



## Model Numerik Perubahan Garis Pantai Di Pantai Lumintang Kecamatan Pusomaen Kabupaten Minahasa Tenggara

Aprilia Suoth<sup>#a</sup>, Muhammad I. Jasin<sup>#b</sup>, Jeffry D. Mamoto<sup>#c</sup>,  
Cindy J. Supit<sup>#d</sup>, Ariestides K. T. Dundu<sup>#e</sup>, Arthur H. Thambas<sup>#f</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

<sup>a</sup>apriliasuoth021@student.unsrat.ac.id, <sup>b</sup>sanyjasin02@yahoo.com, <sup>c</sup>jeffrymamoto@student.ac.id,

<sup>d</sup>cindyjeanesupit@unsrat.ac.id, <sup>e</sup>torry@unsrat.ac.id, <sup>f</sup>arthur.thambas@unsrat.ac.id

### Abstrak

Perubahan garis pantai merupakan fenomena dinamis yang dipengaruhi oleh interaksi faktor alam seperti gelombang, arus, pasang surut, dan angin, serta aktivitas manusia. Pantai Lumintang di Kecamatan Pusomaen, Kabupaten Minahasa Tenggara mengalami perubahan garis pantai yang signifikan berupa abrasi dan akresi yang berpotensi mengancam keberlanjutan lingkungan dan sektor pariwisata. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan garis pantai serta menentukan besaran area abrasi dan akresi menggunakan model numerik. Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan pemodelan menggunakan perangkat lunak CEDAS modul NEMOS. Data yang digunakan meliputi data angin selama 5 tahun (2020–2024), data pasang surut, peta lokasi, dan data batimetri. Analisis dilakukan melalui proses hindcasting gelombang, transformasi gelombang, serta simulasi perubahan garis pantai selama periode 10 tahun (2025–2035). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan garis pantai di Pantai Lumintang dipengaruhi oleh dinamika gelombang dan transport sedimen sepanjang pantai. Tipe pasang surut yang terjadi termasuk tipe harian ganda (semi diurnal). Hasil pemodelan menunjukkan adanya area yang mengalami abrasi dan akresi dengan pola yang berbeda di sepanjang garis pantai. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam perencanaan pengelolaan wilayah pesisir serta upaya mitigasi terhadap dampak perubahan garis pantai secara berkelanjutan.

*Kata kunci: perubahan garis pantai, abrasi, akresi, pemodelan numerik, CEDAS, Pantai Lumintang*

### 1. Pendahuluan

#### 1.1. Latar Belakang

Perubahan garis pantai merupakan fenomena dinamis yang terjadi akibat interaksi kompleks antara faktor alam seperti gelombang, arus, pasang surut, dan angin, serta aktivitas manusia seperti reklamasi, pembangunan infrastruktur pesisir, dan alih fungsi lahan. Salah satu wilayah pesisir yang mengalami perubahan garis pantai secara nyata adalah Pantai Lumintang di Kecamatan Pusomaen, Kabupaten Minahasa Tenggara. Pantai ini memiliki nilai ekologis dan ekonomis yang tinggi, terutama dalam sektor pariwisata dengan daya tarik berupa hamparan pasir putih, pemandangan laut yang indah, serta lokasi yang relatif mudah diakses. Namun, potensi wisata tersebut terancam oleh berbagai bentuk degradasi lingkungan seperti abrasi, sedimentasi, dan perubahan bentuk garis pantai akibat faktor alam dan aktivitas manusia.

Proses abrasi dan akresi yang terus terjadi tidak hanya merusak lanskap pantai, tetapi juga mengancam infrastruktur penunjang pariwisata serta kenyamanan dan keselamatan pengunjung. Hal ini berdampak langsung terhadap keberlanjutan ekonomi masyarakat lokal yang mulai menggantungkan penghasilan dari sektor pariwisata. Oleh karena itu, pemantauan dan analisis perubahan garis pantai secara ilmiah menjadi krusial untuk memahami dinamika yang terjadi dan merumuskan strategi mitigasi serta adaptasi guna mendukung pengelolaan wisata pesisir yang berkelanjutan.

### 1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana hasil pemodelan garis pantai di pantai Lumintang, Kecamatan Pusomaen menggunakan program CEDAS NEMOS?
2. Berdasarkan hasil running, berapakah nilai abrasi dan akresi yang terjadi pada tahun periode 2025 sampai 2035 di pantai Lumintang?

### 1.3. Batasan Masalah

Untuk membatasi permasalahan yang ditinjau, maka digunakan batasan masalah sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian hanya pada pantai Lumintang, Kecamatan Pusomaen
2. Program yang digunakan untuk prediksi perubahan garis pantai yaitu program NEMOS.
3. Tidak menghitung volume sedimentasi
4. Penelitian berfokus pada perubahan garis pantai dengan menggunakan data sekunder.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Untuk mengetahui perubahan garis pantai di pantai Lumintang, Kecamatan Pusomaen menggunakan aplikasi CEDAS NEMOS
2. Untuk mengetahui besar area abrasi dan akresi yang terjadi pada pantai Lumintang, Kecamatan Pusomaen

### 1.5. Manfaat Penelitian

Untuk mengetahui pemodelan garis pantai berbasis teknologi sebagai langkah pencegahan dari dampak besar perubahan garis pantai terhadap lingkungan social dan lingkungan, serta menjadi dasar dalam pengelolaan dan pemanfaatan wilayah pesisir secara berkelanjutan.



**Gambar 1.** Lokasi Penelitian (Sumber: Google Earth)

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di pantai Lumintang, Kecamatan Pusomaen, Kabupaten Minahasa Tenggara secara geografis berada  $0^{\circ}59'57.87''N$  dan  $124^{\circ}53'29.72''E$

## 2.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data diambil dari beberapa website, ataupun dengan menggunakan piranti lunak. Data yang digunakan dalam studi ini meliputi:

- Data kecepatan angin 5 tahun terakhir dari web Power yang merupakan bagian dari NASA;
- Data Pasang Surut, dari website SRGI (Sistem Referensi Geospasial Indonesia);
- Peta lokasi / satelit, dari software Google Earth;
- Data Batimetri dari GEBCO, menggunakan software Global Mapper.

## 2.3. Bagan Alir Penelitian

Kegiatan penelitian dikerjakan menurut alur pada Gambar 2.

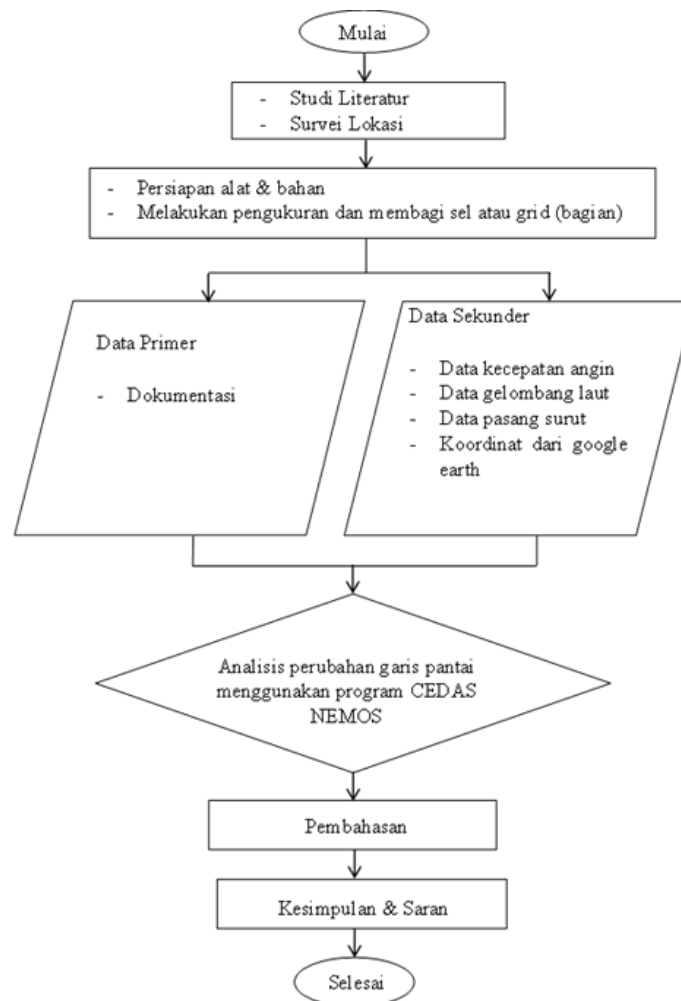
## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Peta Topografi dan Bathimetri

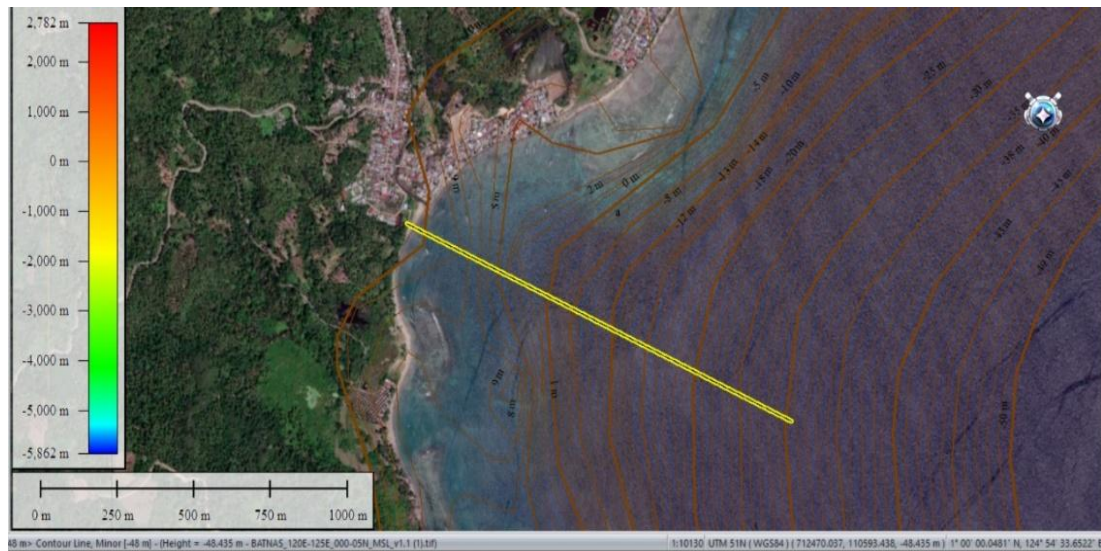
Peta topografi dan bathimetri lokasi studi ditunjukkan pada Gambar 3.

### 3.2 Pasang Surut

Hasil pengukuran pasang surut, komponen pasang surut dan elevasi muka air ditunjukkan pada Tabel 1 sd. Tabel 3.



**Gambar 2.** Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. Peta Topografi dan Bathimetri Pantai Lumintang

Tabel 1. Tabel Hasil Pengukuran Pasang Surut

| No | Tanggal     | Jam    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | Jumlah Bacaan | Bacan Rerata/jam |       |       |        |       |
|----|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|------------------|-------|-------|--------|-------|
|    |             | 0:00   | 1:00   | 2:00   | 3:00   | 4:00   | 5:00   | 6:00   | 7:00   | 8:00   | 9:00   | 10:00  | 11:00  | 12:00  | 13:00  | 14:00  | 15:00  | 16:00  | 17:00  | 18:00  | 19:00  |               |                  | 20:00 | 21:00 | 22:00  | 23:00 |
| 1  | 1-Sep-2025  | 0.024  | -0.036 | -0.119 | -0.209 | -0.286 | -0.332 | -0.334 | -0.289 | -0.204 | -0.094 | 0.022  | 0.124  | 0.199  | 0.241  | 0.25   | 0.236  | 0.209  | 0.18   | 0.157  | 0.142  | 0.13          | 0.114            | 0.086 | 0.041 | 0.252  | 0.01  |
| 2  | 2-Sep-2025  | -0.022 | -0.099 | -0.178 | -0.247 | -0.295 | -0.312 | -0.296 | -0.25  | -0.184 | -0.109 | -0.035 | 0.03   | 0.081  | 0.121  | 0.153  | 0.182  | 0.211  | 0.24   | 0.264  | 0.275  | 0.265         | 0.277            | 0.16  | 0.067 | 0.299  | 0.01  |
| 3  | 3-Sep-2025  | -0.04  | -0.145 | -0.234 | -0.293 | -0.316 | -0.302 | -0.26  | -0.203 | -0.145 | -0.097 | -0.064 | -0.045 | -0.032 | -0.013 | 0.023  | 0.081  | 0.16   | 0.25   | 0.333  | 0.389  | 0.401         | 0.359            | 0.264 | 0.129 | 0.2    | 0.01  |
| 4  | 4-Sep-2025  | -0.024 | -0.169 | -0.28  | -0.341 | -0.346 | -0.302 | -0.228 | -0.148 | -0.084 | -0.052 | -0.066 | -0.086 | -0.123 | -0.143 | -0.126 | -0.059 | 0.055  | 0.199  | 0.345  | 0.459  | 0.513         | 0.489            | 0.385 | 0.219 | 0.097  | 0.00  |
| 5  | 5-Sep-2025  | 0.023  | -0.166 | -0.31  | -0.385 | -0.382 | -0.312 | -0.202 | -0.088 | -0.003 | 0.029  | 0      | -0.075 | -0.169 | -0.245 | -0.269 | -0.221 | -0.096 | 0.086  | 0.289  | 0.467  | 0.578         | 0.592            | 0.502 | 0.324 | -0.033 | 0.00  |
| 6  | 6-Sep-2025  | 0.094  | -0.137 | -0.321 | -0.421 | -0.422 | -0.334 | -0.188 | -0.032 | 0.09   | 0.14   | 0.106  | -0.001 | -0.149 | -0.29  | -0.377 | -0.374 | -0.269 | -0.076 | 0.165  | 0.401  | 0.576         | 0.645            | 0.59  | 0.421 | -0.163 | -0.01 |
| 7  | 7-Sep-2025  | 0.177  | -0.088 | -0.312 | -0.446 | -0.464 | -0.37  | -0.196 | 0.006  | 0.176  | 0.266  | 0.251  | 0.133  | -0.054 | -0.258 | -0.417 | -0.483 | -0.429 | -0.258 | -0.007 | 0.267  | 0.498         | 0.629            | 0.627 | 0.491 | -0.261 | -0.01 |
| 8  | 8-Sep-2025  | 0.253  | -0.028 | -0.286 | -0.457 | -0.504 | -0.419 | -0.23  | 0.009  | 0.233  | 0.378  | 0.406  | 0.307  | 0.107  | -0.141 | -0.369 | -0.514 | -0.533 | -0.418 | -0.192 | 0.09   | 0.357         | 0.543            | 0.601 | 0.515 | -0.292 | -0.01 |
| 9  | 9-Sep-2025  | 0.306  | 0.029  | -0.248 | -0.454 | -0.537 | -0.477 | -0.292 | -0.03  | 0.24   | 0.446  | 0.534  | 0.482  | 0.303  | 0.042  | -0.232 | -0.448 | -0.551 | -0.513 | -0.345 | -0.092 | 0.182         | 0.403            | 0.513 | 0.485 | -0.254 | -0.01 |
| 10 | 10-Sep-2025 | 0.323  | 0.071  | -0.205 | -0.434 | -0.553 | -0.531 | -0.37  | -0.109 | 0.188  | 0.445  | 0.601  | 0.616  | 0.488  | 0.251  | -0.034 | -0.296 | -0.47  | -0.516 | -0.427 | -0.232 | 0.013         | 0.239            | 0.383 | 0.406 | -0.153 | -0.01 |
| 11 | 11-Sep-2025 | 0.299  | 0.09   | -0.166 | -0.4   | -0.547 | -0.566 | -0.445 | -0.21  | 0.086  | 0.373  | 0.583  | 0.67   | 0.614  | 0.435  | 0.178  | -0.09  | -0.307 | -0.421 | -0.413 | -0.295 | -0.108        | 0.09             | 0.24  | 0.295 | -0.015 | 0.00  |
| 12 | 12-Sep-2025 | 0.237  | 0.08   | -0.138 | -0.356 | -0.515 | -0.569 | -0.495 | -0.306 | -0.039 | 0.245  | 0.485  | 0.628  | 0.648  | 0.545  | 0.351  | 0.116  | -0.102 | -0.253 | -0.309 | -0.268 | -0.154        | -0.01            | 0.115 | 0.177 | -0.002 | 0.00  |
| 13 | 13-Sep-2025 | 0.152  | 0.042  | -0.127 | -0.313 | -0.463 | -0.535 | -0.504 | -0.369 | -0.154 | 0.096  | 0.331  | 0.503  | 0.581  | 0.555  | 0.441  | 0.273  | 0.093  | -0.055 | -0.143 | -0.16  | -0.117        | -0.04            | 0.036 | 0.077 | 0.2    | 0.01  |
| 14 | 14-Sep-2025 | 0.061  | -0.015 | -0.139 | -0.28  | -0.402 | -0.472 | -0.467 | -0.381 | -0.227 | -0.033 | 0.164  | 0.329  | 0.434  | 0.467  | 0.43   | 0.343  | 0.232  | 0.126  | 0.044  | 0      | -0.01         | 0.001            | 0.016 | 0.014 | 0.235  | 0.01  |
| 15 | 15-Sep-2025 | -0.018 | -0.082 | -0.17  | -0.266 | -0.347 | -0.394 | -0.393 | -0.339 | -0.24  | -0.111 | 0.026  | 0.151  | 0.248  | 0.307  | 0.328  | 0.318  | 0.287  | 0.248  | 0.208  | 0.171  | 0.136         | 0.099            | 0.054 | 0.054 | 0.275  | 0.01  |

Tabel 2. Komponen Pasang Surut

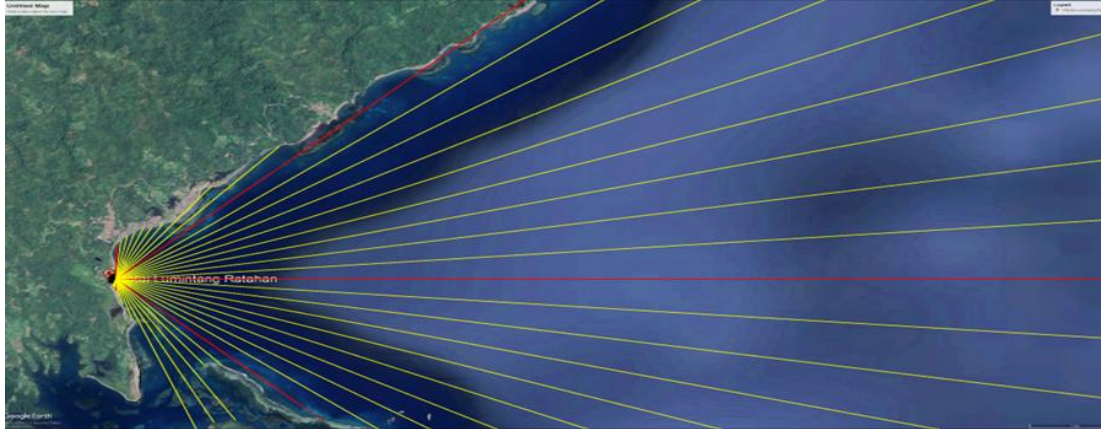
|      | SO  | M2    | S2    | N2    | K1    | O1    | M4    | MS4  | K2    | P1    |
|------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| A cm | 0   | 33    | 26    | 1     | 17    | 17    | 1     | 14   | 7     | 6     |
| g°   | 0.0 | 347.7 | 357.1 | 328.2 | 162.9 | 230.5 | 343.9 | 56.1 | 357.1 | 162,9 |

Tabel 3. Elevasi Muka Air

| Elevasi Muka Air | Satuan | Data  |
|------------------|--------|-------|
| HHWL             | cm     | 121.3 |
| HWL              | cm     | 67.0  |
| MHWL             | cm     | 58.4  |
| MSL              | cm     | 0.1   |
| MLWL             | cm     | -58.2 |
| LLWL             | cm     | -56.9 |

### 3.3 Gelombang

Gelombang di lokasi studi diperoleh melalui analisis fetch yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan Tabel 4.



**Gambar 4.** Fetch Lokasi

**Tabel 4.** Perhitungan Jarak Fetch

| Arah Mata Angin | $(\alpha)$ | Jarak Sebenarnya | Jarak Sebenarnya | $F\cos(\alpha)$ | $\cos(\alpha)$ | Feff    |
|-----------------|------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|---------|
|                 |            | (m)              | (km)             |                 |                | (km)    |
| UTARA (N)       | -20        | 0                | 0.000            | 0.000           | 0.940          | 0.000   |
|                 | -15        | 0                | 0.000            | 0.000           | 0.966          |         |
|                 | -10        | 0                | 0.000            | 0.000           | 0.985          |         |
|                 | -5         | 0                | 0.000            | 0.000           | 0.996          |         |
|                 | 0          | 0.55             | 0.000            | 0.000           | 1              |         |
|                 | 5          | 0.64             | 0.000            | 0.000           | 0.996          |         |
|                 | 10         | 0.73             | 0.000            | 0.000           | 0.985          |         |
|                 | 15         | 0.8              | 0.000            | 0.000           | 0.966          |         |
|                 | 20         | 0.89             | 0.000            | 0.000           | 0.940          |         |
| TIMUR LAUT (NE) | -20        | 0.93             | 0.000            | 0.000           | 0.940          | 32.678  |
|                 | -15        | 1.04             | 0.000            | 0.000           | 0.966          |         |
|                 | -10        | 2.17             | 14.990           | 14.762          | 0.985          |         |
|                 | -5         | 2.83             | 16.687           | 16.624          | 0.996          |         |
|                 | 0          | 200              | 18.066           | 18.066          | 1              |         |
|                 | 5          | 200              | 14.770           | 14.714          | 0.996          |         |
|                 | 10         | 200              | 16.535           | 16.284          | 0.985          |         |
|                 | 15         | 200              | 18.948           | 18.302          | 0.966          |         |
|                 | 20         | 200              | 200.000          | 187.939         | 0.940          |         |
| TIMUR (E)       | -20        | 200              | 200.000          | 187.939         | 0.940          | 200.000 |
|                 | -15        | 200              | 200.000          | 193.185         | 0.966          |         |
|                 | -10        | 200              | 200.000          | 196.962         | 0.985          |         |
|                 | -5         | 200              | 200.000          | 199.239         | 0.996          |         |
|                 | 0          | 200              | 200.000          | 200.000         | 1              |         |
|                 | 5          | 200              | 200.000          | 199.239         | 0.996          |         |

|                    |     |      |         |         |       |         |
|--------------------|-----|------|---------|---------|-------|---------|
|                    | 10  | 200  | 200.000 | 196.962 | 0.985 |         |
|                    | 15  | 200  | 200.000 | 193.185 | 0.966 |         |
|                    | 20  | 200  | 200.000 | 187.939 | 0.940 |         |
| TENGGARA<br>(SE)   | -20 | 2.58 | 200.000 | 187.939 | 0.940 | 200.000 |
|                    | -15 | 2.65 | 200.000 | 193.185 | 0.966 |         |
|                    | -10 | 1.7  | 200.000 | 196.962 | 0.985 |         |
|                    | -5  | 1.83 | 200.000 | 199.239 | 0.996 |         |
|                    | 0   | 200  | 200.000 | 200.000 | 1     |         |
|                    | 5   | 200  | 200.000 | 199.239 | 0.996 |         |
|                    | 10  | 200  | 200.000 | 196.962 | 0.985 |         |
|                    | 15  | 200  | 200.000 | 193.185 | 0.966 |         |
|                    | 20  | 200  | 200.000 | 187.939 | 0.940 |         |
| SELATAN<br>(S)     | -20 | 0.1  | 200.000 | 187.939 | 0.940 | 179     |
|                    | -15 | 0.11 | 200.000 | 193.185 | 0.966 |         |
|                    | -10 | 0.12 | 200.000 | 196.962 | 0.985 |         |
|                    | -5  | 0.14 | 200.000 | 199.239 | 0.996 |         |
|                    | 0   | 0.18 | 200.000 | 200.000 | 1     |         |
|                    | 5   | 0.27 | 200.000 | 199.239 | 0.996 |         |
|                    | 10  | 0.41 | 200.000 | 196.962 | 0.985 |         |
|                    | 15  | 0.7  | 200.000 | 193.185 | 0.966 |         |
|                    | 20  | 2.62 | 0.000   | 0.000   | 0.940 |         |
| BARAT<br>DAYA (SW) | -20 | 0    | 0.000   | 0.000   | 0.940 | 0.000   |
|                    | -15 | 0    | 0.000   | 0.000   | 0.966 |         |
|                    | -10 | 0    | 0.000   | 0.000   | 0.985 |         |
|                    | -5  | 0    | 0.000   | 0.000   | 0.996 |         |
|                    | 0   | 0    | 0.000   | 0.000   | 1     |         |
|                    | 5   | 0    | 0.000   | 0.000   | 0.996 |         |
|                    | 10  | 0    | 0.000   | 0.000   | 0.985 |         |
|                    | 15  | 0    | 0.000   | 0.000   | 0.966 |         |
|                    | 20  | 0    | 0.000   | 0.000   | 0.940 |         |
| BARAT<br>(W)       | -20 | 0    | 0.000   | 0.000   | 0.940 | 0.000   |
|                    | -15 | 0    | 0.000   | 0.000   | 0.966 |         |
|                    | -10 | 0    | 0.000   | 0.000   | 0.985 |         |
|                    | -5  | 0    | 0.000   | 0.000   | 0.996 |         |
|                    | 0   | 0    | 0.000   | 0.000   | 1     |         |
|                    | 5   | 0    | 0.000   | 0.000   | 0.996 |         |
|                    | 10  | 0    | 0.000   | 0.000   | 0.985 |         |
|                    | 15  | 0    | 0.000   | 0.000   | 0.966 |         |
|                    | 20  | 0    | 0.000   | 0.000   | 0.940 |         |
| BARAT<br>LAUT (NW) | -20 | 0    | 0.000   | 0.000   | 0.940 | 0.000   |
|                    | -15 | 0    | 0.000   | 0.000   | 0.966 |         |
|                    | -10 | 0    | 0.000   | 0.000   | 0.985 |         |
|                    | -5  | 0    | 0.000   | 0.000   | 0.996 |         |
|                    | 0   | 0    | 0.000   | 0.000   | 1     |         |
|                    | 5   | 0    | 0.000   | 0.000   | 0.996 |         |

|               |   |       |       |         |
|---------------|---|-------|-------|---------|
| 10            | 0 | 0.000 | 0.000 | 0.985   |
| 15            | 0 | 0.000 | 0.000 | 0.966   |
| 20            | 0 | 0.000 | 0.000 | 0.940   |
| Feff(total)   |   |       |       | 611.256 |
| Feff(dominan) |   |       |       | 200     |

### 3.4 Rekapitulasi Arah, Tinggi dan Periode Masing-masing Fetch berdasarkan Hindcasting Gelombang Tahun 2020 – 2024

**Tabel 5.** Rekapitulasi Arah, Tinggi, dan Periode

| Bulan         | H - T   | Arah Datang Gelombang |          |          |            |          |          |          | Max Tiap Bulan |          |
|---------------|---------|-----------------------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|----------------|----------|
|               |         | NE                    | ENE      | E        | ESE        | SE       | SSE      | S        | Arah           | H - T    |
| JANUARI       | H (m)   | 0.669013              | 0        | 0.676214 | 0.48982827 | -        | -        | -        | NE             | 0.676214 |
|               | T (det) | 3.55421               | 0        | 3.32463  | 2.94359922 | -        | -        | -        |                | 3.55421  |
| FEBRUARI      | H (m)   | 1.075473              | 0.689083 | -        | -          | -        | -        | -        | NE             | 1.075473 |
|               | T (det) | 4.417631              | 3.602664 | -        | -          | -        | -        | -        |                | 4.417631 |
| MARET         | H (m)   | 0.654759              | 0.623213 | 0.552363 | -          | -        | -        | -        | NE             | 0.654759 |
|               | T (det) | 3.519316              | 3.319948 | 3.214807 | -          | -        | -        | -        |                | 3.519316 |
| APRIL         | H (m)   | 0.802246              | 0.900576 | 0.600827 | -          | -        | -        | -        | ENE            | 0.900576 |
|               | T (det) | 3.862563              | 4.072665 | 3.383421 | -          | -        | -        | -        |                | 4.072665 |
| MEI           | H (m)   | -                     | 0.900576 | 0.990948 | -          | 1.056307 | -        | -        | ENE            | 1.056307 |
|               | T (det) | -                     | 4.072665 | 3.790213 | -          | 4.381389 | -        | -        |                | 4.381389 |
| JUNI          | H (m)   | -                     | -        | 0.846433 | 1.0285248  | -        | 1.143995 | -        | ESE            | 1.143995 |
|               | T (det) | -                     | -        | 3.958609 | 4.32821694 | -        | 4.544416 | -        |                | 4.544416 |
| JULI          | H (m)   | -                     | -        | 1.162887 | 1.14399514 | -        | -        | 1.102769 | E              | 1.162887 |
|               | T (det) | -                     | -        | 4.578642 | 4.54441585 | -        | -        | 4.468646 |                | 4.578642 |
| AGUSTUS       | H (m)   | -                     | 1.083646 | -        | 1.20040946 | -        | 1.102769 | 1.083646 | ESE            | 1.200409 |
|               | T (det) | -                     | 4.432979 | -        | 4.6457409  | -        | 4.468646 | 4.432979 |                | 4.645741 |
| SEPTEMBER     | H (m)   | -                     | -        | 1.271057 | 1.13694774 | -        | -        | 1.117999 | E              | 1.271057 |
|               | T (det) | -                     | -        | 4.769056 | 4.53156949 | -        | -        | 4.496813 |                | 4.769056 |
| OKTOBER       | H (m)   | -                     | 0.756915 | 1.143995 | 1.16288663 | -        | -        | -        | E              | 1.162887 |
|               | T (det) | -                     | 3.761002 | 4.544416 | 4.57864215 | -        | -        | -        |                | 4.578642 |
| NOVEMBER      | H (m)   | 0.703086              | 0.95192  | 0.456816 | -          | -        | -        | -        | NE             | 0.95192  |
|               | T (det) | 3.63602               | 4.177437 | 2.984262 | -          | -        | -        | -        |                | 4.177437 |
| DESEMBER      | H (m)   | 0.669013              | 0.45292  | 0.600827 | -          | -        | -        | -        | NE             | 0.669013 |
|               | T (det) | 3.55421               | 3.04907  | 3.383421 | -          | -        | -        | -        |                | 3.55421  |
| MAX TIAP ARAH | H (m)   | 1.075473              | 1.083646 | 1.271057 | 1.20040946 | 1.056307 | 1.143995 | 1.117999 | E              | 1.271057 |
|               | T (det) | 4.417631              | 4.432979 | 4.769056 | 4.6457409  | 4.381389 | 4.544416 | 4.496813 |                | 4.769056 |

Berdasarkan hasil pada bulan maret arah Timur laut menghasilkan kondisi gelombang paling maksimum dengan: Tinggi Gelombang (H) = 1,271; Periode Gelombang (T) = 4,769 detik.

### 3.5 Analisis Transformasi Gelombang

**Tabel 6.** Perhitungan Koefisien Refraksi

| $a_0$ | d   | H0     | T      | Lo      | d/Lo   | d/L    |
|-------|-----|--------|--------|---------|--------|--------|
| 45.00 | 25  | 1.2711 | 4.6159 | 33.2378 | 0.7522 | 0.7523 |
| 44.99 | 20  | 1.2694 | 4.6149 | 33.2242 | 0.6020 | 0.6029 |
| 44.90 | 15  | 1.2628 | 4.6110 | 33.1673 | 0.4523 | 0.4552 |
| 44.53 | 10  | 1.2302 | 4.5891 | 32.8533 | 0.3044 | 0.3161 |
| 42.48 | 5   | 1.1383 | 4.5047 | 31.6558 | 0.1579 | 0.1899 |
| 34.17 | 1   | 1.0577 | 4.4033 | 30.2469 | 0.0331 | 0.0752 |
| 14.30 | 0.5 | 1.9937 | 4.1862 | 27.3381 | 0.0183 | 0.055  |

**Tabel 7.** Lanjutan Perhitungan Refraksi

| L       | Co     | C      | sin a  | a       | cos ao/cos a | Kr     |
|---------|--------|--------|--------|---------|--------------|--------|
| 32.0061 | 7.0664 | 7.0658 | 0.7070 | 44.9948 | 1.0001       | 1.0001 |
| 33.1400 | 7.0661 | 7.3164 | 0.7321 | 47.0624 | 0.9561       | 0.9778 |
| 32.9525 | 7.0161 | 7.3268 | 0.7645 | 49.8639 | 0.9438       | 0.9715 |
| 31.4762 | 6.8463 | 7.1722 | 0.8009 | 53.2163 | 0.9370       | 0.9680 |
| 23.0840 | 6.3023 | 5.7139 | 0.7261 | 46.5625 | 1.1429       | 1.0691 |
| 8.4175  | 5.8670 | 2.2382 | 0.2770 | 16.0817 | 2.8954       | 1.7016 |
| 5.0352  | 5.5667 | 1.4111 | 0.0702 | 4.0265  | 3.9940       | 1.9985 |

**Tabel 8.** Perhitungan Gelombang Pecah

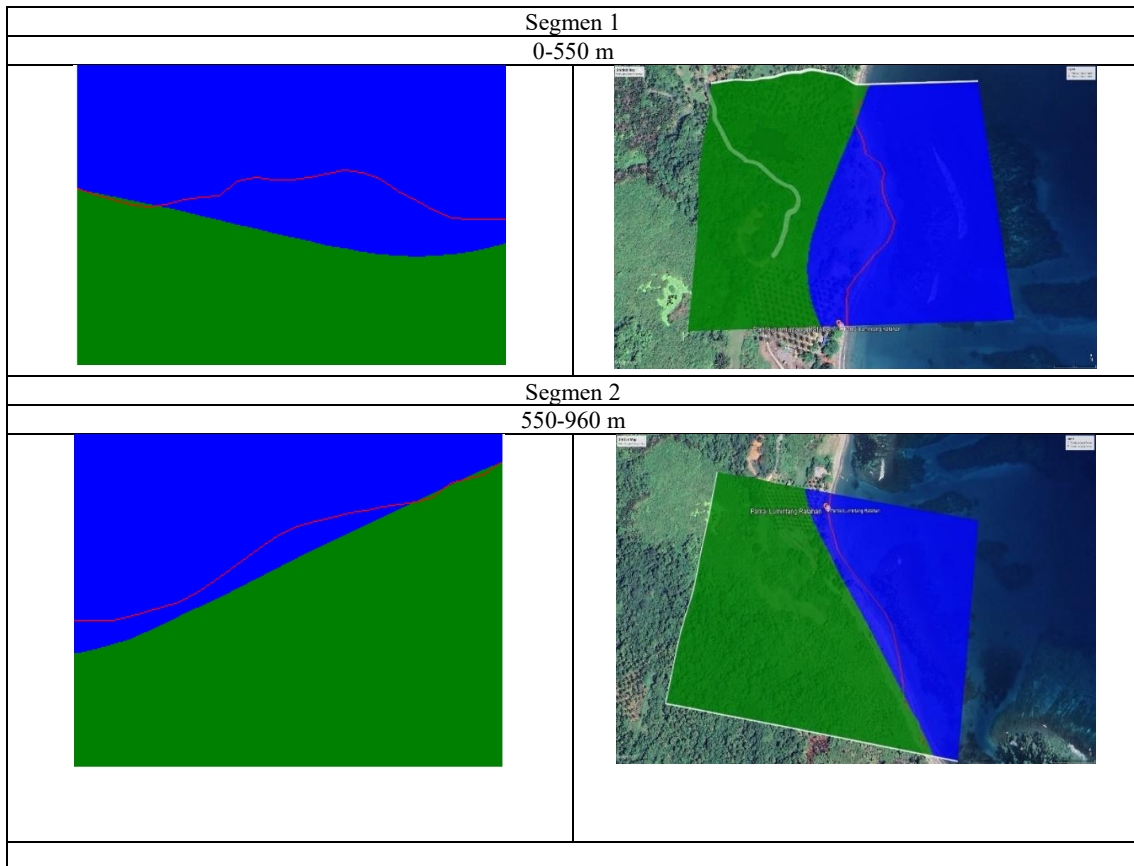
| H'o    | H'o/gT <sup>2</sup> | m     | Hb/H'o | Hb     |
|--------|---------------------|-------|--------|--------|
| 1.2700 | 0.0063              | 0.034 | 1.20   | 1.3994 |
| 1.3252 | 0.0066              | 0.038 | 1.10   | 1.4578 |
| 1.2892 | 0.0065              | 0/036 | 1.09   | 1.4578 |
| 1.2827 | 0.0068              | 0.040 | 1.12   | 1.4052 |
| 1.0592 | 0.0066              | 0.027 | 1.10   | 1.4366 |
| 0.4853 | 0.0035              | 0/008 | 1.30   | 1.0698 |
| 0.8796 | 0.0070              | 0.012 | 0.90   | 0.7916 |

**Tabel 9.** Perhitungan Kedalaman Gelombang Pecah

| Hb/gT <sup>2</sup> | m      | db/Hb | db    |
|--------------------|--------|-------|-------|
| 0.0070             | 0.0343 | 0.80  | 1.120 |
| 0.0072             | 0.0378 | 0.81  | 1.181 |
| 0.0071             | 0.0361 | 0.6   | 0.843 |
| 0.0076             | 0.0399 | 0.6   | 0.862 |
| 0.0067             | 0.0265 | 0.9   | 0.963 |
| 0.0045             | 0.0079 | 0.4   | 0.252 |
| 0.0063             | 0.0115 | 1.250 | 0.990 |

**Gambar 5.** Garis Pantai Awal 2025 (kiri) dan Garis Pantai setelah 10 tahun 2035 (kanan)

Berikut merupakan hasil pemodelan perubahan garis pantai setelah 10 tahun yang dibagi menjadi 2 segmen.



Gambar 6. Segmen Perubahan Garis Pantai Setelah 10 Tahun

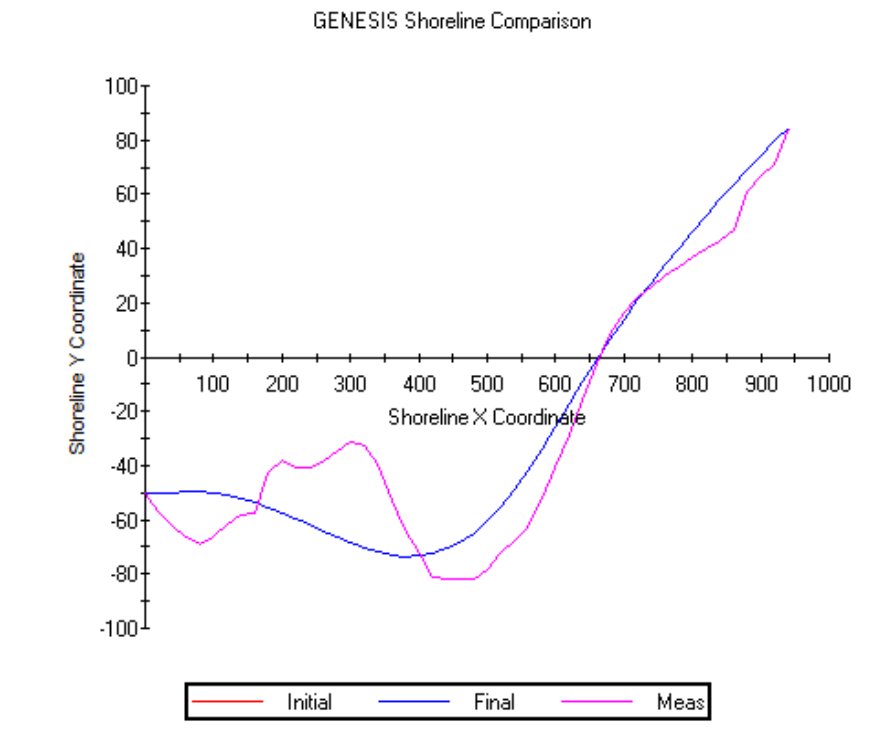
Hasil berikut menguraikan posisi setiap koordinat yang mengalami abrasi maupun sedimentasi, beserta perubahan nilainya dalam satuan meter. Perubahan tersebut dibagi menjadi 10 interval, mulai dari tahun awal hingga akhir tahun ke-10. Gambaran keseluruhan perubahan garis pantai pada tahun ke-10 disajikan pada Gambar 9.

| SHORELINE POSITION AFTER 10 YEARS = 192768 TIME STEPS. DATE IS 20351231 |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| -50.33  | -54.01  | -57.71  | -61.46  | -65.28  | -69.23  | -73.34  | -77.61  | -82.01  | -86.50  |
| -91.04  | -95.59  | -100.05 | -104.33 | -108.34 | -111.95 | -115.05 | -117.48 | -119.14 | -119.92 |
| -119.71   | -118.40 | -115.87 | -112.05 | -106.91 | -100.56 | -93.30  | -85.43  | -77.12  | -68.53  |
| -59.77  | -50.94  | -42.08  | -33.23  | -24.41  | -15.64  | -6.93   | 1.70    | 10.25   | 18.73   |
| 27.14   | 35.49   | 43.77   | 52.00   | 60.20   | 68.38   | 76.55   | 84.71   |         |         |

Gambar 7. Posisi Garis Pantai Setelah 10 Tahun

| SHORELINE CHANGE AFTER 10 YEARS = 192768 TIME STEPS. DATE IS 20351231 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0.00  | 2.82   | 4.38   | 4.97   | 3.54   | -2.91  | -12.01 | -19.15 | -24.49 | -43.63 |
| -53.03  | -55.13 | -59.21 | -65.48 | -73.96 | -80.61 | -82.24 | -77.80 | -65.96 | -56.52 |
| -47.14  | -37.38 | -34.31 | -30.03 | -25.39 | -21.78 | -20.85 | -18.03 | -14.38 | -16.16 |
| -19.04  | -22.31 | -26.44 | -30.72 | -33.15 | -32.22 | -28.63 | -24.35 | -19.76 | -14.89 |
| -9.78   | -4.46  | 1.05   | 5.32   | -0.99  | 1.30   | 5.62   | 0.00   |        |        |

Gambar 8. Perubahan Garis Pantai Setelah 10 Tahun



**Gambar 9.** Grafik Running Shoreline

Berdasarkan hasil running aplikasi CEDAS dengan modul NEMOS, khususnya pada komponen GENESIS, diperoleh nilai maksimum erosi terjadi pada koordinat:  $y = 742,26$  dengan besaran 82.4 m. Endapan sedimentasi terjadi pada koordinat:  $y = 76,55$  dengan ketebalan 5.62 m.



**Gambar 10.** Overlay Perubahan Garis Pantai Selama 10 Tahun

## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Kesimpulan

1. Tinggi gelombang yang diperoleh dari hasil perhitungan berkisar antara 0.7454 m hingga 1.271 m pada kedalaman 1 m hingga 25m. Berdasarkan analisis transformasi gelombang di Pantai Lumintang menggunakan data angin selama 5 tahun terakhir, diperoleh hasil sebagai berikut:
  - Tinggi gelombang pecah = 1.4578 m
  - Gelombang pecah pada kedalaman = 1.250 m
  - Arah datang gelombang pecah = 45 °
2. Setelah dilakukan simulasi perubahan garis pantai di Pantai Lumintang menggunakan aplikasi CEDAS dengan modul NEMOS, diperoleh hasil berdasarkan analisis transformasi gelombang dengan memanfaatkan data angin selama 5 tahun terakhir (masa lalu) sebagai berikut:
  - Nilai gerusan maksimum = -82,4 m
  - Koordinat x = 390
  - Koordinat y = 742,26
  - Nilai penambahan maksimum = 5,62 m
  - Koordinat x = 840
  - Koordinat y = 76,55
  - Nilai rata-rata penambahan setelah 10 tahun = 1,88 m

### 4.2 Saran

Penelitian berikutnya daerah yang mengalami abrasi cukup tinggi, disarankan dilakukan studi lanjutan terkait penerapan bangunan pelindung pantai seperti breakwater, groin, atau revetment dengan tetap memperhatikan keseimbangan lingkungan di sekitarnya.

## Referensi

- Sabatun, K. M. HI. (2024). Pemilihan Formasi Groin Seri Akibat Perubahan Garis Pantai Di Pantai Mahembang Kecamatan Pusomaen Kabupaten Minahasa Tenggara Provinsi Sulawesi Utara.
- Sasmito, B., & Suprayogi, A. (2019). Kajian deteksi dan penentuan garis pantai dengan metode terestris dan pengindraan jauh. *Elipsoida: Jurnal Geodesi dan Geomatika*. 2(02). 1-6.
- Sumampouw, F. V., Thambas, A. H., & Jasin, M. I. (2023). Perencanaan Pengaman Pantai Di Pantai Baho Kecamatan Likupang Barat. *TEKNO*, 21(85), 837-848
- Mokodongan, M. A., Jasin, M. I., & Thambas, A. H. (2021). Analisis Karakteristik Gelombang Di Pantai Triple M Kecamatan Likupang Barat. *Jurnal Sipil Statik*. 9(4)..
- Tawoeda, S. P., Tawas, H. J., & Halim, F. (2016). Studi transformasi gelombang terhadap garis pantai beo barat kabupaten kepulauan talaud. *Jurnal Sipil Statik*. 4(3).
- Theodorus Pasomba, M. Ihsan Jasin, Tommy Jansen, *Analisis Pasang Surut Pada Daerah Pantai Tobololo Kelurahan Tobololo Kota Ternate Provinsi Maluku Utara*, Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.11 November 2019 (1515-1526) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Dungus, O., Mamoto, J. D., & Dundu, A. K. T. (2024). Analisis pemodelan perubahan garis pantai menggunakan aplikasi CEDAS NEMOS di Pantai Baho Kecamatan Likupang Barat. *TEKNO*, 22(90).
- Tellang, R., Mamoto, J. D., & Thambas, A. H., 2025, Model Numerik Perubahan Garis Pantai dan Alternatif Bangunan Perlindungan di Pantai Tanjung Merah Kecamatan Matuari Kota Bitung, *TEKNO*, Vol. 23, No. 92, p-ISSN: 0215-9617.
- Roring, Y. T., Thambas, A. H., & Dundu, A. K. T., 2025, Model Numerik Perubahan Garis Pantai dan Alternatif Bangunan Pengaman Pantai di Pantai Mangket Kabupaten Minahasa Utara, *TEKNO*, Vol. 23, No. 93, p-ISSN: 0215-9617
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta
- Triatmodjo, B. 2012. *Perencanaan Bangunan Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta