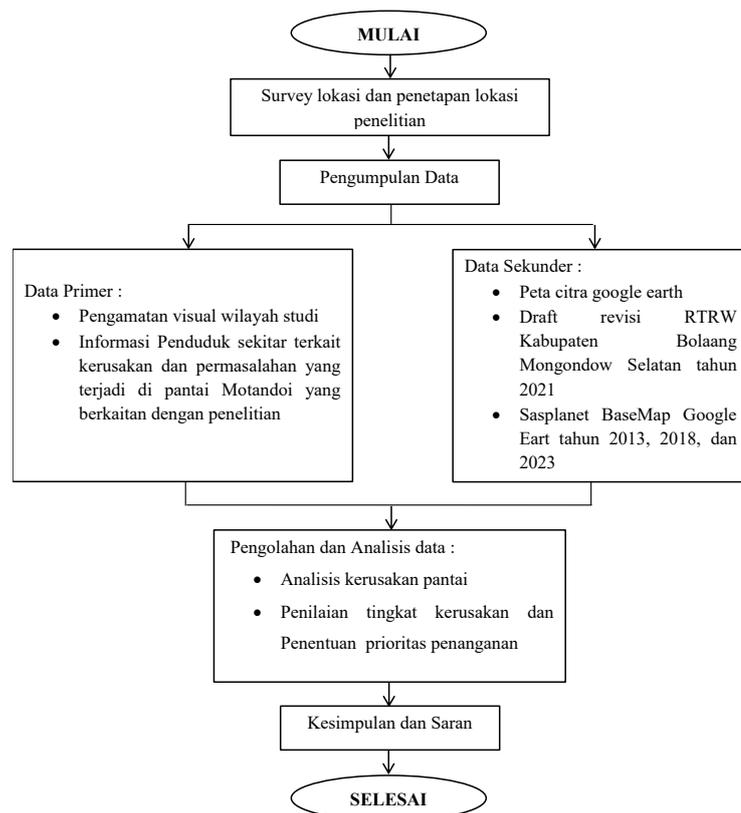
visual, kenampakan objek dan hasil dari wawancara masyarakat sekitar di wilayah pantai motandoi untuk setiap parameter (Kerusakan pada pemukiman dan fasilitas umum (L-1), kerusakan pada areal pertanian (L-2), menurunnya kualitas perairan pantai karena pencemaran (L-4), meurunnya kualitas hutan mangrove (L-6), dan perubahan garis pantai (EA-1), Gerusan dan kerusakan bangunan (EA2) dan Sedimentasi muara sungai, muara sungai tidak untuk pelayaran (SP1)). Pengolahan data masing-masing parameter disajikan dalam bentuk tabel serta foto dokumentasi.

2.3.2 Penilaian tingkat kerusakan dan prioritas penanganan

Penilaian tingkat kerusakan dilakukan untuk mengetahui seberapa besar bobot kerusakan pada wilayah pantai motandoi untuk semua kriteria (Kerusakan Lingkungan, Erosi/abrasi, dan kerusakan bangunan dan Sedimentasi), penilaian ini disajikan dalam bentuk tabel berdasarkan Tabel 2.16 Formulir Penilaian Kerusakan Pantai (Formulir 1) pada halaman 35 dan Tabel 2.17 Formulir Analisis Penilaian Kerusakan Pantai Dan Penentuan Prioritasnya (Formulir 2)

2.4 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian digunakan untuk menggambarkan Seluruh langkah-langkah yang akan diikuti dalam proses penelitian. Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam bentuk bagan alir yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Penilaian Tingkat Kerusakan Pantai Di Pantai Motandoi Berdaraskan Surat Edaran Kemen PU

Kerusakan Pantai Motandoi sudah sangat memprihatinkan, hal ini disebabkan oleh gelombang besar yang sering terjadi di pertengahan tahun pada saat musim angin selatan. Hal tersebut juga menyebabkan mundurnya garis pantai Motandoi dari tahun ke tahun. Tidak adanya

bangunan pengaman pantai dan kurangnya tumbuhan mangrove yang dapat mencegah atau memperlambat erosi pantai sehingga menyebabkan bibir pantai semakin dekat dengan pemukiman nelayan yang berada di pantai tersebut. Selain itu, aktivitas penambangan pasir yang dilakukan beberapa waktu yang lalu juga ikut menyumbang kontribusi dalam mundurnya garis pantai. Oleh sebab itu pada saat musim gelombang, hemasan gelombang bisa sampai ke rumah-rumah warga yang terlalu dekat dengan bibir pantai dan menyebabkan aktifitas warga menjadi terganggu.

Berdasarkan surat edaran Kementerian Pekerjaan Umum No: 08/SE/M/2010 tentang Pedoman Penilaian Kerusakan Pantai dan Prioritas Penanganannya, penilaian kerusakan pantai di bagi menjadi tiga Kriteria yaitu:

1. Kriteria Kerusakan Lingkungan Pantai,
2. Kriteria Erosi/Abrasi, dan
3. Kriteria Sedimentasi

3.1.1 Kriteria Kerusakan Lingkungan Pantai

Penilaian kerusakan pantai salah satunya di dasari pada kriteria kerusakan lingkungan pantai. berdasarkan Surat Edaran Kemen PU, kerusakan-kerusakan yang dinilai antara lain:

1. Kerusakan pada pemukiman dan fasilitas umum (L-1)
2. Kerusakan pada areal pertanian (L-2)
3. Kerusakan kawasan pesisir karena penambangan pasir (L-3)
4. Menurunnya kualitas perairan pantai karena pencemaran (L-4)
5. Menurunnya kualitas air tanah karena intrusi air laut (L-5)
6. Menurunnya kualitas hutan mangrove (L-6)
7. Menurunnya kualitas terumbu karang (L-7)
8. Rob pada kawasan pesisir (L-8)

3.1.2 Kriteria Erosi/Abrasi

Kerusakan yang akan dinilai dalam kriteria Erosi/abrasi yaitu pemunduran garis pantai dan kerusakan bangunan

3.1.3 Kriteria Sedimentasi

Muara sungai Motandoi meruakan muara yang tidak dipergunakan untuk pelayaran. Dari hasil pengukuran yang dilakukan pada muara sungai tersebut diketahui bahwa lebar bukaan muara hanya tersisa 3,8 meter, sedangkan lebar sungai tersebut adala 18,7 meter.

Salah satu penyebab terjadinya sedimentasi di muara sungai adalah angkutan sedimen yang bergerak sejajar dengan pantai kemudian masuk dan mengendap di muara. Sungai yang bermuara pada pantai berpasir dengan gelombang besar sering mengalami penyumbatan muara oleh endapan pasir.

3.1.4 Rekapitulasi Penilaian Bobot Kerusakan Pantai

Setelah dilakukan pembobotan pada semua kerusakan yang terjadi berdasarkan tolak ukur penilaian kerusakan pantai yang mengacu pada surat edaran Kemen PU No 8 tahun 2010, selanjutnya seluruh bobot kerusakan di rekapitulasi dalam satu tabel.

3.1.5 Penentuan Skala Prioritas Penanganan

Penentuan skala prioritas penanganan bertujuan untuk mengetahui seberapa besar skala prioritas penanganan pada tiap kriteria dan kerusakan mana yang lebih diprioritaskan untuk ditangani.

3.2 Penyusunan tingkat kerusakan Pantai (Triatmodjo, 2012)

Penentuan tingkat perubahan pantai yang dapat dikategorikan sebagai kerusakan daerah pantai adalah tidak mudah. Untuk menilai perubahan pantai diperlukan suatu tolak ukur supaya

penilaian perubahan pantai dapat dilakukan secara objektif (Triatmodjo, 2012).

Tabel 1. Tabel Gabungan berdasarkan Surat Edaran Kemen PU No 08 Tahun 2010

No	Kriteria kerusakan	Jenis kerusakan	Parameter penilaian	Uraian kerusakan	Bobot	Bobot tertinggi di tiap kriteria	Koefisien tingkat kepentingan	Bobot akhir	prioritas penanganan
1	Lingkungan	Pemukiman dan fasilitas umum	Jumlah rumah (fasilitas umum) yang terkena dampak, keberadaan bangunan di sepadan pantai pada suatu dusun	Terdapat 24 rumah yang berada di sepadan pantai dalam jangkauan gelombang badai	250	250	1,00	250	B
		Areal Pertanian	Keberadaan areal pertanian di sepadan pantai dan kerusakan yang terjadi	Areal berada pada pantai yang mudah tererosi, lokasi 0 m sampai dengan 100 m	100				
		Memurnya kualitas Perkidungan kawasan gumuk Pasir	Lokasi penambangan pasir diukur dari garis pantai dan peralatan yang digunakan untuk penambangan	Lokasi penambangan berada di areal mura sungai dan berjarak < 100 m dari garis pantai, dilakukan dengan alat tradisional	200				
		Kerusakan Pada hutan mangrove	Ketebalan dan keraatan hutan mangrove yang tersisa	Ketebalan hutan mangrove < 10 m, kondisi tanaman rapat	200				
2	Kriteria Erosi/Abrasi	Perubahan garis Pantai	Laju mundurnya garis pantai	Pantai mundur > 3 meter/tahun	250	250		250	B
		Gerusan dan kerusakan bangunan	Kenampakan bangunan seperti keruntuhan bangunan, abrasi bangunan, bangunan miring	Bangunan rusak parah	250				
3	Sedimentasi	Sedimentasi Pada muara sungai	Stabilitas muara sungai	Muara sungai tidak stabil dan ahr muara tnggal 25% samai dengan 50%	150	150		150	D

Sumber: Analisis Tahun 2023

Tabel 2. Tabel Gabungan berdasarkan Penyusunan Tingkat Kerusakan Pantai (Triatmodjo, 2012)

No	Kriteria kerusakan	Jenis kerusakan	Parameter penilaian	Uraian kerusakan	Bobot	Bobot tertinggi di tiap kriteria	Nilai	Tingkat kepentingan	Total	Prioritas
1	Lingkungan	Pemukiman	Pemukiman padat (> 15 rumah) berada pada sempadan pantai dan terjangkau oleh gemuran gelombang	Terdapat 24 rumah yang berada di sepadan pantai dalam jangkauan gelombang badai	250	250				
		Hutan mangrove	Ketebalan dan kerapatan hutan mangrove yang tersisa	Kerusakan ringan dan sifatnya lokal	50					
2	Erosi/gerusan	Perubahan garis pantai	Laju mundurnya garis pantai	Pantai mundur > 3 meter/tahun	150	150	525	175	700	A
		Gerusan di kaki bangunan	Pengaruh terhadap stabilitas konstruksi	Agak membahayakan stabilitas konstruksi.	150					
		Pengaruh	Luas daerah yang terpengaruh	Daerah yang agakluas (100 - 500 m)	150					
3	Sedimentasi	Lamanya muara tertutup	Seberapa lama muara sungai tertutup	Muara tertutup sebagian	25	125				
		Persentase bukaan muara	Lebar pembukaan muara terhadap lebar muara	Bukaan muara tersisa dibawah 30%	125					
		Pengaruh	Luas daerah yang terpengaruh	Daerah yang terpengaruh hanya di sekitaran muara	25					

Sumber: Analisis Tahun 2023

3.2.1 Kriteria Kerusakan Lingkungan Pantai

Penilaian kerusakan pantai salah satunya di dasari pada kriteria kerusakan lingkungan pantai. Berdasarkan Penyusunan Tingkat Kerusakan Pantai (Triatmodjo, 2012), kerusakan-kerusakan yang dinilai antara lain:

1. Pemukiman
2. Kualitas Air Laut
3. Terumbu Karang
4. Hutan Mangrove

Sedangkan untuk Kriteria Erosi/Abrasi dan kriteria Sedimentasi kurang lebih sama dengan Kriteria Erosi/Abrasi dan kriteria Sedimentasi pada Surat Edaran Kepmen PU No 08 Tahun 2010.

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis tingkat keusakan dan skala prioritas penanganan yang dilakukan terhadap pantai Motandoi berdasarkan Surat Edaran Kementrian Pekerjaan Umum Nomor: 08/SE/M/2010 tentang Pedoman Penilaian Kerusakan Pantai dan Prioritas Penanganannya, prioritas penanganan kerusakan yang dipilih adalah pemunduran pada garis pantai dengan bobot 250 dan skala prioritas B (sangat diutamakan) yang berarti pantai tersebut memiliki tingkat kerusakan yang amat besar. Dan berdasarkan Penyusunan Tingkat Kerusakan Pantai (Triatmodjo, 2012), tingkat keusakan pantai tersebut memiliki bobot total 700 yang berarti skala prioritas penanganan pantai tersebut amat sangat diutamakan (A) dan memiliki tingkat kerusakan yang amat sangat besar. Berdasarkan hasil penilaian tingkat kerusakan dan priortas penanganan pantai Motandoi dengan menggunakan kedua metedo tersebut, dapat dinyatakan bahwa pantai Motandoi membutuhkan penanganan segera.

4.2 Saran

1. Penilaian tingkat kerusakan pantai ini masih banyak kekurangan, karena masih terlihat adanya faktor subjektifitas dalam menemtmukan nilai-nilai kerusakan yang terjadi di pantai Motandoi. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dan lebih akurat maka diperlukan surveyor yang lebih berpengalaman atau surveyor yang mampu membaca permasalahan pantai.
2. Perlu adanya analisis karakteristik gelombang dan analisis bangunan pengaman pantai untuk menentukan bangunan pengaman yang cocok untuk kerusakan di pantai Motandoi.
3. Berdasarkan tingkat kerusakan dan prioritas penanganan di atas maka perlu adanya perhatian lebih dari pemerintah atau pihak terkait untuk mengatasi permasalahan yang terjadi di pantai Motandoi terutama pada perubahan garis pantai yang mundur setiap tahunnya dan mengancam pemukiman penduduk

Referensi

- Amri, Mohd. Robi, dkk., (2016), Resiko Bencana Indonesia. BNPB. Jakarta
- Barguna, Saul. Mamoto, Jeffry D. Tangkudung, Nicolaas J. (2023), Alternatif Penanganan Kerusakan Pantai Di Desa Mala Timur Kecamatan Melonguane Kabupaten Kepulauan Talaud, TEKNO
- Bernadus, Jendry M. O. Mamoto, Jeffry D. Tangkudung, Nicolaas J. (2023), Perencanaan Pengamanan Pantai Di Pantai Paerentek Kecamatan Lembean Timur, TEKNO
- 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
- Hidayanti, Nurin. (2017), Dinamika Pantai. UB Press. Malang
- Jasin, M Ihsan. (2011), Studi Tingkat Kerusakan Garis Pantai Dan Prioritas Penanganan di SWPP Minahasa. Volume 1, Jurnal Ilmiah MEDIA ENGINEERIG
- Pokaton, Kern Youla. Tawas, Hansje J. Jasin, M Ihsan. Mamoto, Jeffry D. (2013), Perencanaan Jetty Di Muara Sungai Ranoyapo Amurang, Jurnal Sipil Statik
- Sulu, Timothy B. Thambas, Arthur H. Mamoto, Jefry D. (2023), Studi Pengembangan Potensi Wilayah Pantai Mangket Kecamatan Kema Kabupaten Minahasa Utara, TEKNO

- Sumampouw, Faron V. H. Thambas, Arthur H. Jasin, M Ihsan. (2023) Perencanaan Pengaman Pantai Di Pantai Bahoi Kecamatan Likupang Barat, TEKNO
- Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 08/SE/M/2010 Pedoman Penilaian Kerusakan Pantai Dan Prioritas Penanganannya
- Tawas, Hansje J. Pratisis, Pingkan A.K. (2016), Pengaruh Besar Gelombang Terhadap Kerusakan Garis Pantai, TEKNO
- Triatmodjo, Bambang. (1999). Teknik Pantai, Beta Offset, Yogyakarta
- Triatmodjo, Bambang. (2012). Perencanaan Bangunan Pantai, Beta Offset, Yogyakarta
- Umpel, Isdina Fadlah. Mamoto, Jeffry D. Jasin, M Ihsan. (2015), Studi Karakteristik Gelombang Pada Daerah Pantai Matani Satu, Semantic Scholar
- Wakkary, A Cindy. Jasin, M Ihsan. Dundu, AKT. (2017), Studi Karakteristik Gelombang Pada Daerah Pantai Desa Kalinaung Kab. Minahasa Utara, Jurnal Sipil Statik
- Wauran, Chintia J. Mamoto, Jeffry D. Jasin, M Ihsan. (2023), Analisis Kerusakan Sistem Wilayah Pantai Likupang Di Kabupaten Minahasa Utara. TEKNO