

Shoreline Changed Analysis Due to the Sea Level Rise in Pariaman City West Sumatera Province

Nisrina Khairunnisa^{1*}, Mubarak¹, Musrifin Galib¹

¹Department of Marine Science, Faculty of Fisheries and Marine Universitas Riau
Corresponding Author: nisrinakhairunnisa92@gmail.com

Diterima/Received: 04 December 2021; Disetujui/Accepted: 04 January 2022

ABSTRACT

This study was conducted along the coastal line of Pariaman City from February to May 2021 which aims to determine and mapping the changes of the coastal line due to sea level rise. Survey method with direct field observation were applied and satellite imageries were also used to find out the shoreline change of coast under study. Results showed that since 2001 to 2020 the mean sea level rise in Pariaman City were 2.01 cm/year. Predictions of sea level rise that will occur in 2025 and 2030 in sequence is 17.036 cm and 27.068, in addition the wide of missing area from 2020 to 2025 with an accumulation is around 3.74 ha and in 2025 to 2030 covering an area of 4.70 ha. The result to the year of 2025 occure to shift considerable coastline with average change of -9.03 m with the rate of the shoreline changed an average of -1.81 m/year. In the year 2030, shoreline changed with average change of -29.13 m with the rate of the shoreline changed an average of -5.83 m/year.

Keywords: Sea Level Rise, Shoreline Changes, Abration, Pariaman City.

1. PENDAHULUAN

Negara kepulauan Indonesia merupakan deretan pulau-pulau yang kawasan pesisirnya sangat luas dengan panjang garis pantai mencapai 81.000 km. Wilayah pesisir merupakan wilayah yang rentan mengalami perubahan, salah satunya adalah kenaikan muka air laut yang diakibatkan oleh perubahan iklim. Kenaikan muka air laut adalah fenomena naiknya muka air laut akibat meningkatnya suhu bumi sehingga cairnya es dan gletser di kutub (Kisnarti *et al.*, 2012).

Kenaikan muka air laut yang terjadi di Indonesia dapat mengancam kehidupan masyarakat yang tinggal di wilayah pesisir. Salah satu indikasi dari meningkatnya muka air laut adalah garis pantai yang semakin bergeser ke arah daratan. Garis pantai salah satu fitur linear yang paling penting di permukaan bumi, bersifat dinamis (berubah-ubah), dan merupakan indikator untuk terjadinya erosi dan akresi pantai (Ghosh *dalam* Rifardi *et al.*, 2020).

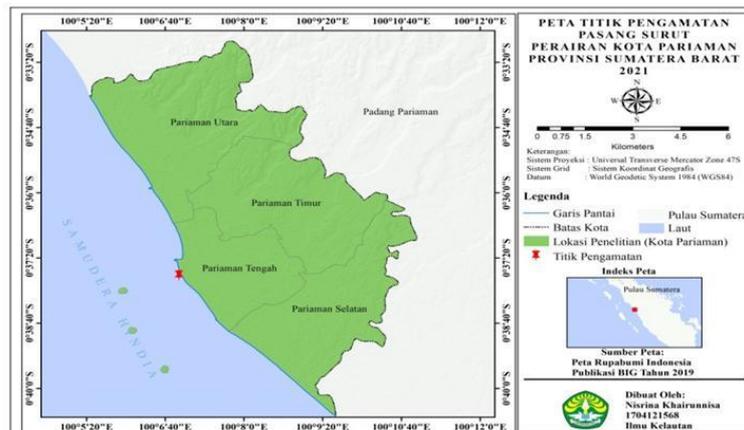
Wilayah pesisir Kota Pariaman merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang mmungkinkan terkena dampak perubahan garis pantai akibat adanya kenaikan muka air laut. Hal tersebut dikarenakan Kota Pariaman berhadapan langsung dengan Samudera Hindia. Gelombang Samudera Hindia yang kuat

mempengaruhi dinamika pantai Kota Pariaman sehingga proses abrasi dan erosi pantai sering terjadi di sepanjang pantai (Rafdi, 2016).

Adanya faktor alam seperti pasang air laut mengakibatkan Pantai Kota Pariaman mengalami degradasi lingkungan dari tahun ke tahun berupa mundurnya garis pantai. Selain itu, berdasarkan data *International Centre for Tropical Agriculture* (ICTA) Kota Pariaman berada pada 5 – 20 m dengan nilai kemiringan < 5° (BNPB, 2009). Hal tersebut menunjukkan bahwa wilayah pesisir Pariaman memiliki topografi pantai yang landai, elevasi rendah, dan penggunaan lahan yang kompleks sehingga rentan mengalami dampak kenaikan muka air laut, karena kawasan ini akan tergenang. Akibat dari genangan tersebut, menyebabkan mundur atau bergesernya garis pantai ke arah daratan.

Perubahan garis pantai akan berpengaruh pada kehidupan masyarakat karena secara perlahan akan memberikan dampak hilangnya lahan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian terkait perubahan garis pantai akibat kenaikan muka air laut yang dapat memberikan gambaran dan informasi mengenai perubahan garis pantai dan prediksi perubahan garis pantai di masa mendatang yang dapat digunakan untuk mengetahui tingkat kerusakan pesisir dan dapat digunakan sebagai informasi untuk melakukan mitigasi bencana.

Penelitian ini menggunakan metode *survey* yaitu secara langsung melakukan observasi di lapangan yang bertujuan mendapatkan data primer. Data primer adalah data yang didapat dari kegiatan pengamatan langsung di lapangan dan pengamatan dari sampel yang telah dianalisis di Laboratorium Oseanografi Kimia Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode survei. Metode survei yang dilakukan dengan pengumpulan data baik primer maupun sekunder dan dijelaskan secara kuantitatif yang digunakan untuk mendapat data yang terjadi di masa lampau ataupun saat ini yang digunakan untuk melihat hubungan antar variabel. Metode ini digunakan dengan data primer yang diambil langsung di lokasi penelitian. Penelitian ini juga menggunakan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang menghasilkan gambaran perubahan garis pantai yang terjadi akibat kenaikan muka air laut di Kota Pariaman dalam bentuk peta.

Prosedur Penelitian

Pengolahan Data

Pasang Surut

Data pasang surut primer dan data pasang surut sekunder dengan interval 1 jam diolah menggunakan metode admiralty sehingga didapatkan harmonik pasang surut meliputi amplitudo (A) dan harga kelambatan fase (g°). Berdasarkan konstanta harmonik dihasilkan didapatkan nilai elevasi muka air laut berupa *Mean Sea Level* (MSL), *Higher High Water Level* (HHWL), dan *Lower Low*

2. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan dari bulan Februari – Mei 2021 di Kawasan Pesisir Pantai Kota Pariaman (Gambar 1). Data yang diambil di lapangan berupa data pasang surut dan tata guna lahan. Analisis data dilakukan di Laboratorium Oseanografi Fisika Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau.

Water Level (LLWL). Tipe pasang surut Kota Pariaman didapatkan dengan menghitung nilai bilangan Formzahl dengan rumus:

$$F = \frac{A(K1)+A(O1)}{A(M2)+A(S2)}$$

Keterangan:

F = Bilangan Formzahl

A(K1) = Amplitudo Komponen K1

A(O1) = Amplitudo Komponen O1

A(M2) = Amplitudo Komponen M2

A(S2) = Amplitudo Komponen S2

Tipe pasang surut didapatkan dengan menganalisis nilai bilangan formzahl berdasarkan klasifikasi di bawah ini: $0.00 < F < 0.25$ (Pasang harian ganda beraturan), $0.25 < F < 1.50$ (Pasang campuran condong ke harian ganda), $1.50 < F < 3.00$ (Pasang campuran condong ke harian tunggal), $F > 3.00$ (Pasang harian tunggal beraturan)

Data sekunder selama 20 tahun diperoleh MSL bulanan yang ditampilkan dalam graik *time series* dan MSL tahunan sehingga akan terlihat perubahan kedudukan muka air laut dalam kurun waktu 20 tahun. Untuk menghitung nilai kenaikan muka air laut dilakukan menggunakan persamaan menurut Kresteva *et al.* (2014) dengan rumus:

$$Y = ax + b$$

Berdasarkan persamaan tersebut dijelaskan bahwa x adalah variabel independen yang menyatakan fungsi waktu (bulan) dan y adalah variabel dependen atau variabel yang dicari, yaitu kenaikan muka air laut. Laju kenaikan muka air laut dapat dihitung dari data MSL hasil pengolahan pasang surut yang dipakai oleh (Cahyadi *et al.* dalam Dewi, 2020):

$$\text{tren per tahun} = \frac{Y_{\text{maksimal}} - Y_{\text{minimal}}}{\text{lama tahun pengamatan}}$$

Nilai laju kenaikan muka air laut pertahun digunakan untuk menghitung prediksi tinggi genangan pada 10 tahun kedepan. Tinggi genangan pada tahun 2020 dijadikan sebagai acuan untuk prediksi. Nilai tersebut didapatkan dari selisih HHWL dan MSL tahunan 2020. Untuk menghitung prediksi genangan digunakan rumus menurut Ginanjar *et al.* (2019) sebagai berikut:

$$\text{Prediksi Genangan Tahun ke-}n = \text{Tinggi Genangan 2020} + (\text{Kenaikan Muka Air Laut} * (t_1 - t_0))$$

Keterangan:

- t_1 = tahun awal
- t_0 = tahun akhir

Tata Guna Lahan

Data tata guna lahan dari Citra Sentinel-2A diolah menggunakan *software* ArcGIS 10.4. Adapun tahapan yang dilakukan dalam mengolah data tata guna lahan adalah melakukan koreksi geometrik dan radiometrik, *cropping area*, interpretasi citra, dan klasifikasi. Penelitian ini menggunakan teknik klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) dengan metode *Maximum Likelihood Classification* yang melibatkan interaksi analisis dengan identifikasi objek pada citra (*training area*).

Setelah data tata guna lahan dari citra diklasifikasi, perlu dilakukan uji akurasi dengan membandingkan antara data citra dan data pengamatan langsung di lapangan (data primer). Persamaan dalam perhitungan nilai akurasi menurut Congalton dan Green *dalam* Dewi (2020) (Tabel 1).

Tabel 1. Perhitungan Confussion Matrix

	Data Lapangan			Total
Klasifikasi Citra	Xii	X+k
	
	Xkk	
Total	X+k		N	N

Penilaian akurasi dapat dihitung dari akurasi keseluruhan (*overall accuracy*) dan *kappa accuracy*. Perhitungan akurasi keseluruhan (*overall accuracy*) didapatkan dari hasil perbandingan sampel yang terhitung tanpa eror dengan keseluruhan total sampel dengan rumus:

$$\text{Overall Accuracy} = \frac{\sum Xkk}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

- $\sum Xkk$ = jumlah total nilai sampel yang benar
- N = total nilai yang benar dalam matrix.

Perhitungan *Kappa Accuracy* digunakan karena *Kappa Accuracy* menggunakan semua elemen matriks dalam perhitungannya. Adapun rumus *Kappa Accuracy* adalah sebagai berikut:

$$\text{Kappa Accuracy} = \frac{(Xkk \times N) - \sum Xk}{N^2 - \sum Xk}$$

Keterangan:

- $\sum Xk$ = perkalian silang jumlah sampel klasifikasi dan data lapangan
- $\sum Xkk$ = jumlah total nilai sampel yang benar
- N = total nilai yang benar dalam matrix.

Nilai ketelitian yang memenuhi syarat adalah lebih besar dari 70% (Danoedoro *dalam* Hidayah dan Suharyo, 2018).

Ketinggian (Elevasi)

Data ketinggian didapatkan dari *Digital Elevation Model* (DEM) terdiri dari data elevasi permukaan tanah yang disusun dalam bentuk grid (kubus). Proses pengolahan dilakukan dengan metode *Topo To Raster* terhadap titik ketinggian wilayah penelitian. Proses interpolasi dan ekstrapolasi nilai elevasi untuk setiap piksel dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* ArcGIS 10.4.

Kemiringan (Slope)

Kemiringan pantai diperoleh dari data titik tinggi Peta RBI Kota Pariaman skala 1:25000. Dilakukan analisis spasial dengan *tools "raster surface"* dan untuk memunculkan peta kemiringan dipilih "*slope*". Untuk mendapatkan nilai kemiringan dilakukan *reclassify*. Pengklasifikasian nilai kemiringan didasarkan pada klasifikasi Arsyad *dalam* Umirin (2018) yang dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 1. Klasifikasi Kemiringan Pantai (Slope)

No.	Kemiringan Lereng	Deskripsi
1.	0 – 3%	Datar
2.	3 – 8%	Landai atau berombak
3.	8 – 15%	Agak miring
4.	15 – 30%	Miring atau berbukit
5.	30 – 45%	Agak curam
6.	45 – 60%	Curam
7.	> 60 %	Sangat curam

Perubahan Garis Pantai

Citra satelit Landsat 8 perekaman tahun 2020 diperoleh dari situs *earthexplorer.usgs.gov* yang memiliki resolusi spasial 30 m. Pengolahan yang dilakukan melalui tahapan berupa koreksi radiometrik dan koreksi geometrik. Teknik penajaman citra atau koreksi radiometrik bertujuan untuk memperbaiki kualitas visual citra, meningkatkan perubahan skala keabuan nilai. Band yang dipilih untuk keperluan analisis dan dikombinasikan. Kanal yang dipilih adalah band 6, 5, 4. Hal ini disebabkan karena band yang dipilih tersebut mempunyai nilai refleksi yang tinggi terhadap vegetasi, tanah terbuka, dan unsur air.

Citra yang telah dikoreksi kemudian didigitasi untuk memperoleh data garis pantai acuan. Untuk mengetahui besar perubahan garis pantai akibat kenaikan muka air laut dilakukan dengan meng-*overlay* dengan data elevasi dan laju kenaikan muka air laut sehingga menghasilkan genangan. Genangan yang didapatkan didigitasi untuk mendapatkan prediksi perubahan garis pantai akibat kenaikan muka air laut selama 10 tahun kedepan.

Perhitungan perubahan garis pantai dilakukan dengan menggunakan metode *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS). Tahapan yang perlu dilakukan adalah membuat *baseline* yang diletakkan di wilayah perairan (*offshore*). *Transect* dibuat ke arah darat dengan jarak antar *transect* 50 m dan panjang *transect* 100 m dengan asumsi bahwa satu *transect* mewakili setiap satu piksel citra. Garis pantai 2025 dan 2030 dijadikan sebagai *shorelines*, yaitu garis pantai yang akan dihitung perubahannya. Pengukuran jarak perubahan garis pantai menggunakan metode *Net Shoreline Movement* (NSM) sedangkan perhitungan laju perubahan garis pantai yang digunakan adalah *End Point*

Rate (EPR).

Analisis Data

Analisis yang dilakukan untuk kenaikan air laut menggunakan regresi linear untuk mengetahui hubungan antara kenaikan muka air laut dan lama waktu pengamatan. Analisis yang dilakukan untuk mengetahui daerah yang tergenang dilakukan dalam fungsi *Raster Calculator Tools* menurut Dewi (2020):

$$WD = "DEM" \leq \text{Elevasi}$$

Keterangan:

WD = Kedalaman Genangan

DEM = Data ketinggian

Elevasi = *Sea Level Rise*

Berdasarkan rumus di atas, adalah jika nilai DEM (ketinggian) yang dihasilkan lebih kecil daripada nilai tren kenaikan muka air laut, maka wilayah tersebut akan tergenang. Perhitungan dengan metode *Digital Analysis Shoreline System* (DSAS) adalah *Net Shoreline Movement* (NSM) dan *End Point Rate* (EPR) dengan hasil jarak yang bernilai positif (+) memiliki arti garis pantai yang maju (akresi) dan jarak yang memiliki nilai negatif (-) memiliki arti garis pantai yang mundur (abrasi). Kategori kelimpahan ikan karang sebagai berikut: Sedikit: Jumlah individu ikan sepanjang transek <50 ekor (< 0.2 ind/m²), Banyak: Jumlah individu ikan sepanjang transek 50-100 ekor (0.2-0.4 ind/m²) Melimpah: Jumlah individu ikan sepanjang transek >100 ekor (> 0.4 ind/m²)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Wilayah Kota Pariaman berada di Pantai Barat Sumatera yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia yang terletak pada koordinat 0°33'00" - 0°40'43" Lintang Selatan dan 100°10'33" - 100°10'55" Bujur Timur. Kota Pariaman terbagi atas 4 Kecamatan, yaitu Pariaman Selatan, Pariaman Tengah, Pariaman Timur dan Pariaman Utara. Kota Pariaman memiliki panjang garis pantai mencapai 15 km yang dimulai dari kawasan Pantai Belibis hingga Pantai Sunur. Kawasan pantai Kota Pariaman sebagian besar dimanfaatkan sebagai kawasan permukiman dan kawasan wisata.

Kemiringan (Slope)

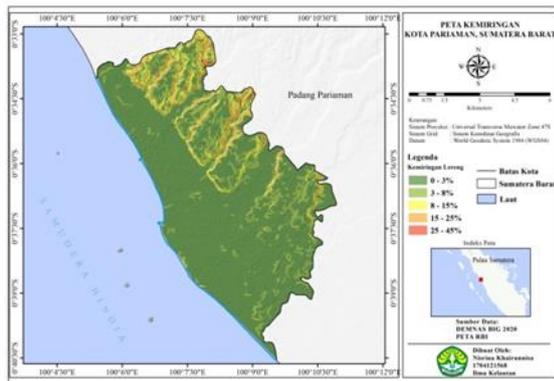
Kemiringan/*slope* didapatkan dari pengolahan *Digital Elevation Model* (DEM).

Berdasarkan hasil pengolahan peta lereng wilayah pesisir Kota Pariaman dikelompokkan menjadi 5 kelas yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kemiringan (Slope) wilayah Pesisir Kota Pariaman.

No.	Slope	Relief	Luas (ha)	Pesentase (%)
1	0 – 3	Datar	4682.57	74.23
2	3 – 8	Landai	1130.23	17.92
3	8 – 15	Agak Miring	282.88	4.48
4	15 – 25	Miring	206.77	3.28
5	25 – 45	Agak Curam	5.71	0.09

Berdasarkan hasil di atas diketahui bahwa Pesisir Kota Pariaman memiliki nilai kemiringan 0 – 3% yang termasuk ke dalam kategori datar (Gambar 2)



Gambar 2. Peta Kemiringan (Slope) Kota Pariaman

Pasang Surut

Data pengukuran pasang surut yang dilakukan selama 15 hari dengan interval waktu setiap satu jam pada tanggal 15 Februari – 1 Maret 2021 di lokasi penelitian dianalisis menggunakan metode admiralty yang menghasilkan konstanta pasang surut. Berdasarkan hasil analisis admiralty, konstanta harmonik pasang surut berupa nilai M₂, S₂, N₂, K₂, K₁, O₁, M₄, dan MS₄. Konstanta pasang surut yang dihasilkan (Tabel 4) dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai *formzahl* untuk mengetahui tipe pasang surut pada perairan tersebut. Nilai *formzahl* yang kemudian didapatkan sebesar 0.5368 sehingga tipe pasang surut Perairan Kota Pariaman adalah pasang surut campuran condong harian

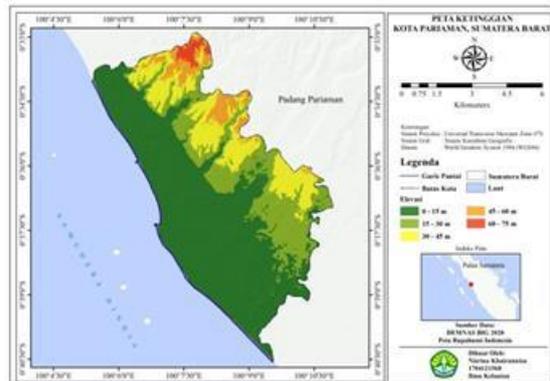
Ketinggian (Elevasi)

Berdasarkan hasil pengolahan didapatkan wilayah Kota Pariaman memiliki ketinggian 0 – 75 meter. Klasifikasi ketinggian dan luas wilayah dari ketinggian yang terdapat di wilayah Kota Pariaman (Tabel 3).

Tabel 3. Ketinggian Kota Pariaman

No.	Elevasi	Luas (ha)	Pesentase (%)
1	0 – 15	3.771,49	57,78
2	15 – 30	1.336,68	20,48
3	30 – 45	999,77	15,32
4	45 – 60	339,41	5,20
5	60 – 75	79,46	1,2

Tabel di atas menunjukkan bahwa elevasi terendah wilayah penelitian yaitu 0 meter dan yang tertinggi adalah 75 meter diatas permukaan air laut. Wilayah penelitian sebagian besar memiliki elevasi dengan kategori rendah (Gambar 3)



Gambar 3. Peta Ketinggian Kota Pariaman

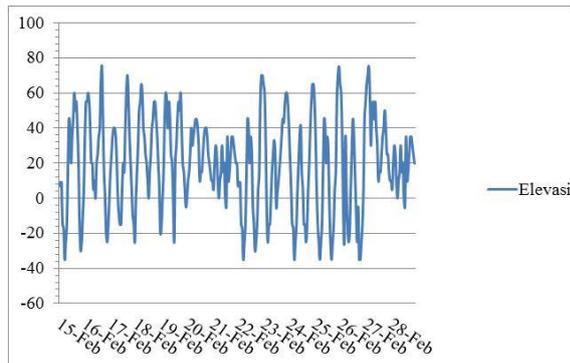
ganda.

Tabel 4. Konstanta Harmonik Pasang Surut Perairan Kota Pariaman

Konstanta	A (cm)	Fase (°)
S ₀	65.1	0.00
M ₂	10.5	79.2
S ₂	1.6	227.0
N ₂	13.2	319.7
K ₂	0.4	227.0
K ₁	1.4	253.0
O ₁	5.1	181.4
P ₁	0.5	253.0
M ₄	0.8	163.6
MS ₄	0.4	324.8

Pasang surut perairan Kota Pariaman

dapat dilihat pada Gambar 4. Tipe pasang surut campuran harian ganda (*mixed semidiurnal tides*) artinya dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang berbeda. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Ondara *et al.* (2018); Ramadhan (2020) yang menyatakan bahwa tipe pasang surut Kota Pariaman adalah campuran harian ganda.



Gambar 4. Grafik Pasang Surut Perairan Kota Pariaman

Gambar 4 diketahui bahwa nilai pasang tertinggi adalah 195 cm yang berada pada saat purnama dan surut terendah 80 cm. Pasang purnama terjadi karena adanya gaya tarik matahari dan bulan yang terjadi dua kali dalam satu bulan, yaitu setiap bulan baru dan bulan purnama. Menurut Musrifin (2011), pasang purnama (*spring tide*) terjadi ketika bumi, bulan, dan matahari berada dalam suatu garis lurus dimana pada saat tersebut terjadi pasang tinggi yang sangat tinggi dan pasang rendah yang sangat rendah. Nilai pasang tertinggi dan surut terendah dihitung selisihnya sehingga menghasilkan nilai tunggang pasut sebesar 115 cm. Menurut Ramadhan (2020), nilai tersebut termasuk ke dalam kategori rendah. Kawasan pantai yang memiliki nilai tunggang pasut kurang dari 2 m termasuk pada golongan *microtidal*. Kawasan pantai tersebut memiliki gelombang yang sangat besar pengaruhnya terhadap proses maupun berbagai bentuk lahan yang ada di pantai (Pethick *dalam* Rampengan, 2013).

Tata Guna Lahan

Analisis tata guna lahan dengan Citra Sentinel-2A menggunakan metode klasifikasi *Maximum Likelihood Classification* yang terbagi ke dalam 7 kelas dengan luas keseluruhan area 6521.24 ha dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 4. Penggunaan Lahan Kota Pariaman

No.	Lahan	Luas (ha)	Pesentase (%)
1	Perkampungan	981.47	15.05
2	Sawah	1942.10	29.78
3	Kebun	1679.58	25.76
4	Belukar	259.13	3.97
5	Padang Rerumput	1335.93	20.49
6	Perairan	101.18	1.55
7	Tanah Tandus	221.86	3.40
Total		6521.24	100.00

Hasil menunjukkan bahwa Kota Pariaman memiliki penggunaan lahan, yaitu: perkampungan 15.05%, sawah 29.78%, kebun campuran 25.76%, belukar 3.97%, padang rumput 20.49%, perairan 1.55%, dan tanah tandus 3.40%. Hasil klasifikasi tata guna lahan kemudian divalidasi dengan data lapangan menggunakan matriks kesalahan (*Confussion Matrix*) dengan melakukan perhitungan nilai akurasi data. Perhitungan akurasi data dilakukan dengan cara membandingkan perhitungan titik sampel di lapangan (GCP) dengan citra. Nilai *confussion matrix* dapat dilihat pada Tabel 6.

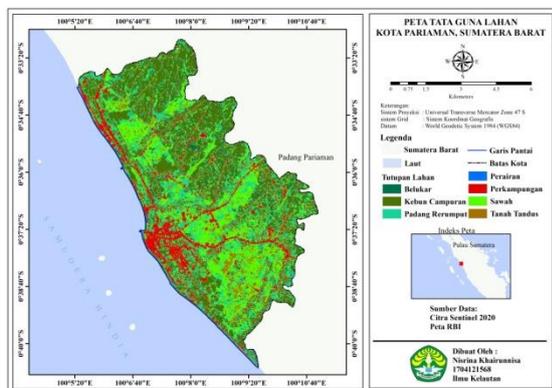
Tabel 5. Nilai Confussion Matrix pada Kelas Penggunaan Lahan.

Klasifikasi Citra	Lahan	Data Lapangan							Σ
		B	K	P	P	P	S	T	
		L	C	R	A	M	W	T	
BL	3	-	-	-	-	-	-	3	
KC	1	5	-	-	2	-	-	8	
PR	-	1	1	-	-	-	-	2	
PA	-	-	-	2	-	-	-	2	
PM	-	1	-	-	9	-	-	10	
SW	-	-	1	-	-	1	-	2	
TT	-	-	-	-	-	-	1	1	
Σ	4	7	2	2	11	1	1	28	
Overall Accuracy	78.57%								
Kappa Accuracy	0.717								

Tabel *confussion matrix* menunjukkan kesalahan-kesalahan klasifikasi yang terjadi. Kesalahan klasifikasi yang terjadi contohnya seperti pada kelas Belukar (BL), terdapat 3 titik benar dan 1 titik salah diklasifikasi yang

termasuk ke dalam kelas Kebun Campuran (KC). Kesalahan klasifikasi ini dapat terjadi karena adanya variasi piksel dan kemiripan antar objek tutupan lahan secara visual tetapi berbeda secara fakta di lapangan sehingga menghasilkan akurasi yang kurang baik dalam interpretasi visual (Kosasih *et al.*, 2019). Nilai *overall accuracy* yang didapatkan adalah 78.57% dimana menurut Asma (2018) bahwa klasifikasi citra dianggap benar jika hasil perhitungan *confussion matrix* $\geq 75\%$. Nilai koefisien kappa yang dihasilkan sebesar 0.717. Menurut Altman *dalam* Dewi (2020), nilai koefisien kappa 0.61 – 0.80 dikategorikan memiliki kesepakatan baik. Berdasarkan hal tersebut maka hasil klasifikasi citra tata guna lahan layak digunakan sebagai hasil akhir akurasi.

Berdasarkan hasil analisis data tata guna lahan diketahui bahwa Kota Pariaman didominasi oleh penggunaan lahan sawah. Hal tersebut dikarenakan Kota Pariaman memiliki lahan pertanian yang luas dan mayoritas penduduknya giat bercocok tanam. Sektor utama pertumbuhan ekonomi Kota Pariaman adalah sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan (BPS, 2016). Sedangkan wilayah pesisir dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Peta Tata Guna Lahan Kota Pariaman

Perkembangan kota yang semakin pesat dan peningkatan jumlah penduduk mengisyaratkan akan berkurangnya daerah resapan air di Kota Pariaman. Hal tersebut menyebabkan air hujan yang turun tidak dapat meresap ke tanah dan mengalir ke saluran menuju sungai. Jika debit sungai terlalu besar dan melebihi kapasitas sungai tersebut, maka akan menyebabkan banjir (Halim, 2014). Menurut Sandhyavitri *et al.*, (2015), Pemanfaatan lahan yang dilakukan secara

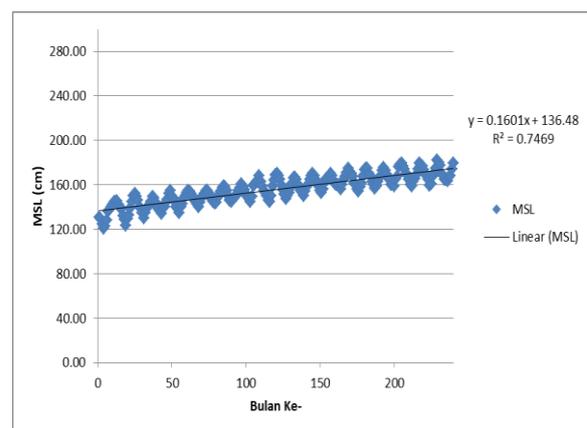
terus-menerus oleh masyarakat yang bermukim di wilayah pesisir akan menimbulkan berbagai gangguan ekosistem, antara lain terganggunya tata air DAS yang mengakibatkan banjir dan erosi.

Berdasarkan hasil *ground check* telah berkurang panjang *growin* berkisar 20 – 25 meter dibandingkan dengan pengamatan yang dilakukan pada tahun 2018. Hal tersebut dapat terjadi karena beberapa faktor, seperti sedimentasi, kenaikan muka air laut, dan kualitas pelindung pantai yang kurang baik. Menurut Ramadhan *et al.* (2020) kerentanan pesisir dapat dipengaruhi oleh ada atau tidaknya bangunan pelindung pantai yang menyebabkan pantai tersebut terpapar langsung oleh gelombang.

Menurut data SIPPA (2016), Kecamatan Pariaman Tengah merupakan kecamatan yang memiliki penduduk terbanyak dibandingkan kecamatan lainnya. Selain itu, Kecamatan Pariaman Tengah juga memiliki banyak bangunan infrastruktur dan tempat wisata. Banyaknya aktivitas pembangunan yang dilakukan di wilayah pesisir akan menimbulkan efek seperti kenaikan muka air laut. Dampak adanya kenaikan muka air laut tersebut adalah berkurangnya luas daratan pesisir.

Kenaikan Muka Air Laut

Data pasang surut publikasi BIG selama 20 tahun (2001 – 2020) menghasilkan nilai MSL bulanan dan tahunan yang ditampilkan dalam bentuk grafik *time series* (Gambar 6).



Gambar 6. Grafik Kenaikan Muka Air Laut Tahun 2001 – 2020.

Grafik di atas menunjukkan kenaikan muka air laut mengalami peningkatan setiap tahunnya. Berdasarkan grafik tersebut nilai tren perubahan kenaikan muka air laut didapatkan

menggunakan regresi linear. Hasil analisis persamaan regresi linier adalah $y = 0.1601x + 136.48$ dengan nilai $R^2 = 0.7469$. Persamaan regresi linear yang didapatkan nilai R^2 yang merupakan koefisien determinasi untuk menganalisa seberapa kuat pengaruh pengamatan terhadap kenaikan muka air laut. Nilai R^2 memiliki nilai 0 – 1, dimana apabila nilainya semakin besar maka hubungan antar variabel semakin kuat (Dewi, 2020). Dari hasil analisis didapatkan nilai $R^2 = 0.7469$, hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara variabel dependen (nilai kenaikan muka air laut) dengan variabel independen (waktu pengamatan) saling mempengaruhi. Hasil tersebut dapat dipengaruhi oleh periode pengamatan yang lama.

Laju rerata kenaikan muka air laut didapat dari perhitungan hasil regresi linier yang diolah untuk menentukan nilai trend kenaikan muka air laut selama 20 tahun (Tabel 7). Laju rerata kenaikan muka air laut menghasilkan nilai sebesar 2.01 cm/tahun.

Tabel 6. Laju Kenaikan Muka Air Laut Perairan Kota Pariaman Tahun 2001 – 2020

Tahun	Selisih Kenaikan Muka Air (cm/tahun)
2001-2002	3.68
2002-2003	3.84
2003-2004	1.61
2004-2005	2.67
2005-2006	2.97
2006-2007	1.89
2007-2008	1.53
2008-2009	3.40
2009-2010	1.61
2010-2011	1.91
2011-2012	0.83
2012-2013	2.71
2013-2014	1.12
2014-2015	1.48
2015-2016	1.63
2016-2017	1.52
2017-2018	0.80
2018-2019	1.54
2019-2020	1.37
Rata – rata	2.01

Nilai laju kenaikan muka air laut selama 20 tahun dijadikan acuan untuk memprediksi tinggi kenaikan muka air laut selama 10 tahun

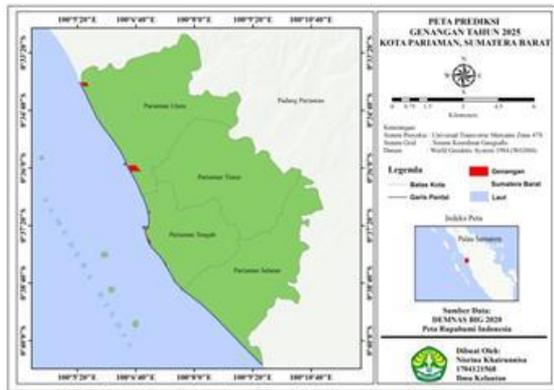
kedepan. Dalam penelitian ini digunakan data MSL dan HHWL tahun 2020 yang memiliki nilai 171.67 cm dan 178.67 cm. Berdasarkan nilai tersebut, tinggi genangan pada tahun 2020 adalah 7 cm. Hasil genangan tahun 2020 digunakan untuk menghitung prediksi genangan akibat kenaikan muka air laut pada tahun 2025 dan 2030. Hasil prediksi kenaikan muka air laut dan luas genangan akibat kenaikan muka air laut selama 10 tahun ke depan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 7. Prediksi Tinggi Kenaikan Muka Air Laut dan Luas Genangan.

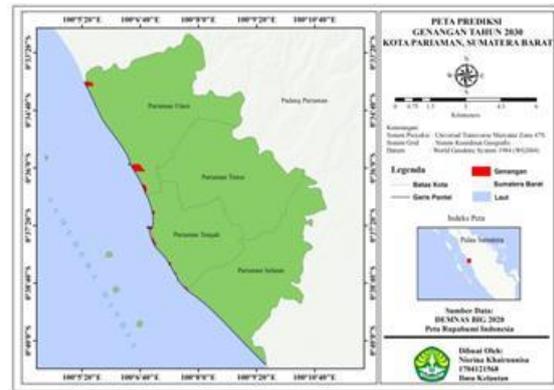
Tahun	Elevasi Muka Air (cm)	Wilayah Tergenang (ha)
2025	17.036	3.74
2030	27.068	4.70

Peningkatan muka air laut dapat menyebabkan terjadinya banjir di wilayah pesisir Kota Pariaman. Dimana banjir (rob) merupakan bencana yang berkaitan dengan siklus gerak bulan yang disebabkan karena adanya perubahan elevasi pasang surut air laut dan kegiatan manusia. Daerah yang rentan terkena banjir ini merupakan daerah yang memiliki elevasi rendah atau daerah rawa-rawa pantai dan dapat diperkuat dengan adanya banjir karena curah hujan yang tinggi (Ondara *et al.*, 2018). Hal tersebut berkaitan dengan hasil yang didapatkan bahwa wilayah Kota Pariaman memiliki elevasi dengan kategori rendah (0–15 m). Semakin rendah elevasi lahan maka akan semakin rentan dan mengakibatkan kerusakan yang sangat tinggi, sebaliknya semakin tinggi elevasi lahan maka kerentanan akan semakin kecil dan kerusakan juga semakin kecil. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hadi dan Damayanti (2013), bahwa Kota Pariaman didominasi nilai ketinggian dibawah 10 meter hingga 11 – 25 meter yang masih tergolong rendah sehingga memiliki tingkat bahaya yang tinggi terhadap banjir yang menyebabkan genangan dan tsunami.

Berdasarkan hasil, didapatkan wilayah yang tergenang pada tahun 2025 seluas 3.74 ha (Gambar 7). Pada tahun 2030 didapatkan nilai kenaikan muka air laut sebesar 27.068 cm/tahun. Berdasarkan nilai tersebut, wilayah Kota Pariaman yang tergenang seluas 4.70 ha (Gambar 8)



Gambar 7. Peta Prediksi Genangan Tahun 2025



Gambar 8. Peta Prediksi Genangan Tahun 2030

Perubahan Garis Pantai akibat Kenaikan Muka Air Laut

Nilai tinggi kenaikan muka air laut dan luas area genangan digunakan untuk memproyeksikan perubahan garis pantai yang terjadi di Kota Pariaman akibat kenaikan muka

air laut selama 10 tahun kedepan. Perubahan garis pantai yang dihitung berupa prediksi jarak perubahan dan laju perubahan garis pantai selama 10 tahun ke depan. Perubahan garis pantai yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 8. Prediksi Perubahan Garis Pantai Kota Pariaman

Segmen	2020 – 2025		2025 – 2030	
	Jarak Perubahan (m/5 tahun)	Laju Perubahan (m/tahun)	Jarak Perubahan (m/5 tahun)	Laju Perubahan (m/tahun)
1	-18.76	-3.75	-36.91	-7.38
2	-10.98	-2.2	-46.02	-9.2
3	-8.96	-1.79	-19.1	-3.82
4	-4.17	-0.84	-27.14	-5.43
5	-7.48	-1.5	-23.19	-4.64
6	-3.83	-0.77	-22.43	-4.49
Rata-rata	-9.03	-1.81	-29.13	-5.83

Berdasarkan hasil analisis tersebut diketahui bahwa Kota Pariaman diprediksi akan mengalami abrasi selama 10 tahun kedepan akibat kenaikan muka air laut. Pada tahun 2025 perubahan mencapai -9.03 m ke arah darat dengan laju rata-rata -1.81 m/tahun. Sedangkan pada tahun 2030 diprediksi terjadi perubahan mencapai -29.13 m ke arah darat dengan laju rata-rata -5.83 m/tahun.

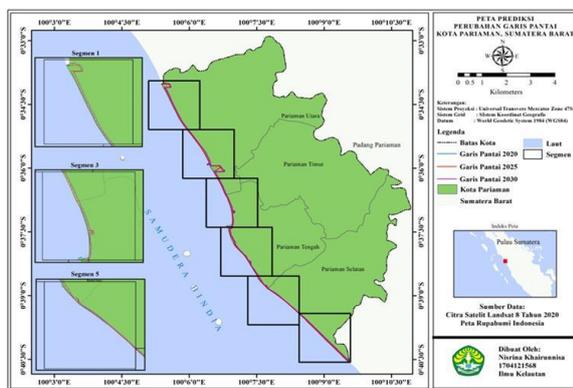
Perubahan garis pantai selama 10 tahun terlihat bahwa terjadi abrasi dengan perubahan tertinggi yang berada pada segmen 1 dan 2 yang terletak pada Kecamatan Pariaman Utara. Hal tersebut dapat terjadi karena terdapat dua muara sungai yang cukup besar pada Kecamatan Pariaman Utara. Hasil penelitian Ondara *et al.* (2018), menyatakan bahwa dalam kurun waktu 8 tahun (2005 – 2013) telah terjadi erosi maksimal sejauh 75 m pada sisi sebelah utara sungai serta terjadi perubahan bentuk dari

muara sungai. Perubahan bentuk mulut muara sungai tersebut akan mengakibatkan terjadinya akresi dan abrasi kawasan pesisir karena perubahan pergerakan arus laut ke arah pesisir.

Perubahan garis pantai yang terjadi di lokasi penelitian disebabkan oleh fenomena alam dan karena adanya kegiatan masyarakat sekitar. Kondisi pasang surut memiliki pengaruh terhadap pembuatan garis pantai karena kedudukan garis pantai dapat berubah-ubah sesuai kondisi kedudukan muka air laut. Hal tersebut diakibatkan oleh terjadinya gelombang besar dari Samudera Hindia secara terus menerus tegak lurus dari arah laut ke pantai mengakibatkan terjadinya abrasi. Menurut Vreugdenhil (1999) apabila gelombang yang sangat besar datang tegak lurus terhadap garis pantai secara terus menerus dengan waktu yang lama akan mengakibatkan pantai terkikis (erosi).

Parameter lain yang menyebabkan pesisir Kota Pariaman mudah mengalami abrasi akibat kenaikan muka air laut adalah elevasi dan kemiringan lahan. Berdasarkan hasil pengolahan data diketahui bahwa pesisir Kota Pariaman memiliki elevasi yang tergolong rendah dan kemiringan yang masuk ke dalam kategori datar.

Menurut Solihuddin (2011), telah melakukan kajian dari sudut pandang geologi menunjukkan bahwa litologi penyusun pantai Kota Pariaman didominasi oleh endapan alluvium yang memiliki resistensi rendah terhadap proses pengikisan oleh arus dan gelombang laut sehingga rentan mengalami terjadinya abrasi. Peta prediksi perubahan garis pantai selama 10 tahun pada tahun 2025 sampai 2030 dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Peta Prediksi Perubahan Garis Pantai Kota Pariaman

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dilakukannya penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- [BNPB] Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2009). *Kajian Tentang Penanggulangan Bencana Alam di Indonesia*. Laporan Akhir BNPB Jilid 3
- [BPS] Badan Pusat Statistik Kota Pariaman. (2016). *Sistem Informasi Rujukan Statistik: Badan Pusat Statistik Kota Pariaman*.
- [SIPPA] Sistem Informasi Perencanaan dan Penganggaran Kota Pariaman. (2016). *Review Rencana Program Investasi Jangka Menengah Bidang Cipta Karya Kota Pariaman 2017 – 2021*.
- Damayanti, K. (2013). Dampak Abrasi Pantai terhadap Lingkungan Sosial (Studi Kasus di Desa Bedono, Sayung Demak). *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*: 363 – 367.
- Dewi, H.C. (2020). *Analisis Potensi Genangan Rob Akibat Kenaikan Muka Air Laut (Sea Level Rise) di Pesisir Kabupaten Lamongan, Jawa Timur*. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel.
- Ginjar S., C.K. Putri, dan R. Nurhakim. (2019). Kajian Kenaikan Muka Air Laut dan Tinggi Genangan (ROB) pada Tahun 2023, 2028, dan 2033 di Kota Saumlaki, Kabupaten Maluku Tenggara Barat. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, 6(2): 39 – 48.

adalah Kota Pariaman memiliki kemiringan dengan nilai 0 – 3% yang masuk ke dalam kategori datar dan ketinggian yang tergolong rendah dengan nilai < 15 m. Wilayah Kota Pariaman memiliki luas lahan 6521.24 ha dengan lahan yang mendominasi adalah lahan persawahan dan di wilayah pesisir didominasi oleh permukiman. Perairan Kota Pariaman memiliki tipe pasang surut campuran harian ganda (*mixed semi diurnal tides*) dengan nilai Formzhal sebesar 0.5368. hasil perhitungan data pasang surut selama 20 tahun (2001 – 2020) mendapatkan besar kenaikan muka air laut yang terjadi di Kota Pariaman adalah 2.01 cm/tahun. Genangan yang terjadi akibat kenaikan muka air laut pada tahun 2025 dan 2030 berturut-turut seluas 3.74 ha dan 4.70 ha. Genangan tersebut mengakibatkan berkurangnya daratan di Kota Pariaman menghasilkan perubahan pada tahun 2020 – 2025 bahwa laju abrasi mencapai -1.81 m/th dengan jarak perubahan -9.03 m. pada tahun 2025 – 2030 terjadi abrasi dengan laju rata-rata sebesar -5.83 m/th dan jarak perubahan garis pantai -29.13 m.

Saran untuk penelitian selanjutnya bahwa jangka waktu dara pasang surut yang panjang akan semakin baik untuk menganalisis fenomena kenaikan muka air laut. Selain itu, ada banyak faktor yang dapat mengakibatkan terjadinya perubahan garis pantai. Perlu dilakukan penelitian lain untuk mengetahui perubahan garis pantai dengna mengkaitkatk kenaikan muka air laut dan faktor lain yang ada.

- Halim, F. (2014). Pengaruh Hubungan Tata Guna Lahan dengan Debit Banjir pada Daerah Aliran Sungai Malalayang. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 4 (1): 45 – 54.
- Hidayah Z. dan O.S. Suharyo. (2018). Analisa Perubahan Penggunaan Lahan Wilayah Pesisir Selat Madura. *Jurnal Ilmiah Rekayasa*, 9(1): 19 – 30.
- Kisnarti, E.A. dan V.D. Prasita. (2012). Kajian Pasang Surut dalam Penentuan Dampak Kenaikan Muka Laut di Pantai Timur Surabaya. *Prosiding SEMNAS Ke-II Vol. 3: Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro*. 44–51.
- Kosasih, D., M.B. Saleh, dan L.B. Prasetyo. (2019). Interpretasi Visual Dan Digital Untuk Klasifikasi Tutupan Lahan Di Kabupaten, Jawa Barat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 24 (2):101-108.
- Kristeva G.D., B. Rochaddi, dan A. Satriadi. (2014). Studi Kenaikan Muka Air Laut di Perairan Kendal. *Jurnal Oseanografi*, 3(4): 535 – 539.
- Musrifin. (2011). Analisis Pasang Surut Perairan Muara Sungai Masjid Dumai. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 16 (1): 48 – 55.
- Ondara K., G.A. Rahmawan, dan Y.A. Pitri. (2018). Kerentanan Pesisir Kota Pariaman, Sumatera Barat Menggunakan Pemodelan Numerik Hidro-Oseanografi. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan IV*. 13 – 24.
- Rafdi, M.A. (2016). Kajian Pemahaman Masyarakat Terhadap Perubahan Iklim di Kawasan Pesisir Kecamatan Pariaman Utara. *Teknik PWK (Perencanaan Wilayah Kota)*, 5(1): 21 – 28.
- Ramadhan, F., Mubarak, dan Elizal. (2020). Coastal Vulnerability Analysis in Padang Pariaman Regency, West Sumatera. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 3(1): 69 – 67.
- Rampengan R.M. (2013). Tugang Air Pasang Surut dan Muka Laut Rata-Rata di Perairan sekitar Kota Bitung, Sulawesi Utara. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*, 9(1): 27 – 30.
- Rifardi, Mubarak, dan D. Yoswaty. (2020). Peningkatan Kapasitas Kesadaran Masyarakat Terhadap Mitigasi Kerusakan Pantai di Kelurahan Pelintung, Kecamatan Medang Kampai Kota Dumai-Riau. *Seminar Nasional Pemberdayaan Masyarakat*, 2: 16 – 23.
- Sandhyavitri A., S. Sutikno, dan M. Iqbal. (2015). Analisis Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Ketersediaan Air di Daerah Aliran Sungai (DAS) Siak, Provinsi Riau. *Jurnal Teknik Sipil*, 13(2): 146 – 157.
- Solihuddin T.B. (2011). *Karakteristik Pantai dan Proses Abrasi di Pesisir Padang Pariaman, Sumatera Barat*. Puslitbang Sumberdaya Laut dan Pesisir, Balitbang-KP. Jakarta.
- Umirin, F.F. (2018). *Analisis Kerapatan Tajuk Kayu Putih Pada Rumah Pengelolaan Hutan Nglipar Kesatuan Pengelolaan Hutan Yogyakarta*. Fakultas Geografi. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Vreugdenhil, C.B. (1999). *Transport Problems in Shallow Water, Battlenecks and Appropriate Modeling: Twente University, Department of Civil Engineering and Management*. Seminar on Sediment Transport Modelling. Bandung Institute of Technology