

# Analisis Perubahan Garis Pantai Menggunakan Metode Empiris di Pantai Palik, Bengkulu Utara

Ihza Gian Fires Putra <sup>[1]\*</sup>, Budi Santosa <sup>[1]</sup>

<sup>[1]</sup> Teknik Sipil, Universitas Gunadarma, Depok, 16424, Indonesia

Email: [ihzagian99@gmail.com](mailto:ihzagian99@gmail.com)\*, [bsantosa71@gmail.com](mailto:bsantosa71@gmail.com)

\*) Correspondent Author

Received: 27 December 2022; Revised: 22 June 2023; Accepted: 03 July 2023

## How to cited this article:

Putra, I. G.F., Santosa, B., (2023). Analisis Perubahan Garis Pantai Menggunakan Metode Empiris di Pantai Palik, Bengkulu Utara, Jurnal Teknik Sipil, 19(2), 246–264. <https://doi.org/10.28932/jts.v19i2.5933>

## ABSTRAK

Pantai Palik yang terletak di Desa Lubuk Jaya, Bengkulu Utara merupakan pantai yang tepat bersebelahan dan menghadap langsung ke Samudera Hindia, hal ini menyebabkan pantai ini memiliki gelombang yang cukup besar. Gelombang pantai yang besar memicu adanya transport sedimen yang dapat menyebabkan terjadinya abrasi, akresi, dan perubahan garis pantai yang dapat mengganggu aktivitas nelayan dalam berlayar menangkap ikan dan aktivitas pelelangan ikan di daerah tersebut. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan besarnya abrasi, akresi dan perubahan garis pantai di Pantai Palik menggunakan metode-metode empiris dengan analisis numerik. Metode-metode empiris yang dipakai yaitu Metode Manohar, Metode Komar, dan Metode CERC (SMB Method) dengan menggunakan nomogram. Hasil analisis menggunakan Metode Manohar, abrasi terbesar terjadi di pias 4 yaitu 2,47 m, akresi terbesar terjadi di pias 1 yaitu 8,91 m, perubahan garis pantai terbesar terjadi di pias 1 yaitu 8,91 m. Hasil analisis menggunakan Metode Komar, abrasi terbesar terjadi di pias 4 yaitu 1,84 m, akresi terbesar terjadi di pias 1 yaitu 7,85 m, perubahan garis pantai terbesar terjadi di pias 1 yaitu 7,85 m. Hasil analisis menggunakan Metode CERC, abrasi terbesar terjadi di pias 4 yaitu 1,51 m, akresi terbesar terjadi di pias 1 yaitu 6,44 m, perubahan garis pantai terbesar terjadi di pias 1 sebesar 6,44 m.

**Kata kunci:** *Metode Empiris CERC (SMB), Pantai Palik, Perubahan Garis Pantai*

**ABSTRACT.** *Analysis of Shoreline Change Using Empirical Methods at Palik Beach, North Bengkulu. Palik Beach, which is located in Lubuk Jaya Village, North Bengkulu, is a beach that is right next to each other and faces directly into the Indian Ocean, this causes this beach to have quite large waves. Large coastal waves trigger sediment transport which can cause abrasion, accretion, and shoreline changes which can disrupt fishermen's activities in sailing to catch fish and fish auction activities in the area. This research was conducted to determine the magnitude of abrasion, accretion and shoreline changes at Palik Beach using empirical methods with numerical analysis. The empirical methods used are the Manohar Method, the Komar Method, and the CERC (SMB) Method. The results of the analysis using the Manohar Method, the largest abrasion occurred at pias 4 which was 2.47 m, the largest accretion occurred at pias 1 which was 8.91 m, the largest shoreline change occurred at pias 1 which was 8.91 m. The results of the analysis using the Komar method, the largest abrasion occurred at pias 4, namely 1.84 m, the largest accretion occurred at pias 1, namely 7.85 m, the largest shoreline change occurred at pias 1, namely 7.85 m. The results of the analysis using the CERC method, the largest abrasion occurred at pias 4 which was 1.51 m, the largest accretion occurred at pias 1 which was 6.44 m, the largest shoreline change occurred at pias 1 of 6.44 m.*

**Keywords:** *Empiris Method CERC (SMB), Palik Beach, Shoreline Change.*

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pantai Palik terletak di Desa Lubuk Jaya, Bengkulu Utara merupakan pantai yang tepat bersebelahan dan menghadap langsung ke Samudera Hindia, yang menyebabkan pantai ini memiliki gelombang yang besar. Gelombang pantai yang besar memicu adanya transport sedimen sejajar pantai yang dapat mengganggu aktivitas nelayan dalam berlayar menangkap ikan dan aktifitas pelelangan ikan di daerah tersebut, serta dapat menyebabkan mundur atau maju nya garis pantai di lokasi tersebut. Perubahan garis pantai adalah bergesernya suatu garis yang membatasi suatu pantai dan daratan dari keadaan sebelumnya. Perubahan garis pantai yang terjadi dipantai palik dapat disebabkan oleh mengendapnya sedimen di bibir pantai yang dibawa langsung oleh gelombang air laut dan dapat juga terjadi akibat gelombang besar yang sering menghantam bibir pantai sehingga bisa mengakibatkan pengikisan perlahan di bibir pantai tersebut. Akresi merupakan perubahan garis pantai yang disebabkan transpor sedimen dari laut ke pantai lebih besar daripada transport sedimen dari pantai ke laut. Sedangkan abrasi merupakan perubahan garis pantai yang disebabkan transpor sedimen dari pantai ke laut lebih besar daripada transport sedimen dari laut ke pantai (Octaviana et al., 2020).

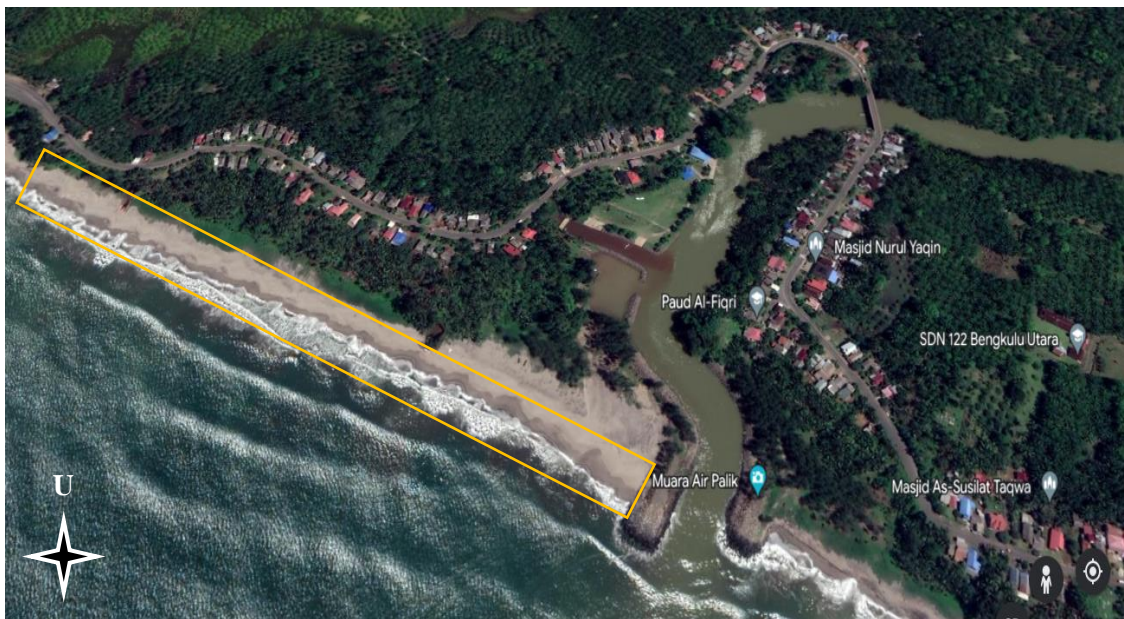
Besperi et al., (2019) menganalisis mengenai terjadinya perubahan pada garis pantai dengan panjang garis pantai sebesar 250 m di Pantai Tapak Paderi dengan kurun waktu dari tahun 2013 hingga 2033 dengan menggunakan Metode Komar, 1976. Hasil analisis didapat perubahan garis pantai terbesar terjadi di Pias 1, pantai mengalami akresi sebesar 62,01 m dan pada Pias 3, pantai mengalami abrasi sebesar 15,26 m (Besperi et al., 2019). Cristina (2014) menganalisis mengenai Perubahan Garis Pantai di Teluk Ambon Luar menggunakan salah satu metode yaitu Komar. Hasil yang didapat yaitu terjadinya perubahan garis pantai yang disebabkan oleh transport sedimen yang dipicu oleh arus yang sedang dalam keadaan pasang dan surut di kawasan utara teluk sebesar 2.034 m/ thn (Cristina, 2014). Henkuswara (2021) menganalisis mengenai Perubahan Garis Pantai dengan garis pantai sejauh 1000 m di Pantai Tapak Paderi dengan kurun waktu dari tahun 2020 hingga tahun 2030 menggunakan beberapa metode. Metode yang digunakan yaitu Metode Caldwell, Metode Manohar, Metode Ijima-Sato dan Metode Komar. Hasil dari penelitian tersebut diketahui perubahan garis pantai menggunakan Metode Caldwell mengalami perubahan garis pantai terbesar di pias 10 yaitu 3,17 m/tahun dan terkecil di pias 1 yaitu 0,07 m/tahun. Perubahan garis pantai dianalisis dengan Metode Manohar, perubahan garis pantai terbesar di pias 10 yaitu 3 m/tahun dan terkecil di pias 1 yaitu 0,07 m/tahun. Perubahan garis pantai dianalisis dengan Metode Ijima-Sato, perubahan garis pantai terbesar di pias ke 10 yaitu 0,54 m/tahun dan terkecil di pias 1 yaitu 0,01 m/tahun. Perubahan garis pantai dianalisis

dengan Metode Komar (1983) mengalami perubahan garis pantai terbesar di pias 10 yaitu 6,75 m/tahun dan terkecil pada pias 1 yaitu 0,15 m/tahun (Henkuswara, 2021).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya abrasi, akresi dan perubahan garis pantai yang ada di Pantai Palik yang dianalisis dengan metode-metode empiris dan analisis numerik. Metode-metode empiris yang digunakan adalah Metode Komar, Metode Manohar (1955), dan Metode CERC (1984).

## 1.2 Tujuan Penelitian

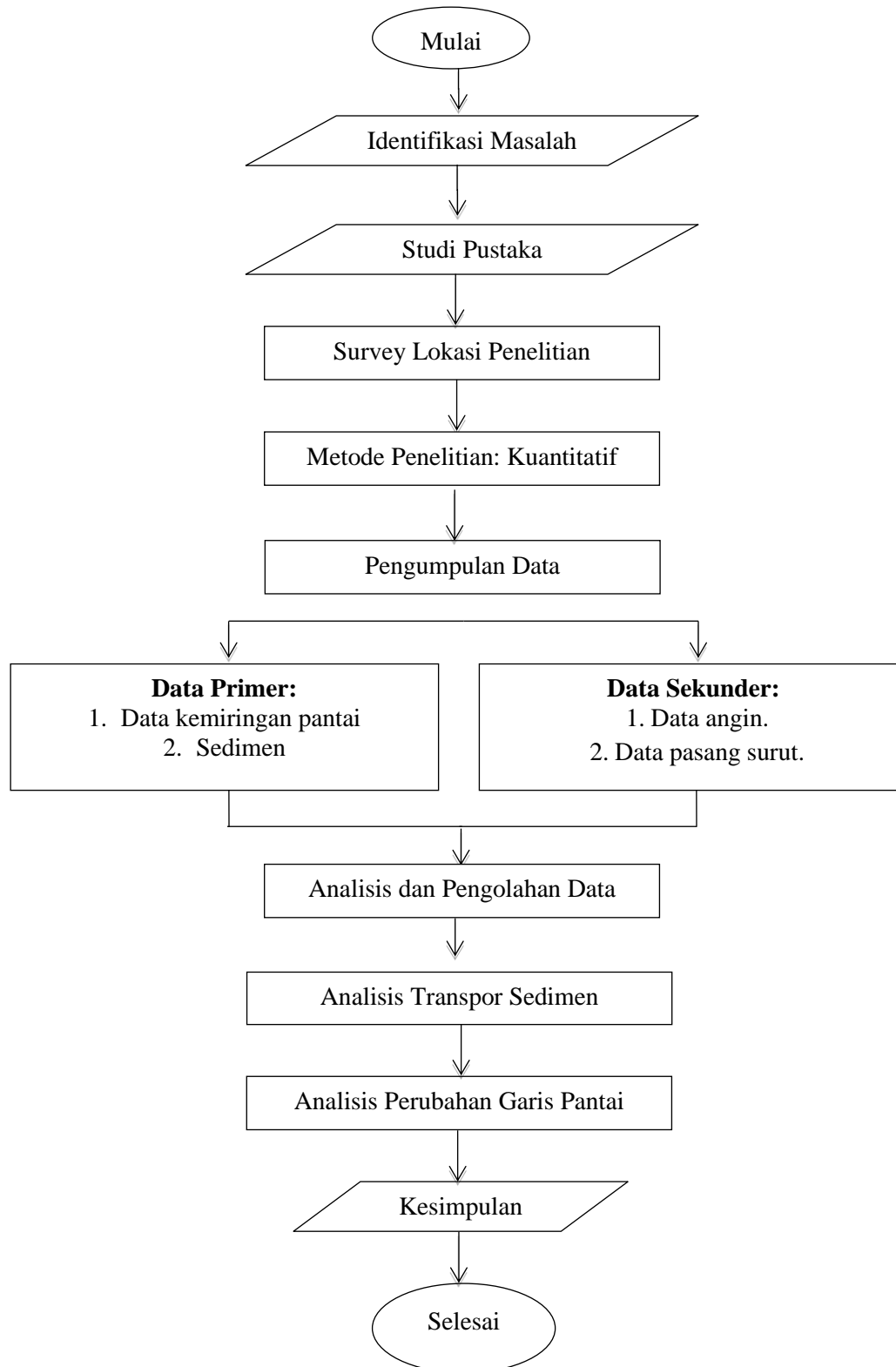
Tujuan penelitian yang dilakukan adalah menentukan lokasi pias dan besarnya abrasi, akresi dan perubahan garis pantai di Pantai Palik, Bengkulu Utara berdasarkan metode-metode empiris.



**Gambar 1.** Lokasi Penelitian

## 2. METODOLOGI

Lokasi Penelitian yang dilakukan terletak di Desa Lubuk Jaya, Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu. Panjang lokasi yang diteliti sebesar 1000 m, kemudian dibagi lagi sebanyak 10 pias dengan jarak masing-masing sebesar 100 m. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini digambarkan dalam bentuk *flow chart* berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

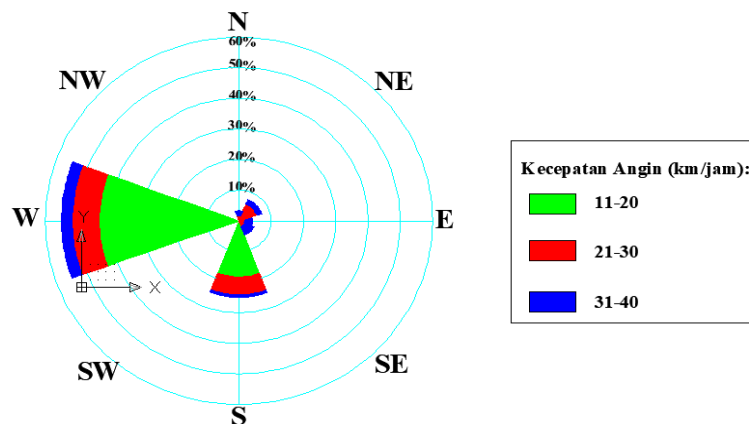
### 3. HASIL ANALISIS

#### 3.1 Analisis Data Angin

Analisis data angin adalah tahap awal yang dilakukan dalam analisis perubahan garis pantai. Data angin didapatkan secara *online* melalui website [bmgk.go.id](http://bmgk.go.id). Data angin yang digunakan pada penelitian ini yaitu data kecepatan angin maksimum dan data arah angin bulanan yang bernilai maksimum selama kurun waktu 10 tahun terakhir di Pantai Palik. Data kecepatan angin maksimum yang terjadi pada kurun waktu 10 tahun terakhir terdapat pada bulan Januari, 2017 yaitu sebesar 38,892 m/s.

Data arah angin 10 tahun terakhir didominasi oleh arah *west* sebanyak 66 data dengan total persentase sebesar 55%. Salah satu faktor yang menyebabkan banyaknya angin yang berhembus dari *west* adalah lokasi perairan yang diteliti berhadapan langsung disebelah barat dengan Samudera Hindia.

Jumlah data angin yang dikumpulkan dalam bentuk tabel untuk beberapa tahun pengamatan adalah sangat besar. Untuk itu data harus diolah dan disajikan dalam bentuk tabel ringkasan atau diagram yang disebut dengan windrose. Penyajian serupa ini dapat dibuat dalam bentuk bulanan, tahunan atau bahkan untuk beberapa tahun pencatatan. Dengan tabel atau windrose tersebut maka karakteristik angin dapat dibaca dengan cepat dan mudah (Purwono, 2021). Arah angin dominan dapat terlihat dengan jelas dari gambar mawar angin sebagai berikut:

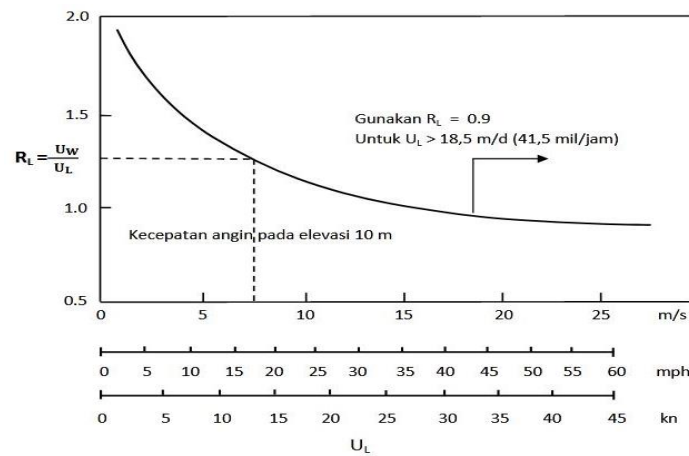


Gambar 3. Mawar Angin

#### 3.2 Konversi Kecepatan Angin

Kecepatan angin perlu dikonversi untuk mendapatkan peramalan periode gelombang signifikan ( $T_s$ ) dan tinggi gelombang signifikan ( $H_s$ ). Data kecepatan angin yang didapatkan dari BMKG merupakan data kecepatan angin yang diukur di daratan, sedangkan untuk mendapatkan pengukuran terhadap gelombang, data angin yang digunakan adalah data angin yang terdapat di laut. Data tersebut harus dikonversi dengan menggunakan grafik hubungan antara kecepatan

angin di laut dan di darat. Data angin hasil pengukuran di darat ( $U_L$ ) di *plotting* ke dalam grafik hubungan antara kecepatan angin di laut dan di darat, sehingga didapatkan *ratio* ( $R_L$ ).



**Gambar 4.** Grafik Hubungan Antara Kecepatan Angin di Laut dan Darat

Nilai  $R_L$  yang didapatkan dari hasil *plotting* kemudian dihitung nilai kecepatan angin yang terdapat di laut ( $U_w$ ) sebagai berikut:

$$U_w = R_L \times U_L \tag{1}$$

Kecepatan angin yang terdapat di laut ( $U_w$ ) yang didapatkan, selanjutnya dipakai untuk mendapatkan tegangan angin ( $U_A$ ). Berikut perhitungan tegangan angin:

$$U_A = 0,71 \times U_w^{1.23} \tag{2}$$

Perhitungan faktor tegangan angin bulanan dihitung menggunakan bantuan Microsoft Excel dari tahun 2012-2021.

### 3.3 Perhitungan Fetch Efektif

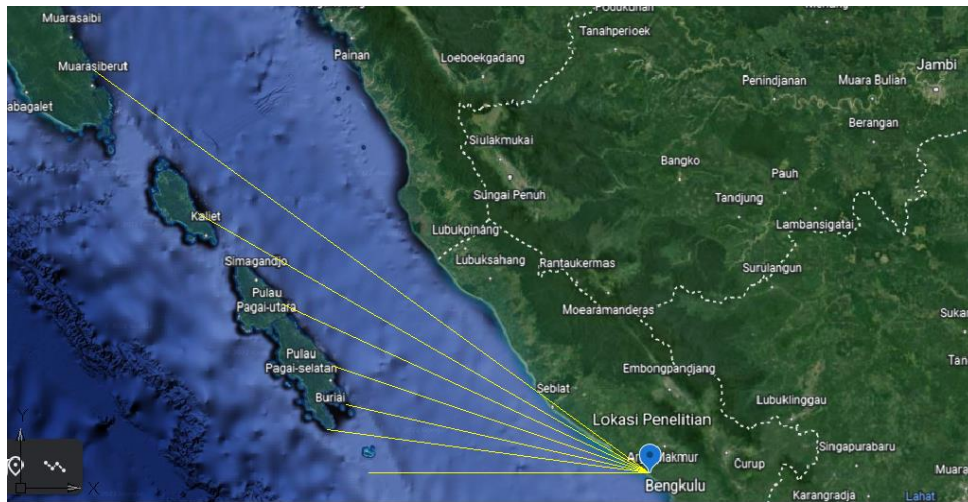
Penarikan garis fetch untuk peramalaman gelombang pada lokasi penelitian ditentukan berdasarkan arah angin (Wattimena & Ayal, 2019). Penentuan garis arah angin utama adalah hal yang harus dilakukan pertama kali saat mencari besarnya *fetch*. Kemudian bentuk garis dengan kemiringan kelipatan  $6^\circ$  hingga sudut  $42^\circ$ , Fetch diukur sampai menyentuh daratan terdekat dari lokasi penelitian. Besarnya *fetch* efektif dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$F_{eff} = \frac{\sum F \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \tag{3}$$

Dimana:

- F<sub>eff</sub> : Fetch efektif (km)
- F : Jarak lokasi ke pulau atau hambatan terdekat
- $\alpha$  : Sudut  $6^\circ$  sampai  $42^\circ$  yang dibentuk saat melakukan pengukuran jarak fetch

Berikut penentuan *fetch* berdasarkan titik lokasi penelitian beserta perhitungan *fetch* efektifnya:



✦ **Gambar 5.** Peta Plotting Lokasi Penelitian ke Pulau Terdekat

*Fetch* efektif yang didapat ditinjau berdasarkan arah angin yang memiliki daratan atau pulau di sekitar lokasi penelitian, pulau terdekat yang mengelilingi terdapat di arah barat, dimana arah barat menjadi arah angin dominan yang berhembus karena berbatasan langsung dengan Samudera Hindia. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, didapatkan nilai *fetch* efektif sebesar 239,658 km. Jarak *fetch* efektif yang digunakan pada penelitian ini yaitu 200 km. Dikarenakan kecepatan angin konstan yang terjadi hanya berkisar  $\leq 200$  km. Sehingga nilai *fetch* yang berada di atas 200 km menggunakan nilai *fetch* sebesar 200 km (Kartikasari 2008 dalam Suhana, Nurjaya and Natih, 2018).

### 3.4 Peramalan $H_s$ dan $T_s$

Untuk mendapatkan nilai  $H_s$  dan  $T_s$  dibutuhkan hasil dari perhitungan faktor tegangan angin ( $U_A$ ) yang telah dilakukan sebelumnya dan nilai *fetch* efektif. Data faktor tegangan angin ( $U_A$ ) yang digunakan untuk mencari nilai  $H_s$  dan  $T_s$  adalah data  $U_A$  yang maksimum untuk setiap tahunnya dari tahun 2012-2021

$$H_s = 1,6 \times 10^{-3} \left( F \times \frac{1/3 U_A^2}{g} \right) \quad (4)$$

$$T_s = 0,2857 \left( F \times \frac{1/3 U_A^2}{g} \right) \quad (5)$$

Berdasarkan perhitungan tinggi gelombang signifikan ( $H_s$ ) didapatkan nilai maksimum yang terjadi pada tahun 2017 sebesar 3,40 m dan periode gelombang signifikan ( $T_s$ ) didapatkan nilai maksimum yang terjadi pada tahun 2017 sebesar 8,97 s.

### 3.5 Analisis Pasang Surut

Analisis pasang surut dilakukan dengan menggunakan Metode Admiralty yang dihitung menggunakan bantuan Microsoft Excel, menghasilkan parameter dalam bentuk tabel, metode ini

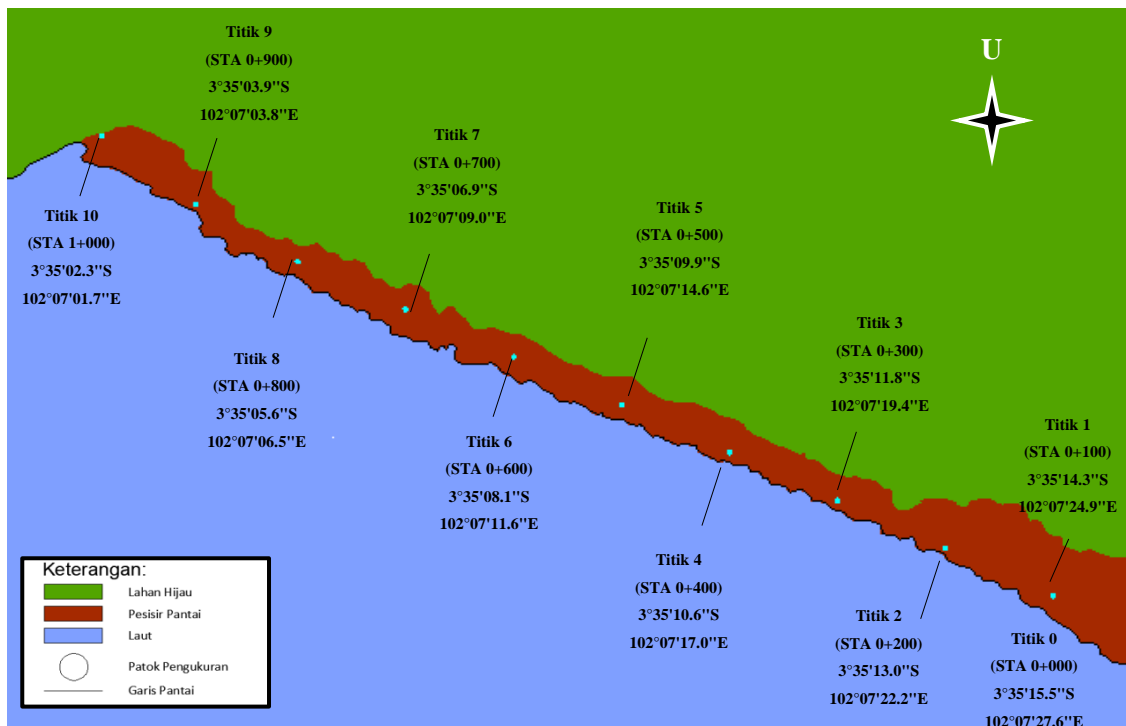
memiliki keakuratan dan efisiensi serta fleksibilitas yang cukup tinggi (Korto et al., 2015). Berikut hasil analisis pasang surut menggunakan metode Admiralty:

- Muka air tertinggi (*high water level*) = 1,64 m
- Muka air rata-rata (*mean water level*) = 0,71 m
- Muka air terendah (*low water level*) = 0,22 m

Data muka air tertinggi pada analisis pasang surut ini akan digunakan untuk mendapatkan kedalaman air pada saat perhitungan sudut datang gelombang pecah.

### 3.6 Penentuan Garis Pantai Awal

Penentuan garis pantai awal saat air rata dilakukan untuk menganalisis terjadinya kemajuan atau kemunduran garis pantai yang terjadi di lokasi. Penentuan dilakukan secara langsung di lapangan dengan cara mengukur jarak dari patok ke bibir pantai basah. Patok yang dimaksud adalah titik tempat dilakukannya pengukuran kemiringan pantai menggunakan *theodolite*. Patok-patok tersebut berjarak 100 meter yang dibagi menjadi 11 titik patok. Jarak patok dengan bibir pantai yang telah diukur akan digunakan nantinya saat perhitungan sudut datang gelombang dan koefisien refraksi.



**Gambar 6.** Garis Pantai Awal

**Tabel 1.** Data Garis Pantai Awal



<i>Pias</i>	<i>Koordinat</i>	<i>yawal (m)</i>	<i>Jarak Patok (m)</i>
1	3°35'15.5"S 102°07'27.6"E dan 3°35'14.3"S 102°07'24.9"E	37,35	0 - 100
2	3°35'14.3"S 102°07'24.9"E dan 3°35'13.0"S 102°07'22.2"E	15,07	100 – 200
3	3°35'13.0"S 102°07'22.2"E dan 3°35'11.8"S 102°07'19.4"E	6,86	200 – 300
4	3°35'11.8"S 102°07'19.4"E dan 3°35'10.6"S 102°07'17.0"E	5,65	300 – 400
5	3°35'10.6"S 102°07'17.0"E dan 3°35'09.9"S 102°07'14.6"E	6,54	400 – 500
6	3°35'09.9"S 102°07'14.6"E dan 3°35'08.1"S 102°07'11.6"E	10,61	500 – 600
7	3°35'08.1"S 102°07'11.6"E dan 3°35'06.9"S 102°07'09.0"E	12,73	600 – 700
8	3°35'06.9"S 102°07'09.0"E dan 3°35'05.6"S 102°07'06.5"E	17,48	700 – 800
9	3°35'05.6"S 102°07'06.5"E dan 3°35'03.9"S 102°07'03.8"E	11,15	800 – 900
10	3°35'03.9"S 102°07'03.8"E dan 3°35'02.3"S 102°07'01.7"E	8,97	900–1000

### 3.7 Perhitungan kemiringan pantai

Pengukuran dilakukan secara langsung ke lokasi dengan *Theodolit*. Pengukuran dilakukan pada 11 patok, untuk setiap patok dilakukan 5 kali tembakan kearah pantai dengan jarak yang berbeda, jadi total data kemiringan pantai didapat sebanyak 55 data. Kemiringan rata-rata pada Pantai Palik didapatkan sebesar 0,05.

### 3.8 Analisis Transpor Sedimen Sejajar Pantai

#### 3.8.1 Perhitungan Sudut Datang Gelombang Pecah

Panjang gelombang dilaut dalam dihitung dengan memasukkan data periode gelombang terbesar dari 10 tahun terakhir yang terjadi di tahun 2017, dengan nilai periode 9 detik.

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi} \quad (6)$$

$$L_0 = \frac{9,81 \times 8,97^2}{2\pi}$$

$$L_0 = 126 \text{ m}$$

Setelah mendapatkan nilai panjang gelombang, mencari nilai cepat rambat gelombang di laut dalam ( $C_0$ ), yaitu:

$$C_0 = \frac{L_0}{T_S} \quad (7)$$

$$C_0 = \frac{125,670}{8,97}$$

$$C_0 = 14 \text{ m/dt}$$

Selanjutnya mencari nilai  $\frac{d}{L_0}$ , kedalaman air (d) didapat dengan mengoperasikan nilai muka air tertinggi pada data pasang surut dengan kedalaman bangunan pantai terdekat yang ada di lokasi penelitian. Maka perhitungan nilai d dan  $\frac{d}{L_0}$  adalah sebagai berikut:

$$d = 1,64 + 3,46 = 5,1 \text{ m}$$

$$\frac{d}{L_0} = \frac{125,670}{8,97}$$

$$\frac{d}{L_0} = \frac{125,670}{8,97}$$

$$\frac{d}{L_0} = 0,040$$

Maka, hasil  $\frac{d}{L_0}$  adalah sebesar 0,040. Selanjutnya nilai  $\frac{d}{L_0}$  yang sudah didapat

dicocokkan kedalam tabel  $\frac{d}{L_0}$ , sehingga diketahui nilai  $\frac{d}{L} = 0,08329$ ,  $K_s = 1,064$  dan  $n = 0,9192$ .

Setelah mendapatkan nilai-nilai tersebut mencari panjang gelombang (L):

$$\frac{d}{L} = 0,08329$$

Maka,

$$L = \frac{5,1}{0,08329}$$

$$L = 62 \text{ m}$$

Mencari nilai cepat rambat gelombang (C) sebagai berikut:

$$C = \frac{L}{T} \tag{8}$$

$$C = \frac{61,231}{8,97}$$

$$C = 7 \text{ m/s}$$

Dengan  $\alpha$  adalah sudut antara garis puncak gelombang dan garis kontur dasar laut di titik yang ditinjau, dan  $\alpha_0$  adalah sudut antara garis puncak gelombang di laut dalam dan garis pantai. Arah datang gelombang laut dalam ( $\alpha_0$ ) memiliki nilai 0 jika berada tegak lurus terhadap garis pantai seperti yang tertera pada Gambar 5, maka:

$$\alpha_1 = \text{arc.sin} \frac{C}{C_0} \sin \alpha_0 \tag{9}$$

$$\alpha_1 = \text{arc.sin} \frac{6,825}{14,007} \sin 0^\circ$$

$$\alpha_1 = \arcsin 0^\circ$$

$$\alpha_1 = 0$$

Selanjutnya, menghitung nilai  $\alpha_b$ . Nilai  $y$  yang terdapat di bawah merupakan jarak patok ke bibir pantai. Nilai  $\Delta x$  merupakan jarak antar patok. Nilai  $\alpha_0$  dianalisis dengan bantuan *Google Earth*, sehingga dapat dilihat arah datang gelombang. Nilai  $\alpha_0$  sudah dijelaskan pada perhitungan sebelumnya. Berikut contoh perhitungan pada pias 3 untuk mendapatkan nilai  $\alpha_b$ :

$$\tan \alpha_i = \frac{y_i - y_{i+1}}{\Delta x} \tag{10}$$

$$\tan \alpha_i = \frac{6,86 - 5,65}{100}$$

$$\tan \alpha_i = 0,012$$

$$\alpha_i = \tan^{-1}(0,012)$$

$$\alpha_i = 0,69^\circ$$

Selanjutnya mencari nilai sudut arah datang gelombang ( $\alpha_b$ ).

$$\alpha_b = \alpha_0 + \alpha_i \tag{11}$$

$$\alpha_b = 0^\circ + 0,69^\circ$$

$$\alpha_b = 0,69^\circ$$

### 3.8.2 Perhitungan Koefisien Refraksi

Melakukan perhitungan untuk mencari koefisien refraksi (Kr) sebagai berikut:

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}} \tag{12}$$

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos 0^\circ}{\cos 0,69^\circ}}$$

$$K_r = 1,000$$

Dari perhitungan diatas didapat nilai koefisien refraksi (Kr) sebesar 1,000. Perhitungan untuk mencari koefisien refraksi (Kr) dilanjutkan hingga pias ke 10.

**Tabel 2. Koefisien Refraksi**

Pias	$y_0$ (m)	$\Delta x$ (m)	Tan $\alpha_i$	$\alpha_1$ ( $^\circ$ )	$\alpha_0$ ( $^\circ$ )	$\alpha_b$ ( $^\circ$ )	Kr
1	37.35		0.223	12.56		12.560	1.012
2	15.07		0.082	4.69		4.693	1.002
3	6.86		0.012	0.693		0.693	1.000
4	5.65	100	-0.009	-0.51	0	-0.510	1.000
5	6.54		-0.041	-2.33		-2.331	1.000
6	10.61		-0.021	-1.21		-1.214	1.000
7	12.73		-0.048	-2.72		-2.720	1.001

Tabel 2. Koefisien Refraksi (Lanjutan)

Pias	y <sub>0</sub> (m)	Δx (m)	Tan α <sub>i</sub>	α <sub>1</sub> (°)	α <sub>0</sub> (°)	α <sub>b</sub> (°)	K <sub>r</sub>
8	17.48		0.063	3.62		3.622	1.001
9	11.15	100	0.022	1.25	0	1.249	1.000
10	8.97		-0.050	-2.87		-2.874	1.001

### 3.8.3 Perhitungan Tinggi dan Kedalaman Gelombang Pecah (H<sub>b</sub>/db)

Perhitungan tinggi gelombang dilaut dalam (H<sub>0</sub>) adalah sebagai berikut:

$$H'_0 = K_r \times K_s \times H_0 \tag{13}$$

$$H'_0 = 1,012 \times 1,064 \times 3,40$$

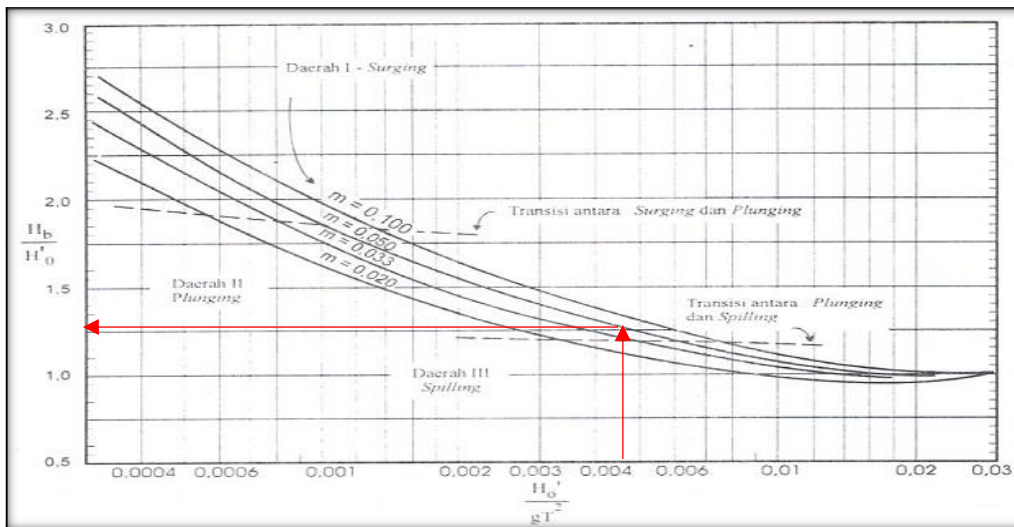
$$H'_0 = 4 \text{ m}$$

Selanjutnya menghitung  $\frac{H'_0}{gT^2}$  sebagai berikut:

$$\frac{H'_0}{gT^2} = \frac{3,661}{9,81 \times 8,97^2}$$

$$\frac{H'_0}{gT^2} = 0,0046$$

Nilai yang telah didapat diatas selanjutnya digunakan untuk membaca grafik penentu tinggi gelombang pecah.



Gambar 7. Grafik Tinggi Gelombang Pecah (Triatmodjo, 1999)

Dari Gambar 7 didapatkan nilai  $\frac{H_b}{H'_0}$  sebesar 1,26. Selanjutnya menghitung tinggi gelombang pecah (H<sub>b</sub>) dengan rumus:

$$\frac{H_b}{H'_0} = 1,26$$

$$H_b = 1,26 \times H'_0$$

$$H_b = 1,26 \times 3,661$$

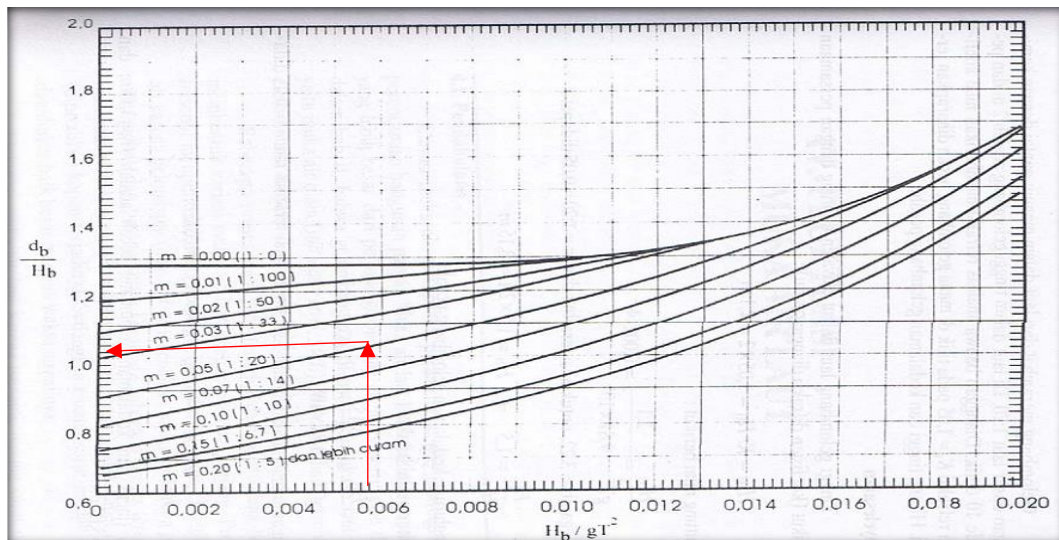
$$H_b = 4,613 \text{ m}$$

Nilai  $H_b$  tersebut dipakai untuk menghitung  $\frac{H_b}{gT^2}$  sebagai berikut:

$$\frac{H_b}{gT^2} = \frac{4,631}{9,81 \times 10^2}$$

$$\frac{H_b}{gT^2} = 0,0058$$

Nilai  $\frac{H_b}{gT^2}$  sebesar 0,0058 digunakan untuk mendapatkan nilai  $\frac{d_b}{H_b}$  dengan cara melakukan plotting pada grafik berikut.



Gambar 8. Grafik Kedalaman Gelombang Pecah (Triatmodjo, 1999)

Pada Gambar 8 didapatkan nilai  $\frac{d_b}{H_b}$  sebesar 1,08. Selanjutnya menghitung kedalaman gelombang pecah ( $d_b$ ) sebagai berikut:

$$\frac{d_b}{H_b} = 1,08$$

$$d_b = 1,08 \times H_b$$

$$d_b = 1,08 \times 4,613$$

$$d_b = 4,98 \text{ m}$$

Perhitungan tinggi gelombang pecah ( $H_b$ ) dan kedalaman gelombang pecah ( $d_b$ ) dilanjutkan hingga pias ke 10.

**Tabel 3.** Perhitungan Tinggi dan Periode Gelombang Pecah ( $H_b$  db)

Pias	Kr	Ks	m	$H_0$ (m)	$H'_0$ (m)	$\frac{H'_0}{gT^2}$	$\frac{H_b}{H'_0}$	$H_b$ (m)	$\frac{H_b}{gT^2}$	$\frac{d_b}{H_b}$	$d_b$ (m)
1	1.012	1.064	0.0500	3.40	3.66	0.0046	1.26	4.61	0.0058	1.08	4.98
2	1.002	1.064	0.0500	3.40	3.62	0.0046	1.26	4.57	0.0058	1.08	4.93
3	1.000	1.064	0.0500	3.40	3.62	0.0046	1.26	4.56	0.0058	1.08	4.92
4	1.000	1.064	0.0500	3.40	3.62	0.0046	1.26	4.56	0.0058	1.08	4.92
5	1.000	1.064	0.0500	3.40	3.62	0.0046	1.26	4.56	0.0058	1.08	4.92
6	1.000	1.064	0.0500	3.40	3.62	0.0046	1.26	4.56	0.0058	1.08	4.92
7	1.001	1.064	0.0500	3.40	3.62	0.0046	1.26	4.56	0.0058	1.08	4.92
8	1.001	1.064	0.0500	3.40	3.62	0.0046	1.26	4.56	0.0058	1.08	4.92
9	1.000	1.064	0.0500	3.40	3.62	0.0046	1.26	4.56	0.0058	1.08	4.92
10	1.001	1.064	0.0500	3.40	3.62	0.0046	1.26	4.56	0.0058	1.08	4.92

### 3.8.4 Perhitungan komponen fluks energi ( $P_1$ )

Nilai rapat massa air laut ( $\rho$ ) yang digunakan yaitu  $1,03 \text{ t/m}^3$ , nilai tinggi gelombang pecah ( $H_b$ ) dan kedalaman gelombang pecah ( $d_b$ ) didapat dari perhitungan sebelumnya. Nilai sudut arah datang gelombang ( $\alpha_b$ ) didapat dari penjabaran sebelumnya. Contoh perhitungan komponen fluks energi ( $P_1$ ) pada pias 1 sebagai berikut:

$$P_1 = \frac{\rho \times g}{8} (H_b)^2 \times \sqrt{g \times d_b} \sin \alpha_b \times \cos \alpha_b \quad (14)$$

$$P_1 = \frac{1,03 \times 9,81}{8} (4,61)^2 \times \sqrt{9,81 \times 4,98} \sin 12,560^\circ \times \cos 12,560^\circ$$

$$P_1 = 40 \text{ t/d/m}$$

Perhitungan dilanjutkan menggunakan Microsoft Excel untuk semua pias.

### 3.8.5 Perhitungan transpor sedimen ( $Q_s$ ) Metode Manohar (1955)

Nilai diameter partikel ( $D$ ) telah didapatkan dimana nilai  $D$  sebesar  $0,0006 \text{ m}$ . Nilai rapat massa air laut ( $\rho$ ) dan percepatan gravitasi yang digunakan sebesar  $1,03 \text{ t/m}^3$  dan  $9,81 \text{ m/detik}^2$ . Nilai rapat massa sedimen ( $\rho_s$ ) yaitu  $1,662 \text{ t/m}^3$ . Contoh perhitungan transpor sedimen ( $Q_s$ ) Metode Manohar (1955) di pias 1 adalah sebagai berikut:

$$Q_s = 55,7 (D)^{0,59} \left( \frac{\rho_s - \rho}{\rho} \right)^{-0,41} (P_1)^{0,91} \quad (15)$$

$$Q_s = 55,7 (0,0006)^{0,59} \left( \frac{1,662 - 1,03}{1,03} \right)^{-0,41} (40)^{0,91}$$

$$Q_s = 23,73 \text{ m}^3 / \text{hari}$$

Perhitungan dilanjutkan menggunakan Microsoft Excel untuk semua pias.

### **3.8.6 Perhitungan Transpor Sedimen (Qs) Metode Komar (1983)**

Nilai rapat massa sedimen ( $\rho_s$ ) dan nilai rapat massa air laut ( $\rho$ ) yaitu sebesar  $1,662 \text{ t/m}^3$  dan  $1,03 \text{ t/m}^3$ . Nilai koefisien komar (K) yaitu sebesar 0,77 dan nilai porositas sedimen jenis pasir pantai (n) yaitu sebesar 0,746. Contoh perhitungan transpor sedimen (Qs) Metode Komar (1983) di pias 1 adalah sebagai berikut:

$$Q_s = \frac{K}{(\rho_s - \rho)(g)(1-n)} P_1 \quad (16)$$

$$Q_s = \frac{0,77}{(1,662 - 1,03)(9,81)(1 - 0,746)} \times 40$$

$$Q_s = 19,5 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Perhitungan dilanjutkan menggunakan Microsoft Excel untuk semua pias.

### **3.8.7 Perhitungan transpor sedimen (Qs) Metode CERC (1984)**

Contoh perhitungan transpor sedimen (Qs) Metode CERC (1984) di pias 1 adalah sebagai berikut:

$$Q_s = 0,401 \times P_1 \quad (17)$$

$$Q_s = 0,401 \times 40$$

$$Q_s = 16 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Perhitungan dilanjutkan menggunakan Microsoft Excel untuk semua pias.

## **3.9 Analisis Perubahan Garis Pantai**

### **3.9.1 Perhitungan perubahan garis pantai ( $\Delta y$ ) Metode Manohar (1955), Metode Komar (1983) dan Metode CERC (1984)**

Perhitungan selanjutnya yaitu menghitung perubahan garis pantai ( $\Delta y$ ) Metode Manohar (1955), Metode Komar (1983) dan Metode CERC (1984). Berikut contoh perhitungan perubahan garis pantai Metode Manohar (1955) di pias 1:

$$\Delta y = \frac{\Delta t}{d_b \times \Delta x} (Q_{i+1} - Q_i) \quad (18)$$

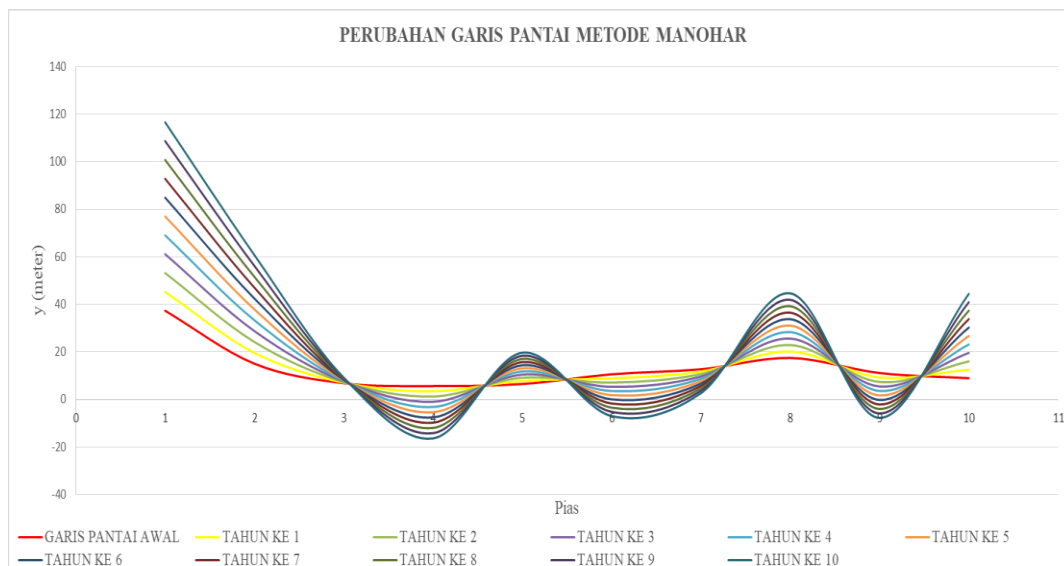
$$\Delta y = \frac{1}{4,98 \times 100} (3541,75 - 8661,32)$$

$$\Delta y = -7,92 \text{ m}$$

Perhitungan diatas dapat diketahui perubahan garis pantai ( $\Delta y$ ) yang terjadi sebesar 8,91 m. Perhitungan perubahan garis pantai untuk semua metode dihitung hingga pias 10 menggunakan Microsoft Excel. Hasil perhitungan dari ketiga metode dapat dilihat sebagai berikut:

**Tabel 4.** Perhitungan Perubahan Garis Pantai ( $\Delta y$ ) Metode Manohar (1955)

Pias	$\Delta t$ (Tahun)	$d_b$ (m)	$\Delta x$ (m)	$Q_s$ ( $m^3$ /Hari)	$Q_s$ ( $m^3$ /Thn)	$y_{awal}$ (m)	$\Delta y$ (m)	$y_1$ (m)
1	1	4.98	100	23.73	8661.32	37.35	-7.92	45.28
2		4.93		9.70	3541.75	15.07	-4.56	19.64
3		4.92		1.70	621.55	6.86	-0.23	7.10
4		4.92		1.29	470.00	5.65	2.19	3.45
5		4.92		5.13	1873.47	6.54	-1.31	7.85
6		4.92		2.84	1035.29	10.61	1.75	8.85
7		4.92		5.91	2155.85	12.73	1.00	11.72
8		4.92		7.67	2797.99	17.48	-2.71	20.20
9		4.92		2.91	1061.91	11.15	1.88	9.26
10		4.92		6.21	2266.88	8.97	-3.55	12.52

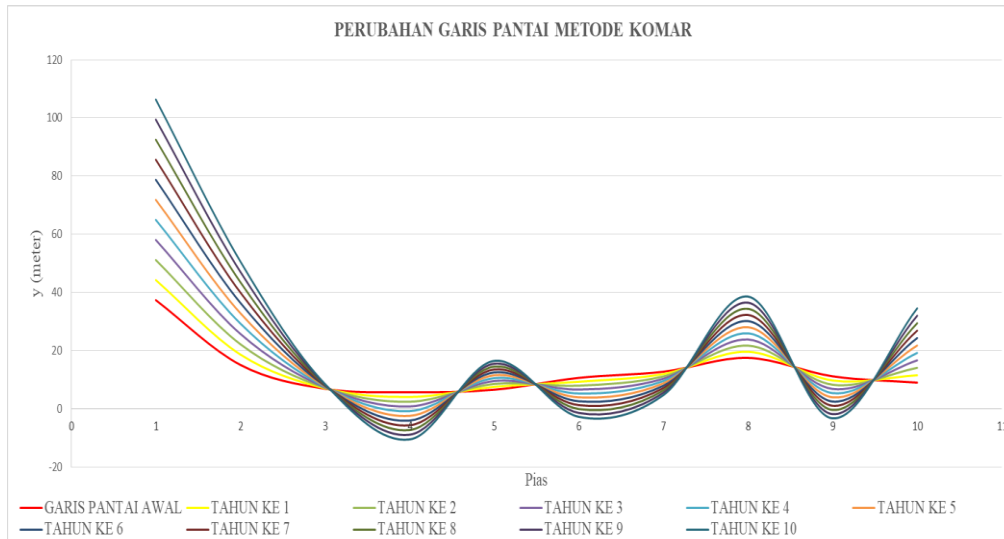


**Gambar 9.** Grafik Perubahan Garis Pantai Metode Manohar

**Tabel 5.** Perhitungan Perubahan Garis Pantai ( $\Delta y$ ) Metode Komar (1983)

Pias	$\Delta t$ (Tahun)	$d_b$ (m)	$\Delta x$ (m)	$Q_s$ ( $m^3$ /Hari)	$Q_s$ ( $m^3$ /Thn)	$y_{awal}$ (m)	$\Delta y$ (m)	$y_1$ (m)
1	1	4.98	100	19.51	7120.81	37.35	-6.89	44.25
2		4.93		7.30	2665.34	15.07	-3.55	18.62
3		4.92		1.08	393.79	6.86	-0.16	7.02
4		4.92		0.79	289.66	5.65	1.62	4.03
5		4.92		3.63	1323.82	6.54	-0.99	7.53
6		4.92		1.89	689.87	10.61	1.33	9.27
7		4.92		4.23	1544.65	12.73	0.80	11.93
8		4.92		5.64	2057.11	17.48	-2.11	19.59
9		4.92		1.94	709.39	11.15	1.44	9.70
10		4.92		4.47	1632.29	8.97	-2.55	11.53

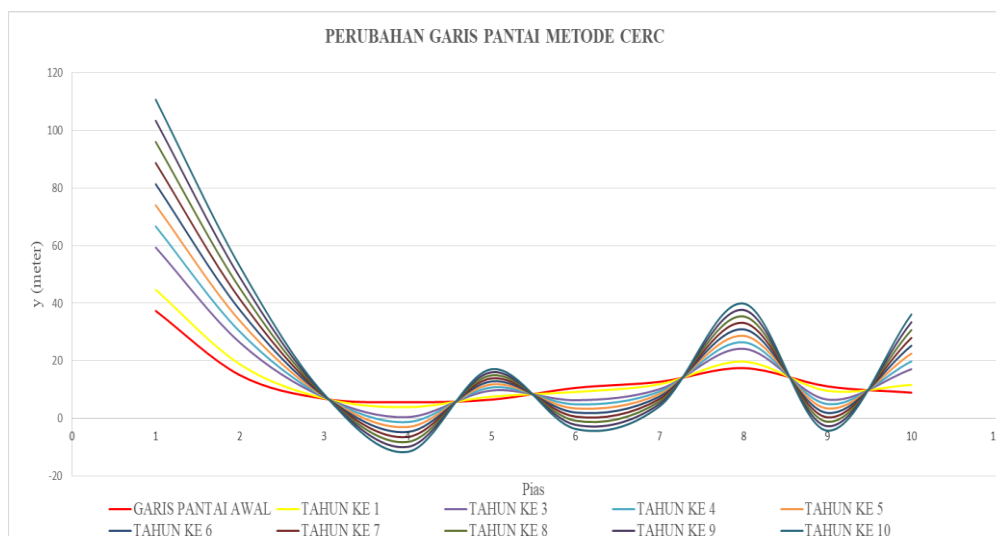




Gambar 10. Grafik Perubahan Garis Pantai Metode Komar

Tabel 6. Perhitungan Perubahan Garis Pantai ( $\Delta y$ ) Metode CERC (1984)

Pias	$\Delta t$ (Tahun)	$d_b$ (m)	$\Delta x$ (m)	$Q_s$ ( $m^3$ /Hari)	$Q_s$ ( $m^3$ /Thn)	$y_{awal}$ (m)	$\Delta y$ (m)	$y_1$ (m)
1		4.98		16.00	5839.86	37.35	-7.333	44.68
2		4.93		5.99	2185.88	15.07	-3.778	18.85
3		4.92		0.88	322.95	6.86	-0.173	7.03
4		4.92		0.65	237.55	5.65	1.723	3.93
5	1	4.92	100	2.97	1085.68	6.54	-1.056	7.60
6		4.92		1.55	565.77	10.61	1.424	9.19
7		4.92		3.47	1266.79	12.73	0.853	11.88
8		4.92		4.62	1687.06	17.48	-2.243	19.72
9		4.92		1.59	581.78	11.15	1.537	9.61
10		4.92		3.67	1338.66	8.97	-2.718	11.69



Gambar 11. Grafik Perubahan Garis Pantai Metode CERC

Pada Tabel 4, 5 dan 6 terlihat bahwa adanya perbedaan lokasi pias dan besarnya nilai abrasi, akresi dan perubahan garis pantai yang terbesar dan terkecil. Hal ini disebabkan karena perbedaan koefisien yang ada pada perhitungan transport sedimen pada masing-masing metode. Metode Komar (1983) dapat dijadikan metode yang paling baik, karena memperhitungkan semua aspek yang berada di lokasi penelitian dibandingkan dengan metode yang lain. Pada Metode Komar ini diperhitungkan besar butir sedimen di lokasi penelitian, berat isi sedimen, dan porositas sedimen yang berada pada lokasi penelitian (Henkuswara, 2021).

#### **4. KESIMPULAN**

Berdasarkan analisis dan perhitungan yang dilakukan diperoleh kesimpulan berikut:

##### **4.1 Metode Manohar (1955)**

Abrasi terbesar terjadi pada pias ke 4 yang terletak di koordinat  $3^{\circ}35'11.8''S$   $102^{\circ}07'19.4''E$  dan  $3^{\circ}35'10.6''S$   $102^{\circ}07'17.0''E$  yaitu sebesar 2,19 m, dengan transport sedimen yang terjadi pada pias tersebut sebesar  $470 \text{ m}^3/\text{tahun}$ . Akresi terbesar terjadi pada pias ke 1 yang terletak di koordinat  $3^{\circ}35'15.5''S$   $102^{\circ}07'27.6''E$  dan  $3^{\circ}35'14.3''S$   $102^{\circ}07'24.9''E$  yaitu sebesar 7,92 m, dengan transport sedimen yang terjadi pada pias tersebut sebesar  $8661.32 \text{ m}^3/\text{tahun}$ . Perubahan garis pantai terbesar terjadi pada pias ke 1 yang terletak di koordinat  $3^{\circ}35'15.5''S$   $102^{\circ}07'27.6''E$  dan  $3^{\circ}35'14.3''S$   $102^{\circ}07'24.9''E$  yaitu sebesar 8,91 m, dengan transport sedimen yang terjadi pada pias tersebut sebesar  $8661,32 \text{ m}^3/\text{tahun}$ .

##### **4.2 Metode Komar (1983)**

Abrasi terbesar terjadi pada pias ke 4 yang terletak di koordinat  $3^{\circ}35'11.8''S$   $102^{\circ}07'19.4''E$  dan  $3^{\circ}35'10.6''S$   $102^{\circ}07'17.0''E$  yaitu sebesar 1.62 m, dengan transport sedimen yang terjadi pada pias tersebut sebesar  $289,66 \text{ m}^3/\text{tahun}$ . Akresi terbesar terjadi pada pias ke 1 yang terletak di koordinat  $3^{\circ}35'15.5''S$   $102^{\circ}07'27.6''E$  dan  $3^{\circ}35'14.3''S$   $102^{\circ}07'24.9''E$  yaitu sebesar 6.89 m, dengan transport sedimen yang terjadi pada pias tersebut sebesar  $7120,81 \text{ m}^3/\text{tahun}$ . Perubahan garis pantai terbesar terjadi pada pias ke 1 yang terletak di koordinat  $3^{\circ}35'15.5''S$   $102^{\circ}07'27.6''E$  dan  $3^{\circ}35'14.3''S$   $102^{\circ}07'24.9''E$  yaitu sebesar 6,89 m, dengan transport sedimen yang terjadi pada pias tersebut sebesar  $7120,81 \text{ m}^3/\text{tahun}$ .

##### **4.3 Metode CERC (1984)**

Abrasi terbesar terjadi pada pias ke 4 yang terletak di koordinat  $3^{\circ}35'11.8''S$   $102^{\circ}07'19.4''E$  dan  $3^{\circ}35'10.6''S$   $102^{\circ}07'17.0''E$  yaitu sebesar 1,72 m, dengan transport sedimen yang terjadi pada pias tersebut sebesar  $237,55 \text{ m}^3/\text{tahun}$ . Akresi terbesar terjadi pada pias ke 1 yang terletak di koordinat  $3^{\circ}35'15.5''S$   $102^{\circ}07'27.6''E$  dan  $3^{\circ}35'14.3''S$   $102^{\circ}07'24.9''E$  yaitu sebesar 7,33 m, dengan transport sedimen yang terjadi pada pias tersebut sebesar  $5839,86 \text{ m}^3/\text{tahun}$ . Perubahan garis pantai terbesar terjadi pada pias ke 1 yang terletak di koordinat

3°35'15.5"S 102°07'27.6"E dan 3°35'14.3"S 102°07'24.9"E yaitu sebesar 6,44 m, dengan transport sedimen yang terjadi pada pias tersebut sebesar 6648,98 m<sup>3</sup>/tahun.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- (US), C. E. R. C. (1984) *Shore protection manual*. Department of the Army, Waterways Experiment Station, Corps of Engineers
- Aedla, R., Dwarakish, G. S. and Reddy, D. V. (2015) 'Automatic shoreline detection and change detection analysis of netravati-gurpurrivermouth using histogram equalization and adaptive thresholding techniques', *Aquatic Procedia*, 4, pp. 563–570.
- Afriady, A., Alam, T. M. and Azis Ismail, M. F. M. (2019) 'Pemanfaatan data angin untuk karakteristik gelombang laut di Perairan Natuna berdasarkan data angin tahun 2009 - 2018', *Buletin Oseanografi Marina*, 8(2), p. 55. doi: 10.14710/buloma.v8i1.25304.
- Bastian, D., Retraubun, N. and Joseph, C. (2018) 'Analisis kemunduran garis pantai Wisata Kuako Kecamatan Amahai Kabupaten Maluku Tengah', *Jurnal Manumata*, 4(1), pp. 22–31. Available at: <http://ejournal.ukim.ac.id/index.php/manumata/article/view/234>.
- Besperi, B., Gunawan, G., Mawardi, M., & Dwi Karsa, O. (2019). Pemodelan Transpor Sedimen Tapak Padri Kota Bengkulu. 6th ACE Conference, 29 Oktober 2019, Padang, Sumatra Barat, 583–592. [conference.ft.unand.ac.id](http://conference.ft.unand.ac.id)
- Cendekia, D. E. (2016) 'Analisa perubahan garis pantai', *Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 1(1), pp. 1–15. Available at: [ejournal.untag-smd.ac.id](http://ejournal.untag-smd.ac.id).
- Cristina, J. (2014). Studi Perubahan Garis Pantai Selatan Teluk Ambon Luar dengan Metode Komar dan Bikjer. *J. Teknologi.*, 2(1), 14–19.
- Henkuswara, R. B. (2021). Estimasi Perubahan Garis Pantai Menggunakan Metode Empiris di Pantai Zakat [Universitas Bengkulu]. [unib.ac.id](http://unib.ac.id)
- Hidayati, N. *et al.* (2017) 'Kajian dinamika pantai : Studi kasus di Pantai Rening, Jembrana, Bali', *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 6(1), pp. 31–43. doi: 10.13170/depik.6.1.5457.
- Korto, J., Jasin, M. I. and Mamoto, J. D. (2015) 'Analisis pasang surut di Pantai Nuangan (Desa Iyok) Boltim dengan Metode Admiralty', *Sipil Statistik*, 3(6), pp. 391–402. Available at: [ejournal.unsrat.ac.id](http://ejournal.unsrat.ac.id).
- Nugroho, S. H. and Basit, A. (2014) 'Sebaran sedimen berdasarkan analisis ukuran butir di Teluk Weda, Maluku Utara', *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6(1), pp. 229–240. Available at: [http://itk.fpik.ipb.ac.id/ej\\_itkt61](http://itk.fpik.ipb.ac.id/ej_itkt61).
- Octaviana, D. A. *et al.* (2020) 'Analisis abrasi dan akresi di Muara Sungai Kali Bodri, Kabupaten Kendal', *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(2), p. 2. Available at: <http://ejournal2.undip.ac.id/index.php/ijoice/>.
- Purwono, N. A. S. (2021). Analisis Abrasi Dan Akresi Perairan Pantai Barus Tapanuli Tengah Dengan Model Cedas 2.0. *Jurnal Teknik Sipil*, 17(2), 104–124. <https://doi.org/10.28932/jts.v17i2.2785>
- Suhana, M. P., Nurjaya, I. W. and Natih, N. M. N. (2018) 'Karakteristik gelombang laut pantai timur Pulau Bintan Provinsi Kepulauan Riau tahun 2005-2014', *Dinamika Maritim*, 6(2), pp. 16–19. Available at: [researchgate.net](http://researchgate.net).
- Triatmodjo, B. (1999) *Teknik Pantai, Beta offset, Yogyakarta*. Beta Offset.
- Wattimena, J. D., & Ayal, M. R. (2019). Analisis Perubahan Garis Pantai Desa Rutong Kota Ambon. *Jurnal Teknik Sipil*, 14(2), 115–136. <https://doi.org/10.28932/jts.v14i2.1796>