Jurnal SPASIAL Vol. 13. No. 1, 2026
ISSN 2442-3262

PERUBAHAN GARIS PANTAI TERHADAP PERMUKIMAN TERHADAP PERMUKIMAN PESISIR BERKELANJUTAN DI KECAMATAN TUMINTING KOTA MANADO

Cristine Devina Enggune[1], Ricky M. S. Lakat [2], Dwight M. Rondonuwu [3]
[1]Mahasiswa S1 Program Studi Perencanaan Wilayah & Kota Universitas Sam Ratulangi
[2&3]Staf Pengajar Prodi S1 Perencanaan Wilayah & Kota Universitas Sam Ratulangi

E-mail: cristineenggune@gmail.com

ABSTRAK

Perubahan garis pantai dapat memengaruhi perkembangan permukiman pesisir. Garis pantai di wilayah pesisir Kecamatan Tuminting mengalami perubahan signifikan pada periode 2003–2025 yang berdampak pada area hunian dan kondisi perekonomian masyarakat. Penelitian ini menganalisis dinamika abrasi dan akresi terhadap luas permukiman serta pengaruhnya pada kondisi sosial ekonomi penduduk lokal menggunakan analisis spasial, korelasi, dan analisis jalur (*path analysis*). Hasil penelitian menunjukkan pesisir Tuminting didominasi oleh akresi yang menambah luas permukiman sebesar 0,17 Km^2 dengan korelasi kuat (r = 0,638), sementara abrasi mereduksi lahan hunian sebesar 0,02 Km^2 dengan korelasi kuat (r = -0,639). Analisis jalur membuktikan abrasi dan akresi berkontribusi langsung sebesar 59,14% terhadap aspek ekonomi, sedangkan luas permukiman berkontribusi sebesar 66,42%. Hasil regresi menghasilkan model Z2=-2,954+0,395+0,561+0,889 hal ini menegaskan bahwa perubahan garis pantai dan luas permukiman berpengaruh positif dan signifikan terhadap kondisi ekonomi masyarakat, dengan luas permukiman sebagai faktor penentu paling dominan, sementara pengaruh terhadap aspek sosial tidak signifikan. Diperlukan penataan ruang pesisir berbasis data spasial dan penguatan mitigasi bencana untuk mendukung keberlanjutan permukiman pesisir

Kata Kunci: *Abrasi, Akresi, Perubahan Garis Pantai, Kondisi Sosial Ekonomi, Path Analysis, Kecamatan Tuminting*

ABSTRACT

Coastline changes can affect the development of coastal settlements. The coastline in the coastal area of Tuminting District experienced significant changes in the period 2003–2025 which impacted residential areas and the economic conditions of the community. This study analyzed the dynamics of abrasion and accretion on the area of settlements and their influence on the socio-economic conditions of the local population using spatial analysis, correlation, and path analysis. The results showed that the Tuminting coastline was dominated by accretion which increased the area of settlements by 0.17 km2 with a strong correlation (r = 0.638), while abrasion reduced residential land by 0.02 km2 with a strong correlation (r = -0.639). Path analysis proved that abrasion and accretion contributed directly by 59.14% to the economic aspect, while the area of settlements contributed by 66.42%. The regression results produced a model Z2=-2.954+0.395+0.561+0.889, confirming that changes in the coastline and the area of settlements have a positive and significant impact on the economic conditions of the community, with the area of settlements being the most dominant determining factor, while the influence on social aspects is not significant. Coastal spatial planning based on spatial data and strengthening of disaster mitigation are needed to support the sustainability of coastal settlements.

***Keywords**: Abrasion, Accretion, Shoreline Change, Socio-Economic Conditions, Path Analysis,Tuminting District*

PENDAHULUAN

Garis pantai merupakan zona transisi antara daratan dan lautan yang memiliki fungsi ekologis, sosial, dan ekonomi yang penting. Dinamika garis pantai dipengaruhi oleh faktor alami, seperti gelombang, pasang surut, abrasi, dan sedimentasi, maupun aktivitas manusia, seperti reklamasi, pembangunan pelabuhan, dan perkembangan permukiman pesisir. Di Indonesia, pengelolaan wilayah pesisir diatur melalui Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2007 sebagaimana diubah dengan Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, serta Peraturan Presiden Nomor 51 Tahun 2016 tentang Batas Sempadan Pantai, yang menekankan pentingnya perlindungan kawasan pesisir dan pemantauan perubahan garis pantai secara berkelanjutan.

Perubahan garis pantai dapat memengaruhi perkembangan permukiman pesisir serta kondisi sosial ekonomi masyarakat yang bergantung pada sumber daya pesisir. Permukiman pesisir merupakan kawasan hunian yang berada di wilayah pesisir dan berfungsi sebagai tempat tinggal sekaligus pusat aktivitas masyarakat (Lautetu dkk., 2019). Oleh karena itu, perubahan fisik kawasan pesisir berpotensi memengaruhi kualitas permukiman, mata pencaharian, dan kesejahteraan masyarakat.

Kota Manado merupakan salah satu kota pesisir yang mengalami perkembangan pembangunan yang pesat. Keterbatasan lahan akibat kondisi topografi mendorong dilaksanakannya reklamasi pantai sejak tahun 1996, yang berdampak pada perubahan garis pantai. Salah satu wilayah yang mengalami perubahan tersebut adalah Kecamatan Tuminting, yang memiliki tekanan pembangunan tinggi dan masyarakat yang sebagian masih bergantung pada sektor perikanan. Perubahan garis pantai di wilayah ini diduga berimplikasi terhadap perubahan luas permukiman pesisir serta kondisi sosial ekonomi masyarakat.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh perubahan garis pantai terhadap luas permukiman pesisir serta implikasinya terhadap kondisi sosial ekonomi masyarakat di Kecamatan Tuminting, Kota Manado. Penelitian dilakukan menggunakan metode *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) untuk menganalisis perubahan garis pantai dan perkembangan permukiman secara spasial-temporal, serta analisis interpolasi untuk mengisi kekosongan data pada periode tahun yang telah di tentukan, dan juga analisis jalur (*path analysis*) untuk mengidentifikasi hubungan dan pengaruh antarvariabel. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang mendukung pengelolaan wilayah pesisir dan pembangunan permukiman pesisir yang berkelanjutan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik perubahan garis pantai, luas permukiman pesisir, serta kondisi sosial ekonomi masyarakat di kawasan pesisir Kecamatan Tuminting, Kota Manado. Selain itu, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh perubahan garis pantai terhadap perkembangan luas permukiman pesisir, serta mengkaji implikasi perubahan garis pantai terhadap perubahan luas permukiman dan kondisi sosial ekonomi masyarakat. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar dalam penyusunan kebijakan pengelolaan wilayah pesisir dan perencanaan permukiman pesisir yang berkelanjutan.

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Garis Pantai

Garis Garis pantai merupakan batas pertemuan antara daratan dan lautan yang bersifat dinamis serta mengalami perubahan akibat faktor alami, seperti gelombang, pasang surut, dan kenaikan muka air laut, maupun aktivitas manusia, seperti reklamasi dan pembangunan kawasan pesisir. Perubahan tersebut dapat menyebabkan abrasi maupun akresi yang

mengubah bentuk dan luas wilayah pesisir (Supriyadi et al., 2017). Laju perubahan garis pantai dapat dianalisis melalui interpretasi citra satelit multitemporal dan monitoring lapangan sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2018, sehingga dapat digunakan untuk mengidentifikasi perubahan garis pantai secara spasial dan temporal.

Digital Shoreline Analysis System (DSAS)

Digital Shoreline Analysis System (DSAS) merupakan ekstensi pada perangkat lunak ArcGIS yang dikembangkan oleh ESRI dan USGS dengan sifat open source. Perangkat ini digunakan untuk menganalisis perubahan posisi garis pantai secara statistik berdasarkan data geospasial dari berbagai periode waktu. (Istiqomah, 2016).

Pengertian Permukiman

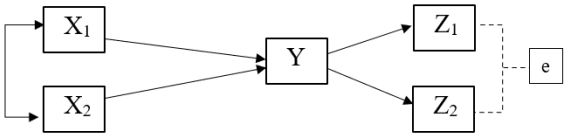
Permukiman pesisir merupakan kawasan hunian yang berada di sepanjang pantai dan masih dipengaruhi oleh proses-proses kelautan, sehingga karakteristiknya dipengaruhi oleh kondisi fisik lingkungan serta aktivitas sosial ekonomi masyarakat (Momuat, 2020). Pengembangan permukiman pesisir perlu mengacu pada konsep permukiman berkelanjutan, yaitu kawasan hunian yang mampu memenuhi kebutuhan masyarakat saat ini tanpa mengurangi kemampuan generasi mendatang dalam memenuhi kebutuhannya melalui keseimbangan aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi (Sarifuddin & Susanti, 2011).

Dampak Sosial Ekonomi

Dampak perubahan suatu wilayah dapat memengaruhi berbagai aspek kehidupan, baik secara langsung maupun tidak langsung, termasuk aspek sosial, ekonomi, lingkungan, dan infrastruktur. Kondisi sosial ekonomi merupakan status atau kedudukan seseorang dalam masyarakat yang ditentukan oleh faktor sosial dan ekonomi serta tercermin melalui peran, hak, dan kewajibannya dalam kehidupan bermasyarakat (Basrowi & Juariyah, 2010). Kondisi tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti tingkat pendidikan, organisasi pesisir, mata pencaharian, dan pendapatan masyarakat (Lautetu dkk., 2019), sehingga perubahan lingkungan pesisir berpotensi memberikan implikasi terhadap kesejahteraan masyarakat yang bermukim di kawasan tersebut.

Analisis Jalur

Analisis jalur (*path analysis*) merupakan metode statistik yang digunakan untuk menganalisis hubungan sebab-akibat, baik secara langsung maupun tidak langsung, antarvariabel dalam suatu model penelitian. Pada penelitian ini, analisis jalur digunakan untuk mengetahui hubungan dan pengaruh antara variabel perubahan garis pantai yaitu abrasi (X1) dan akresi (X2), luas permukiman (Y), serta kondisi sosial (Z1) ekonomi (Z2). Pengujian validitas dan reliabilitas instrumen dilakukan menggunakan aplikasi SPSS untuk memastikan kualitas data yang digunakan dalam analisis (Momuat dkk., 2020).



Gambar 1 Struktur Variabel X1, X2, Y, Z1, dan Z2
Sumber: Penulis, 2026

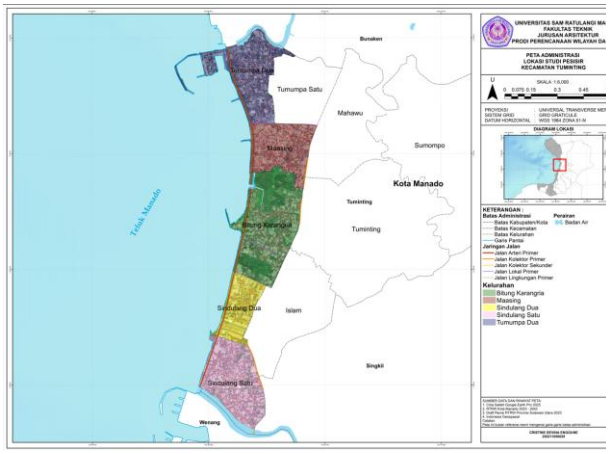
Keterangan:
X_1 = Variabel bebas
X_2 = Variabel bebas
Y = Variabel Terikat
Z_1 = Variabel yang terpengaruh
Z_2 = Variabel yang terpengaruh

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Tuminting, Kota Manado, yang terdiri atas 10 kelurahan, dengan fokus pada lima kelurahan pesisir, yaitu Sindulang Satu, Sindulang Dua, Bitung

Karangria, Maasing, dan Tumumpa Dua. Pemilihan lokasi didasarkan pada karakteristik wilayah yang berbatasan langsung dengan pantai, rentan terhadap perubahan garis pantai, serta didukung oleh potensi sumber daya pesisir, seperti perikanan.



Gambar 2. Peta Administrasi Lokasi Studi
Sumber: Penulis, 2026

Definisi Oprasional Variabel

Pada penelitian ini terdapat lima variabel yang akan mempermudah peneliti dalam melakukan penelitian ini. Adapun variabel data yang akan digunakan dalam penelitian, diantaranya:

Tabel 1 Devinisi Oprasional Variabel

No.	Variabel	Sub Variabel	Indikator	Parameter
1.	Perubahan Garis Pantai	• Karakteristik Fisik • Abrasi (X_1) • Akresi (X_2)	Tingkat Perubahan Garis Pantai	➢ Tinggi = > 2 m (m/tahun); ➢ Sedang = 1 – 2 m (m/tahun); atau ➢ Rendah = < 1 m (m/tahun).
2.	Kawasan Permukiman	Luas Permukiman (Y)	luas permukiman	Penetapan dokume perencanaan RTRW dan peta time series
3.	Dampak Abrasi & Akresi Terhadap Kondisi Sosial Ekonomi	Kondisi Sosial (Z_1).	1) Tingkat Pendidikan (sumber)	➢ SMP ➢ SMA ➢ Perguruan Tinggi
			2) Organisasi Pesisir	➢ Aktif ➢ Cukup ➢ Pasif
		Kondisi Ekonomi (Z_2)	1) Mata Pencaharian	➢ Nelayan ➢ Swasta ➢ Dan Lainnya
			2) Penghasilan	➢ Rp. 500.000 – Rp. 1000.000 ➢ Rp. 1.000.000 – Rp. 3.000.000 ➢ ≥ Rp. 3. 000.000
			3) Pengeluaran	➢ Rp. 500.000 – Rp. 1000.000 ➢ Rp. 1.000.000 – Rp. 3.000.000 ➢ ≥ Rp. 3. 000.000

Sumber: Penulis, 2026

Populasi Dan Sampel

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kecamatan Tuminting Tahun 2025, lima kelurahan yang menjadi lokasi penelitian memiliki jumlah penduduk sebanyak 22.092 jiwa dan 6.373 kepala keluarga. Penentuan sampel menggunakan teknik Disproportionate Stratified Sampling berbasis Purposive Quota, dengan total 10 responden yang didistribusikan secara merata, yaitu masing-masing 2 responden pada setiap kelurahan. Responden dipilih secara purposive berdasarkan kriteria telah bermukim atau beraktivitas di kawasan pesisir dalam kurun waktu tertentu. Distribusi sampel yang merata bertujuan untuk memberikan keterwakilan setiap wilayah pesisir sebagai unit analisis sehingga memungkinkan perbandingan karakteristik permukiman serta kondisi sosial ekonomi antar lokasi penelitian.

Teknik Pengumpulan Data

Pada penilitian ini untuk medapatkan data primer dilakukannya : 1. Observasi lapangan. 2. Wawancara kuesioner kepada narasumber. 3. Dokumentasi lapangan. Serta pelengkapan data sekunder dengan cara permintaan data di dinas terkait dan studi pustaka baik berupa jurnal maupun buku.

Tabel 2 Jenis Dan Kebutuhan Data

No.	Data	Jenis Data	Sumber Data
1.	Kondisi fisik garis Pantai	Data Primer	Observasi lapangan
2.	Citra Satelit Landsat 7 dan 8	Data Sekunder	USGS.gov
3.	Kondisi Sosial demografi	Data Primer/Sekunder	• BPS • Profil Kecamatan dan Kelurahan
4.	Kondisi Sosial Ekonomi	Data Sekunder/Primer	• BPS • Observasi Lapangan (Wawancara) • Dokumentasi
5.	Kondisi luas permukiman	Data Sekunder/Primer	• RTRW • USGS.gov • Observasi Lapangan

Sumber: Penulis, 2026

Teknik Dan Tahapan Analisis Data

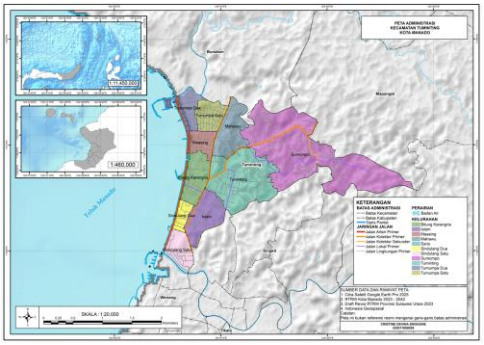
Penelitian ini menggunakan metode campuran (*mixed methods*) melalui analisis spasial SIG dan statistik kuantitatif. Perubahan garis pantai dianalisis menggunakan ekstensi *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) dengan metode *Net Shoreline Movement* NSM dan *End Point Rate* EPR, lalu di-*overlay* dengan data luas permukiman pesisir pada periode

tahun tertentu. Hasil pengolahan spasial kemudian diintegrasikan dengan hasil kuesioner masyarakat melalui *Path Analysis* (Analisis Jalur) menggunakan SPSS 25.0 untuk mengukur hubungan serta pengaruh langsung maupun tidak langsung dari dinamika fisik pantai yaitu abrasi, akresi serta luas permukiman pesisir terhadap kondisi sosial-ekonomi setempat.

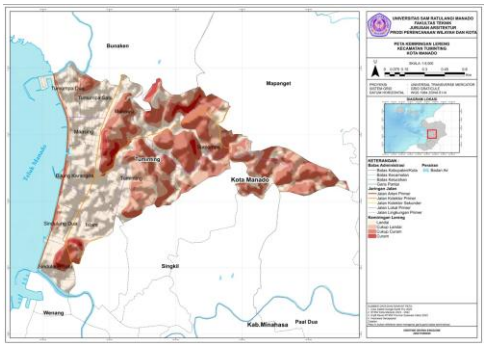
HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Wilayah

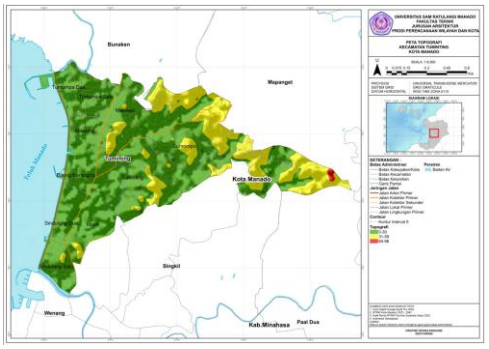
Wilayah studi difokuskan pada kawasan pesisir Kecamatan Tuminting, Kota Manado, Sulawesi Utara, yang mencakup 5 kelurahan pesisir, yaitu Sindulang Satu, Sindulang Dua, Bitung Karangria, Maasing, dan Tumumpa Dua. Pesisir Kecamatan Tuminting memiliki luas daratan wilayah studi sebesar 1,26 Km^2 dengan panjang garis pantai total mencapai 5,67 Km yang berbatasan langsung dengan Teluk Manado di sebelah barat.



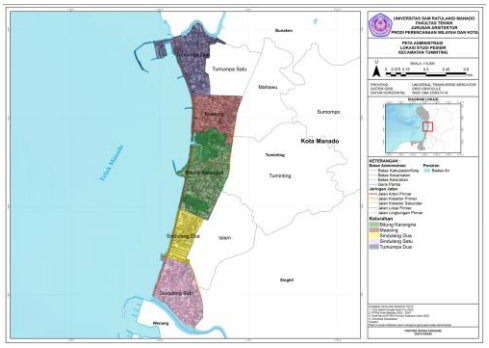
Gambar 6 Peta Administrasi Kecamatan Tuminting
Sumber: Penulis, 2026



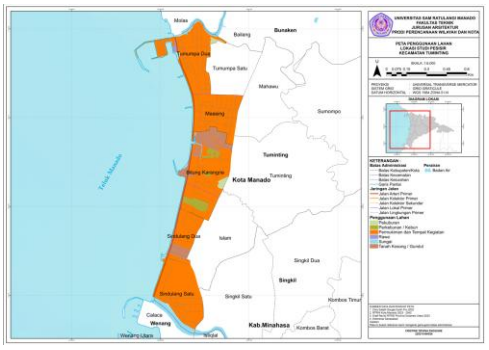
Gambar 7 Peta Kemiringan Lereng Kecamatan Kecamatan Tuminting
Sumber: Penulis, 2026



Gambar 8 Peta Topografi Kecamatan Kecamatan Tuminting
Sumber: Penulis, 2026



Gambar 9 Peta Administrasi Lokasi Studi
Sumber: Penulis, 2026



Gambar 10 Peta Penggunaan Lahan Lokasi Studi
Sumber: Penulis, 2026

Kondisi Demografi dan Sosial-Ekonomi

Total penduduk di 5 kelurahan pesisir ini mencapai 22.092 jiwa, dengan Kelurahan Sindulang Satu sebagai wilayah berpenduduk terbanyak dan terpadat.

Tabel 3 kependudukan Deleniasi Wilayah Pesisir

No.	Kelurahan	Laki-Laki (jiwa)	Perempuan (jiwa)	Jumlah (jiwa)	Rasio Jenis Kelamin	Kepadatan Penduduk (per Km^2)
1.	Sindulang Satu	4.151	3.986	8.137	104,14	29.061
2.	Sindulang Dua	983	968	1.951	101,55	13.936
3.	Bitung KarangRia	1.477	1.510	2.987	97,81	8.073
4.	Maasing	2.687	2.574	5.252	104,39	23.873
5.	Tumumpa Dua	1.934	1.831	3.765	105,63	15.060
Total		**11.232**	**10.869**	**22.092**	**103,34**	**17.533**

Sumber: Badan Pusat Statistik dan Kantor Kelurahan Kecamatan Tuminting, 2025

Struktur mata pencaharian masyarakat didominasi oleh **sektor swasta (68%) dan perdagangan (20%)**, namun **sektor nelayan (6%)** tetap memegang peranan krusial dan tradisional, khususnya di Kelurahan Tumumpa Dua yang mencatat jumlah nelayan terbesar.

Tabel 4 Mata Pencaharian Masyarakat

No.	Kelurahan	Tani	Nelayan	Pedagang	PNS	TNI/Polri	Swasta
1.	Sindulang Satu	0	123	683	104	34	1.404
2.	Sindulang Dua	2	25	69	47	10	160
3.	Bitung KarangRia	0	73	73	122	24	2.323
4.	Maasing	31	74	1.379	135	32	1.197
5.	Tumumpa Dua	21	438	91	68	18	2. 801
Total		**64**	**731**	**2.295**	**476**	**118**	**7.885**

Sumber: Badan Pusat Statistik dan Kantor Kelurahan Kecamatan Tuminting, 2025

Dari aspek pendidikan, mayoritas masyarakat pesisir di wilayah ini tercatat tidak/belum sekolah (45%) atau hanya menamatkan pendidikan tingkat dasar dan menengah pertama (SMP 26% dan SD 17%).

Tabel 5 Tingkat Pendidikan Masyarakat

No	KELURAHAN	TK	SD	SMP	SMA	PT	Tidak Sekolah
1.	Sindulang Satu	84	504	278	190	83	757
2.	Sindulang Dua	14	61	37	23	10	303
3.	Bitung Karangria	24	82	37	127	30	506
4.	Maasing	31	74	1.379	135	32	969
5.	Tumumpa Dua	21	438	91	68	18	604
Total		**174**	**1159**	**1822**	**543**	**173**	**3139**

Sumber: Badan Pusat Statistik dan Kantor Kelurahan Kecamatan Tuminting, 2025

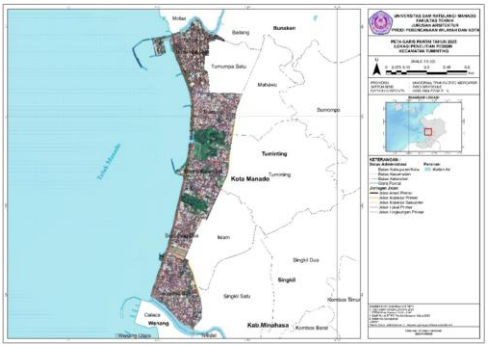
Karakteristik Garis Pantai

Garis pantai di wilayah ini terdiri dari perpaduan unsur alami dan buatan. Garis pantai buatan didominasi oleh infrastruktur pelindung seperti *breakwater* dan *seawall*/batu (terutama di Kelurahan Tumumpa Dua yang memiliki pelindung pantai terpanjang). Sementara garis pantai alami didominasi oleh pantai berjenis pasir serta campuran pasir dan kerikil (seperti di Sindulang Satu dan Sindulang Dua).

Tabel 6 Jenis Garis Pantai Tahun 2025

KELURAHAN	KETERANGAN	JENIS	PANJANG (Km)	PRESENTASE
Sindulang Satu	Garis Pantai Buatan	Breakwater	0,09	2%
Sindulang Satu	Garis Pantai Buatan	Pasir	0,41	7%
Sindulang Dua	Garis Pantai Buatan	Breakwater	0,17	3%
Sindulang Dua	Garis Pantai Alamai	Pasir dan Kerikil	0,42	7%
Maasing	Garis Pantai Buatan	Breakwater	0,17	3%
		Seawall/Batu	0,37	6%
Bitung Karangria	Garis Pantai Buatan	Breakwater	0,59	10%
		Seawall	0,36	6%
Bitung Karangria	Garis Pantai Alami	Pasir	0,19	3%
		Pasir dan Kerikil	0,26	5%
Tumumpa Dua	Garis Pantai Buatan	Breakwater	1,18	21%
Tumumpa Dua		Seawall/Batu	1,46	26%
TOTAL			**5,67**	**100%**

Sumber: Perhitungan ArcGis Tahun 2026



Gambar 11 Peta Administrasi Lokasi Studi
Sumber: RTRW Kota Manado 2023-2042, Pengolahan ArcGis, 2026

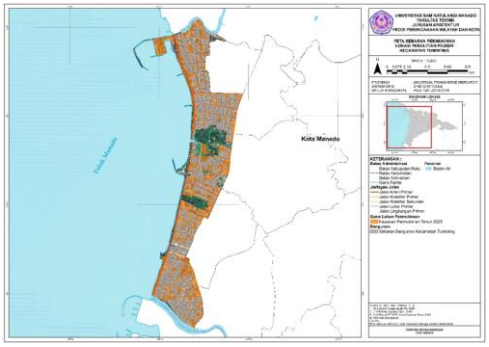
Karakteristik Kawasan Permukiman

Karakteristik Permukiman pesisir Kecamatan Tuminting berpola memanjang (*linear*) mengikuti pantai dan jalan utama. Hingga tahun 2025, luas hunian mencapai 0,90 Km^2 (3.422 unit), dengan bangunan terbanyak di Kelurahan Sindulang Satu (1.088 unit). Dinamika luasan ini dipengaruhi perubahan pantai; akresi memicu perluasan dan kepadatan bangunan, sementara abrasi menyebabkan penyusutan lahan serta risiko kerusakan rumah warga.

Tabel 7 Karakteristik Kawasan Permukiman

No	Kelurahan	Luas Permukiman (Km2)	Jumlah Bangunan (Unit)
1.	Sindulang Satu	0,21	1088
2.	Sindulang Dua	0,09	328
3.	Bitung Karangria	0,20	561
4.	Maasing	0,19	752
5.	Tumumpa Dua	0,20	693
Total		0,90	3.422

Sumber: Perhitungan ArcGis Tahun 2026



Gambar 12 Peta Administrasi Lokasi Studi
Sumber: RTRW Kota Manado 2023-2042, Pengolahan ArcGis, 2026

Analisis Perubahan Garis Pantai Dan Luasan Permukiman

Analisis menggunakan metode *overlay* dan perangkat *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) di pesisir Kecamatan Tuminting periode 2003–2025 menunjukkan dominasi fenomena akresi. Dinamika fisik pantai ini berdampak langsung pada ruang hunian, proses akresi memicu ekspansi perluasan permukiman baru, sedangkan abrasi menimbulkan risiko penyusutan lahan tempat tinggal masyarakat.

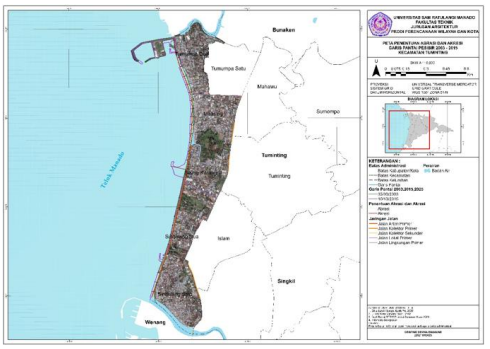
Perubahan Garis Pantai dan Luasan Permukiman Tahun 2003-2015

Dinamika pesisir didominasi oleh akresi, dengan laju tertinggi di Kelurahan Bitung Karangria (EPR: 12,28 m/tahun; NSM: 153,93 m), sedangkan abrasi tertinggi di Kelurahan Tumumpa Dua (EPR: -0,78 m/tahun; NSM: -9,76 m).

Tabel 8 Hasil Analisis Perubahan Garis Pantai Tahun 2003 – 2015

Tahun 2003-2015						
No	Kelurahan	Abrasi (NSM/m)	Akresi (NSM/m)	Laju Perubahan Abrasi (EPR/m)	Laju Perubahan Akresi (EPR/m)	Dominasi Perubahan
1.	Sindulang Satu	-	28.23	-	2.25	Akresi
2.	Sindulang Dua	-3.61	-	-0.29	-	Abrasi
3.	Bitung Karangria	-3.99	**153.93**	-0.32	**12.28**	Akresi
4.	Maasing	-	34.61	-	2.76	Akresi
5.	Tumumpa Dua	**-9.76**	38.04	**-0.78**	3.03	Akresi
Total		**-17.36**	**254.81**	**-1.39**	**20,32**	

Sumber: Analisis Penulis, 2026



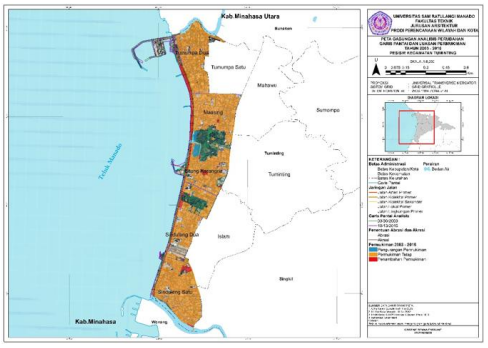
Gambar 13 Peta Klasifikasi Perubahan Garis Pantai Tahun 2003-2015
Sumber: RTRW Kota Manado 2023-2042, Citra Satelit Landsat 7,8 Tahun 2003-2015, Analisis Penulis Tahun 2026

Fenomena ini berimplikasi pada penambahan luas permukiman sebesar 0,04 Km^2, pengurangan 0,01 Km^2, dan area tetap 0,80 Km^2.

Tabel 9 Hasil Analisis Perubahan Garis Pantai dan Luasan Permukiman Tahun 2003 – 2015

No	Kelurahan	Klasifikasi Permukiman		
		Penambahan	Pengurangan	Tetap
1.	Sindulang Satu	0,0340	0,0006	0,2069
2.	Sindulang Dua	0,0136	0,0017	0,0782
3.	Bitung Karangria	0,0534	0,0185	0,1687
4.	Maasing	0,0216	0,0001	0,1664
5.	Tumumpa Dua	0,0528	0,0003	0,1736
Total		**0,0428**	**0,0132**	**0,8017**

Sumber: Analisis Penulis dan Pengolahan ArcGis, 2026



Gambar 14 Peta Gabungan Analisis Perubahan Garis Pantai Dan Luas Permukiman Tahun 2003-2015
Sumber: RTRW Kota Manado 2023-2042, Citra Satelit Landsat 7,8 Tahun 2003-2015, Analisis Penulis Tahun 2026

Perubahan Garis Pantai dan Luasan Permukiman Tahun 2003-2025

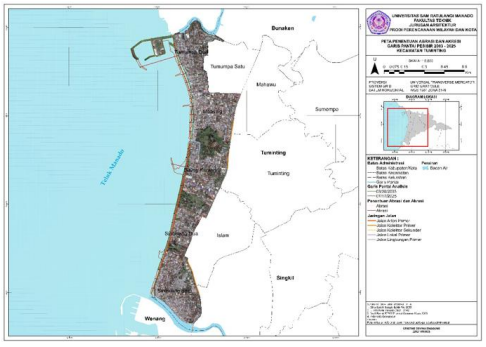
Selama 22 tahun, kawasan pesisir secara akumulatif sangat didominasi akresi, terutama di Kelurahan Tumumpa Dua (EPR: 18,57 m/tahun; NSM: 414,12 m), sedangkan abrasi kumulatif terbesar

melanda Kelurahan Bitung Karangria (EPR: -1,17 m/tahun; NSM: -26,15 m).

Tabel 9 Hasil Analisis Perubahan Garis Pantai Tahun 2003 – 2025

Tahun 2003-2025						
No	Kelurahan	Abrasi (NSM/m)	Akresi (NSM/m)	Laju Perubahan Abrasi (EPR/m)	Laju Perubahan Akresi (EPR/m)	Dominasi Perubahan
1.	Sindulang Satu	-2.65	32.73	-0.12	1.47	Akresi
2.	Sindulang Dua	-5.66	2.14	-0.25	0.1	Abrasi
3.	Bitung Karangria	**-26.15**	139.04	**-1.17**	6.24	Akresi
4.	Maasing	-	33.04	-	1.48	Akresi
5.	Tumumpa Dua	-7.97	**414.12**	-0.36	**18.57**	Akresi
Total		**-42,43**	**621,07**	**-1,90**	**27,86**	

Sumber: Analisis Penulis, 2026



Gambar 13 Peta Klasifikasi Perubahan Garis Pantai Tahun 2003-2015

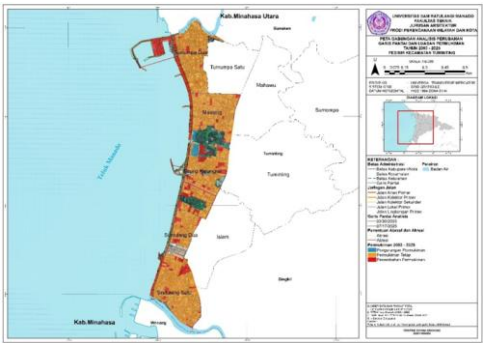
Sumber: RTRW Kota Manado 2023-2042, Citra Satelit Landsat 7,8 Tahun 2003-2025, Analisis Penulis Tahun 2026

Secara total, dampak kumulatif ini menghasilkan ekspansi permukiman sebesar 0,17 Km^2, pengurangan akibat abrasi sebesar 0,02 Km^2, dan area hunian tetap sebesar 0,79 Km^2.

Tabel 10 Hasil Analisis Perubahan Garis Pantai dan Luasan Permukiman Tahun 2003 – 2025

No	Kelurahan	Klasifikasi Permukiman		
		Penambahan	Pengurangan	Tetap
1.	Sindulang Satu	0,0340	0,0006	0,2069
2.	Sindulang Dua	0,0136	0,0017	0,0782
3.	Bitung Karangria	0,0534	0,0185	0,1687
4.	Maasing	0,0216	0,0001	0,1664
5.	Tumumpa Dua	0,0528	0,0003	0,1736
Total		**0,1754**	**0,0212**	**0,7938**

Sumber: Analisis Penulis, 2026



Gambar 13 Peta Klasifikasi Perubahan Garis Pantai Tahun 2003-2025

Sumber: RTRW Kota Manado 2023-2042, Citra Satelit Landsat 7,8 Tahun 2003-2025, Analisis Penulis Tahun 2026

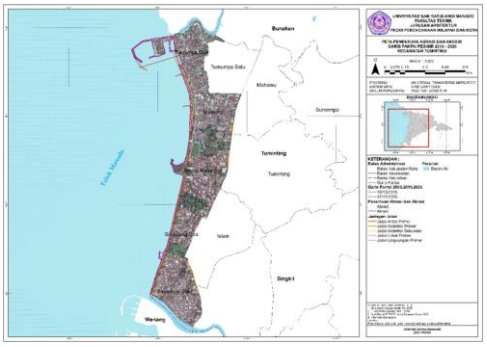
Perubahan Garis Pantai dan Luasan Permukiman Tahun 2015-2025

Pesisir tetap didominasi akresi dengan lonjakan ekstrem di Kelurahan Tumumpa Dua (EPR: 43,39 m/tahun; NSM: 423,40 m), sementara Kelurahan Bitung Karangria berbalik mengalami abrasi tertinggi (EPR: -4,86 m/tahun; NSM: -47,38 m).

Tabel 11 Hasil Analisis Perubahan Garis Pantai Tahun 2015 – 2025

Tahun 2015-2025						
No	Kelurahan	Abrasi (NSM/m)	Akresi (NSM/m)	Laju Perubahan Abrasi (EPR/m)	Laju Perubahan Akresi (EPR/m)	Dominasi Perubahan
1.	Sindulang Satu	-5.14	-	-0.53	-	Abrasi
2.	Sindulang Dua	-3.62	5.81	-0.37	0.60	Akresi
3.	Bitung Karangria	**-47.38**	-	**-4.86**	-	Abrasi
4.	Maasing	-2.06	-	-0.21	-	Abrasi
5.	Tumumpa Dua	-2.05	**423.40**	-0.21	**43.39**	Akresi
Total		**-60,25**	**429,21**	**-6,18**	**43,99**	

Sumber: Analisis Penulis, 2026



Gambar 14 Peta Klasifikasi Perubahan Garis Pantai Tahun 2015-2025

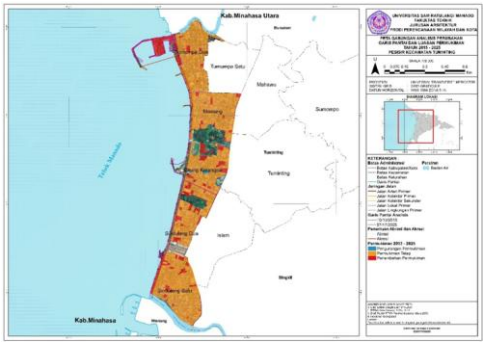
Sumber: RTRW Kota Manado 2023-2042, Citra Satelit Landsat 7,8 Tahun 2015-2025, Analisis Penulis Tahun 2026

Hal ini mendorong penambahan fisik permukiman sebesar 0,14 Km^2, dengan pengurangan 0,01 Km^2 dan area tetap 0,82 Km^2.

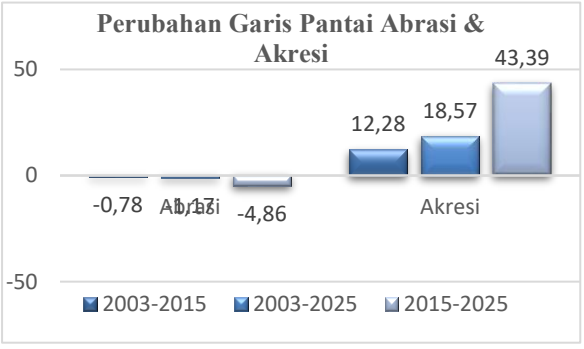
Tabel 12 Hasil Analisis Perubahan Garis Pantai dan Luasan Permukiman Tahun 2015 – 2025

No	Kelurahan	Klasifikasi Permukiman		
		Penambahan	Pengurangan	Tetap
1.	Sindulang Satu	0,0271	0,0006	0,2138
2.	Sindulang Dua	0,0134	0,0017	0,0784
3.	Bitung Karangria	0,0460	0,0106	0,1761
4.	Maasing	0,0118	0,0025	0,1761
5.	Tumumpa Dua	0,0423	0,0004	0,1842
Total		**0,1405**	**0,0159**	**0,8287**

Sumber: Analisis Penulis, 2026



Gambar 13 Peta Klasifikasi Perubahan Garis Pantai Tahun 2015-2025
Sumber: RTRW Kota Manado 2023-2042, Citra Satelit Landsat 7,8 Tahun 2015-2025, Analisis Penulis Tahun 2026



Gambar 14 Diagram Perubahan Garis Pantai (Abrasi & Akresi)
Sumber: Analisis Penulis, 2026

Analisis Interpolasi

Analisis interpolasi kuadratis digunakan untuk memprediksi dan melengkapi nilai data tahunan yang hilang (data antara) dari rentang tahun 2003 hingga 2025 agar analisis tren spasial-temporal dapat dilakukan secara akurat. Hasil interpolasi menunjukkan perubahan yang tidak stabil dan fluktuatif di pesisir Kecamatan Tuminting:

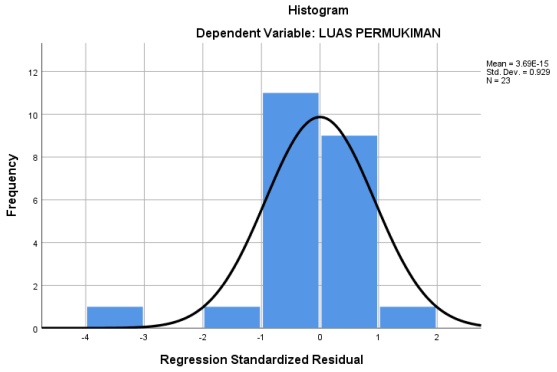
- **Abrasi (X1):** Terjadi peningkatan pengikisan pantai secara negatif yang konsisten, di mana nilai abrasi terus membesar dari -13,08mr pada tahun 2003 menjadi -26,15m pada tahun 2025.
- **Akresi (X2):** Mengalami peningkatan daratan akibat sedimentasi yang sangat signifikan, melonjak dari 207,06m pada tahun 2003 hingga mencapai 414,12m pada tahun 2025.
- **Luas Permukiman (Y):** Selaras dengan pertumbuhan akresi, luasan kawasan hunian menunjukkan tren ekspansi yang masif, meningkat dari 0,81 Km^2 (2003) hingga mencapai puncaknya sebesar 0,90 Km^2 pada tahun 2025.

Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik dilakukan sebelum analisis regresi linier berganda untuk memastikan data layak, tidak bias, dan konsisten. Pengujian ini meliputi empat tahapan, yaitu uji normalitas, multikolinieritas, heteroskedastisitas, dan autokorelasi.

Uji Normalisasi (Grafik Histogram)

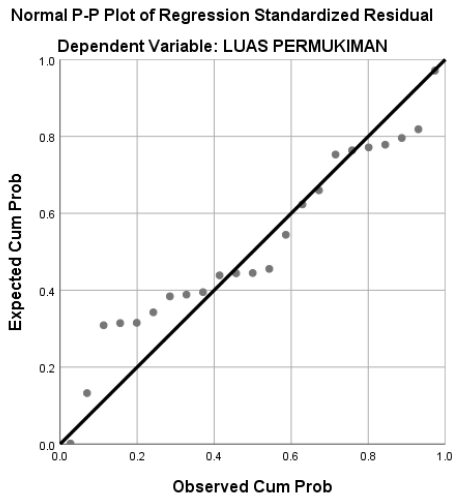
Grafik histogram menunjukkan data residual regresi berdistribusi normal karena polanya simetris menyerupai lonceng (*bell-shaped*) dan berpusat di sekitar nilai nol. Konsentrasi residual yang berkumpul di tengah tanpa adanya penyimpangan ekstrem membuktikan bahwa model regresi ini memenuhi asumsi normalitas dan layak digunakan untuk analisis tahap selanjutnya.



Gambar 15 Hasil Uji Normalisasi Garafik Histogram
Sumber: Analisis Penulis, 2026

Uji Normalisasi (Normal P-P Plot)

Grafik Normal P-P Plot menunjukkan data residual berdistribusi normal karena titik-titik data menyebar merapat dan mengikuti arah garis diagonal. Tidak adanya penyimpangan ekstrem dari garis diagonal tersebut membuktikan bahwa model regresi telah memenuhi asumsi normalitas dan layak digunakan untuk analisis selanjutnya.



Gambar 16 Hasil Uji Normalisasi P-P Plot
Sumber: Analisis Penulis, 2026

Uji Multikolinieritas

Hasil uji multikolinieritas menunjukkan model regresi bebas dari gejala korelasi antarvariabel independen karena seluruh variabel memiliki nilai *Tolerance* > 0,10 dan VIF < 10 (Akresi dan abrasi: Tol 0,408/VIF 2,450, Sosial: Tol 0,851/VIF 1,175, Ekonomi: Tol 0,377/VIF 2,650). Dengan demikian, data dinyatakan tidak bias dan layak digunakan untuk analisis selanjutnya.

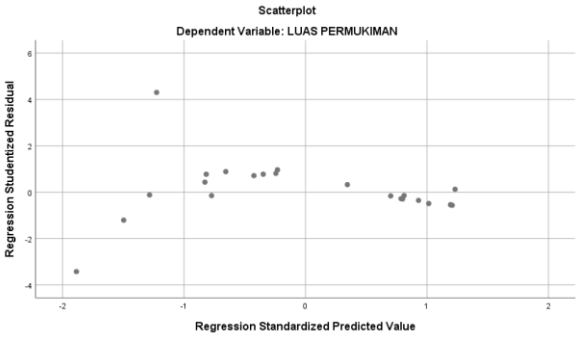
Tabel 12 *Hasil Uji Multikolinieritas*

Coefficients[a]								
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	0.365	0.183		1.991	0.061		
	AKRESI & ABRASI	5.592E-5	0.000	0.026	0.125	0.902	0.408	2.450
	SOSIAL (Tingkat Pendidikan, Organisasi Peisir)	0.008	0.029	0.041	0.288	0.776	0.851	1.175
	EKONOMI (Pekerjaan, Pendapatan, Pengeluaran)	0.085	0.023	0.811	3.762	0.001	0.377	2.650
a. Dependent Variable: LUAS PERMUKIMAN								

Sumber: Analisis Penulis, 2026

Uji Heterokedastisitas

Grafik *Scatterplot* menunjukkan model regresi bebas dari gejala heteroskedastisitas karena titik-titik residual tersebar secara acak di atas dan di bawah angka 0 tanpa membentuk pola tertentu. Hal ini membuktikan varians residual bersifat konstan (*homoskedastisitas*), sehingga data layak digunakan untuk analisis selanjutnya.



Gambar 18 Hasil Uji Heterokedastisitas
Sumber: Analisis Penulis, 2026

Uji Autokorelasi

Hasil uji autokorelasi menggunakan metode *Durbin-Watson* (DW) menunjukkan bahwa model regresi bebas dari gejala autokorelasi atau korelasi antar-residual. Hal ini dibuktikan oleh nilai DW hitung sebesar 1,940, yang berada di dalam rentang aman $dU < dW < 4 - dU$ (yaitu $1,650 < 1,940 < 2,350$). Dengan demikian, data residual bersifat independen dan model regresi sangat layak untuk digunakan dalam analisis lebih lanjut.

Tabel 13 Hasil Uji Heterokedastisitas

Runs Test	
	Unstandardized Residual
Test Value[a]	-.00867
Cases < Test Value	11
Cases >= Test Value	12
Total Cases	23
Number of Runs	9
Z	-1.274
Asymp. Sig. (2-tailed)	.203
a. Median	

Sumber: Analisis Penulis, 2026

Path Analysis (Analisis Jalur)

Tahapan selanjutnya adalah analisis jalur (*path analysis*) untuk menguji hubungan langsung dan tidak langsung antarvariabel: abrasi (X1), akresi (X2), luas permukiman (Y), serta kondisi sosial (Z1) dan ekonomi (Z2). Melalui analisis korelasi dan regresi, pendekatan ini bertujuan mengukur kekuatan hubungan, besarnya pengaruh dalam model, sekaligus menjelaskan peran luas permukiman sebagai variabel

intervening.

Analisis Korelasi Garis Pantai Terhadap Permukiman Serta Kondisi Sosial Ekonomi

Hasil analisis korelasi menunjukkan abrasi berhubungan negatif kuat (r= -0,639) dan akresi berhubungan positif kuat (r =0,638) dengan luas permukiman, membuktikan pengaruh langsung perubahan garis pantai terhadap dinamika spasial hunian. Selanjutnya, luas permukiman memiliki hubungan positif sangat kuat dengan kondisi ekonomi (r =0,815). Karena abrasi dan akresi juga berkorelasi kuat dengan kondisi ekonomi (r = -0,769 hingga 0,769), perubahan fisik pantai ini terbukti memengaruhi perekonomian masyarakat baik secara langsung maupun tidak langsung melalui luas permukiman sebagai variabel *intervening*, sementara kondisi sosial tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan variable lainnya

Tabel 14 Tabel Analisis Korelasi Garis Pantai Terhadap Permukiman dan Kondisi Sosial Ekonomi

Correlations

		ABRASI	AKRESI	Luas Permukiman	SOSIAL	EKONOMI
ABRASI	Pearson Correlation	1	**-1.000****	**-0.639****	**0.282**	**-0.769****
	Sig. (2-tailed)		0.000	0.001	0.193	0.000
	N	23	23	23	23	23
AKRESI	Pearson Correlation	**-1.000****	1	**0.638****	**-0.281**	**0.769****
	Sig. (2-tailed)	0.000		0.001	0.193	0.000
	N	23	23	23	23	23
LUAS PERMUKIMAN	Pearson Correlation	**-0.639****	**0.638****	1	**-0.279**	**0.815****
	Sig. (2-tailed)	0.001	0.001		0.198	0.000
	N	23	23	23	23	23
SOSIAL	Pearson Correlation	**0.282**	**-0.281**	**-0.279**	1	**-0.386**
	Sig. (2-tailed)	0.193	0.193	0.198		0.069
	N	23	23	23	23	23
EKONOMI	Pearson Correlation	**-0.769****	**0.769****	**0.815****	**-0.386**	1
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	0.069	
	N	23	23	23	23	23

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Sumber: Analisis Penulis, 2026

Analisis Regresi Garis Pantai Terhadap Permukiman Serta Kondisi Ekonomi

Analisis regresi menggunakan SPSS 25.0 dilakukan untuk menguji pengaruh parsial dan simultan dari variabel abrasi, akresi, dan luas permukiman terhadap kondisi ekonomi masyarakat selaku variabel dependen. Hasil analisis adalah sebagai berikut.

Pengaruh Abrasi (X1), dan Akresi (X2), Terhadap Luas Permukiman (Y)

Persamaan regresi menunjukkan konstanta sebesar 0,289, yang berarti luas permukiman diprediksi bernilai 0,289 jika abrasi dan akresi bernilai nol. Setiap peningkatan satu satuan abrasi akan menurunkan luas permukiman sebesar 0,639 satuan (asumsi akresi tetap), sedangkan setiap peningkatan satu satuan akresi akan meningkatkan luas permukiman sebesar 0,638 satuan (asumsi abrasi tetap).

Tabel 14 Tabel Analisis Regresi Pengaruh X1, X2, Y

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	**0.289**	**0.133**		-3.235	0.042
	ABRASI (X1)	-0.002	0.006	**-0.639**	-3.804	0.001
	AKRESI (X2)	0.001	0.000	**0.638**	3.800	0.001

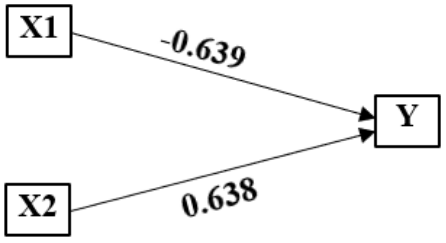
a. Dependent Variable: Luas Permukiman (Y)

Sumber: Analisis Penulis, 2026

$Y = b0+b_1X_2+b_2X_2+e$ → $Y = 0.289+-0.639+0.638+0.133$

Keterangan:

- Y = Luas Permukiman
- X1 = Abrasi
- X2 = Akresi
- e = Standar Eror



Gambar 19 Struktur Variabel Hasil Analisis Regresi antara X1, X2, dan Y
Sumber: Analisis Penulis, 2026

Pengaruh Abrasi (X1), dan Luas Permukiman (Y), Terhadap Kondisi Ekonomi (Z2)

Persamaan regresi menunjukkan konstanta sebesar -2,916, berarti kondisi ekonomi bernilai -2,916 jika abrasi dan luas permukiman bernilai nol. Setiap peningkatan satu satuan abrasi akan menurunkan kondisi ekonomi sebesar 0,420 satuan (asumsi luas permukiman tetap), sedangkan setiap peningkatan satu satuan luas permukiman akan meningkatkan kondisi ekonomi sebesar 0,547 satuan (asumsi abrasi tetap).

Tabel 15 Tabel Analisis Regresi Pengaruh X1, Y, Z2

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-2.916	0.897		-3.251	0.004
	ABRASI (X1)	-0.136	0.045	-0.420	3.007	0.007
	LUAS PERMUKIMAN (Y)	5.201	1.327	0.547	3.919	0.001

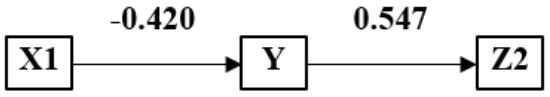
a. Dependent Variable: EKONOMI (Z2)

Sumber: Analisis Penulis, 2026

$Z_2 = b0+b_1X_1+b_2Y+e$ → $Z_2 = -2.916+-0.420+0.547+0.897$

Keterangan:

- Y = Luas Permukiman
- X1 = Abrasi
- Z2 = Kondisi Ekonomi
- e = Standar Eror



Gambar 19 Struktur Variabel Hasil Analisis Regresi antara X1, Y, dan Z2
Sumber: Analisis Penulis, 2026

Pengaruh Akresi (X2), dan Luas Permukiman (Y), Terhadap Kondisi Ekonomi (Z2)

Persamaan regresi menunjukkan konstanta sebesar -2,916, berarti kondisi ekonomi bernilai -2,916 jika akresi dan luas permukiman bernilai nol. Setiap peningkatan satu satuan akresi akan menurunkan kondisi ekonomi sebesar 0,420 satuan (asumsi luas permukiman tetap), sedangkan setiap peningkatan satu satuan luas permukiman akan meningkatkan kondisi ekonomi sebesar 0,547 satuan (asumsi akresi tetap).

Tabel 16 Tabel Analisis Regresi Pengaruh X2, Y, Z2

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-2.916	0.897		-3.251	0.004
	AKRESI (X2)	0.009	0.003	0.420	3.008	0.007
	LUAS PERMUKIMAN (Y)	5.203	1.327	0.547	3.922	0.001

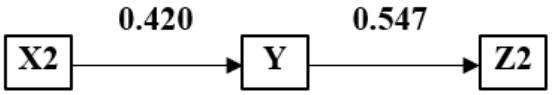
a. Dependent Variable: EKONOMI (Z2)

Sumber: Analisis Penulis, 2026

$Z2 = b0+b_1X2+b_2Y+e$ → $Z2 = -1.438+0.421+0.545+0.445$

Keterangan:

- Y = Luas Permukiman
- X2 = Abrasi
- Z2 = Kondisi Ekonomi
- e = Standar Eror



Gambar 20 Struktur Variabel Hasil Analisis Regresi antara X2, Y, dan Z2
Sumber: Analisis Penulis, 2026

Pengaruh Akresi dan Akresi (X), dan Luas Permukiman (Y), Terhadap Kondisi Ekonomi (Z2)

Persamaan regresi menunjukkan konstanta sebesar -2,594, yang berarti kondisi ekonomi bernilai -2,594 jika abrasi, akresi, dan luas permukiman bernilai nol. Setiap kenaikan satu satuan abrasi dan akresi akan meningkatkan kondisi ekonomi sebesar 0,395 satuan (asumsi luas permukiman tetap), sedangkan setiap kenaikan satu satuan luas permukiman akan meningkatkan kondisi ekonomi sebesar 0,561 satuan (asumsi tingkat akresi tetap).

Tabel 17 Tabel Analisis Regresi Pengaruh X, Y, Z2

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-2.594	0.889		-2.919	0.008
	ABRASI & AKRESI (X)	0.016	0.006	0.395	2.730	0.013
	LUAS PERMUKIMAN (Y)	5.333	1.374	0.561	3.882	0.001

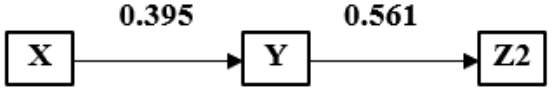
a. Dependent Variable: EKONOMI (Z2)

Sumber: Analisis Penulis, 2026

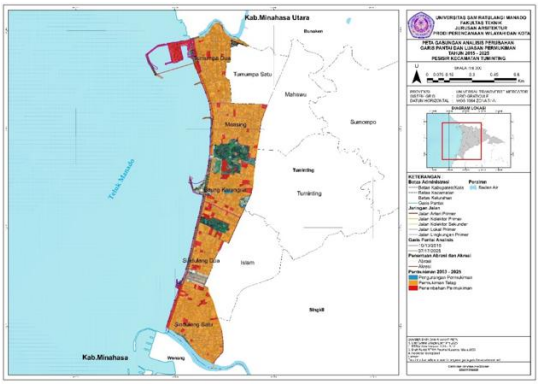
$Z2 = b0+b_1X+b_2Y+e$ → $Z2 = -2.594+0.395+0.561+0.889$

Keterangan:

- Y = Luas Permukiman
- X = Abrasi dan Akresi
- Z2 = Kondisi Ekonomi
- e = Standar Eror



Gambar 21 Struktur Variabel Hasil Analisis Regresi antara X, Y, dan Z2
Sumber: Analisis Penulis, 2026



Gambar 21 Peta Pengaruh Antar Variabel
Sumber: RTRW Kota Manado 2023-2042, Citra Satelit Landsat 7,8 Tahun 2003-2025, Analisis Penulis Tahun 2026

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Wilayah pesisir Kecamatan Tuminting didominasi oleh akresi yang menambah luas permukiman sebesar 0,17 Km^2, sementara abrasi mengurangi luasan hunian sebesar 0,02 Km^2. Secara statistik, abrasi (X1) dan akresi (X2) memiliki hubungan yang kuat dan signifikan terhadap luas permukiman (Y) dengan nilai r = 0,63.

Perubahan garis pantai dan luas permukiman berkorelasi kuat terhadap kondisi ekonomi (Z2), dengan kontribusi hubungan langsung abrasi/akresi sebesar 59,14% (r = 0,769) dan kontribusi luas permukiman sebesar 66,42% (r = 0,815). Sebaliknya, variabel kondisi sosial (Z1) tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan variabel mana pun.
Hasil regresi menunjukkan Z2= -2,954+0,395+0,561+0,889 model ini menyatakan abrasi/akresi (beta = 0,395; sig = 0,013) serta luas permukiman (beta = 0,561; sig = 0,001) berpengaruh positif dan signifikan terhadap kondisi ekonomi masyarakat. Variabel luas permukiman menjadi faktor penentu yang paling dominan dalam memengaruhi kondisi ekonomi di wilayah pesisir.

Saran

Pemerintah daerah perlu memperkuat pengelolaan pesisir melalui penataan ruang berbasis data spasial dengan mempertimbangkan kerentanan abrasi dan akresi, yang didukung oleh pengawasan ketat di kawasan sempadan serta langkah mitigasi seperti pembangunan pelindung pantai dan rehabilitasi mangrove. Selain itu, pemberdayaan masyarakat melalui edukasi lingkungan, pelatihan mitigasi, dan pengembangan usaha lokal sangat penting untuk meningkatkan ketahanan sosial ekonomi mereka. Terakhir, penelitian selanjutnya disarankan untuk menambah variabel sosial ekonomi lain—seperti tingkat pendidikan, kepadatan penduduk, dan mata pencaharian—serta mengkaji strategi adaptasi masyarakat guna merumuskan rekomendasi pengelolaan pesisir yang lebih komprehensif dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

Andre Momuat, Rieneke Sela, Ricky Lakat (2020). *Pengaruh Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat Terhadap Kualitas Permukiman di Kecamatan Tomohon Timur*. *SABUA, P-ISSN 2085-7020, Volume 9 No.2,2020.*

Basrowi, J, Siti. *Analisis Kondisi Sosial Ekonomi Dan Tingkat Pendidikan Masyarakat Desa Srigading, Kecamatan Labuhan Miringgai, Kabupaten Lampung Timur*. Jurnal Ekonomi & Pendidikan, Vol VII (April,2010), Hal. 60-64.).

Diaz Satya Haikal. (2023). *Permukiman Berkelanjutan*

Dimaya, N. S., & Wijayanti, P. (2025). *Dampak Abrasi Terhadap Lingkungan Fisik, Sosial – Ekonomi di Pesisir Kecamatan Patebon Kabupaten Kendal*. *GEADIDAKTIKA, 5*(1).

Doni Rinaldi, Aji Ali Akbar, Jumiati (2023). *Dampak Abrasi Terhadap Kondisi Sosial-Ekonomi Pedagang Di Pantai Kecamatan Paloh Kabupaten Sambas.* Vol. 9, No 1, Juni 2023, hal 98-111

Imam Heryanto, Totok Triwibowa. 2018.*Tata Cara Penghitungan Batas Sempadan Pantai*. *Path Analysis* Menggunakan *SPSS* Dan *Excel.* Informatika Bandung.

I Nyoman Mahayana, Sangkertadi, & Hendriek H. Karongkong (2025). *Dampak Perubahan Garis Pantai Akibat Abrasi Terhadap Sosial Ekonomi Masyarakat Kecamatan Bolaang Uki Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan. Jurnal SPASIAL Vol. 12. No. 01, 2025*

Istiqomah, F., Sasmito, B. dan Amarrohman, F. J. 2016. *Pemantauan Perubahan Garis Pantai Menggunakan Aplikasi Digital Shoreline Anaysis System (DSAS) Studi Kasus : Pesisir Kabupaten Demak*. Jurnal Geodesi Undip,

Kurniasih, S. (2023). Rembang, K. K. 2023. *Kondisi Sosial Ekonomi Ditinjau Dari Pemberdayaan Masyarakat, Mitigasi Bencana, Dan Dampak Abrasi Di Desa Kragan Kecamatan*

Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia No.21 tahun 2018 tentang laju perubahan garis pantai

Ramadhan, M. I. (2013). *Panduan Pencegahan Bencana Abrasi Pantai. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.*

Ricky M. S. Lakat (2021). *Metode Analisis Perencanaan 2.* Unsrat Press. Manado

RTRW Kota Manado Tahun 2023-2042