



PERUBAHAN GARIS PANTAI SUNGAI PINANG KECAMATAN KOTO XI TARUSAN KABUPATEN PESISIR SELATAN

Ahmad Rusdi Kamal¹, Triyatno², Widya Prarikeslan³

Program Studi Geografi,

Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Padang

E-mail : ahmadrusdikamal@yahoo.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah (1) mengetahui berapakah nilai dari aktivitas gelombang (panjang gelombang, kecepatan gelombang, energi gelombang, dan tinggi hempasan gelombang). (2) mengetahui nilai transportasi sedimen. (3) mengetahui nilai faktor penentu (G_o) abrasi/akresi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Metode pengumpulan data dari hasil pengukuran di lapangan, observasi, dan dokumentasi penelitian. Teknik pengambilan sampel dengan teknik purposive sampling. Pantai mengalami abrasi ketika nilai $G_o < 0.0556$, pantai akresi ketika nilai $G_o > 0.111$ dan pantai seimbang apabila nilai G_o diantara 0.0556 sampai 0.111. Hasil penelitian memperlihatkan rata-rata panjang gelombang (L_o) di daerah penelitian adalah 293.006 meter. rata-rata kecepatan gelombang (V) di daerah penelitian adalah 19.93 meter/detik. rata-rata energi gelombang (E) di daerah penelitian nilai energi gelombang keseluruhan 0.287 Kg/s². rata-rata tinggi hempasan gelombang (H_b) pada saat itu di daerah penelitian adalah sekitar 0.765 meter. rata-rata daya angkut transport sedimen pada saat itu di daerah penelitian adalah sebesar 123,748 meter³/hari. Pada daerah penelitian pantai yang mengalami abrasi pada titik sampel II dan IV, pantai yang mengalami akresi pada titik sampel I, dan pantai yang mengalami seimbang pada titik sampel III dan V.

Kata Kunci: Garis Pantai, Abrasi, Perubahan.

ABSTRACT

Research objectives (1) what are the values of wave activity (wavelength, wave velocity, wave energy, and wave height). (2) sediment transport values. (3) the value of the determinant (G_o) abrasion / accretion factor. The method used in this research is a descriptive method with a quantitative approach. Methods of collecting data from field measurements, observations, and research documentation. The sampling technique with purposive sampling technique. Beach abrasion when the G_o value is <0.0556 , accretion beach when the value of $G_o > 0.111$ and the coast equals the G_o value between 0.0556 to 0.111. The results showed the average wavelength (L_o) of the study area was 293,006 meters. the average wave velocity (V) of the study area is 19.93 meters / second. the average wave energy (E) in the study area is wave energy value 0.287 Kg / s². the average wave height (H_b) of the study area was around 0.765 meters. the average sediment transport carrying capacity of the study was 123,748 meters³ / day. In the coastal area of abrasion at points II and IV, the accretion coast at sample point I, and the coast are balanced at sample points III and V.

Keywords: Coastline, abrasion, Change.

¹Mahasiswa Program Studi Geografi

²Dosen Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang,

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara kepulauan yang terdiri dari sekitar 17.504 pulau dengan panjang garis pantai \pm 81.000 km dan luas laut 62% dari luas teritorialnya. Setiap pulau memiliki perbedaan yang dipengaruhi oleh kondisi geologis dan geomorfologis. Garis pantai terletak di kawasan pantai yang merupakan kawasan yang mempunyai beberapa ekosistem tersendiri dimana setiap kehidupan pantai saling berkaitan antara satu sama lain, antara satu ekosistem dengan ekosistem lainnya saling mempunyai keterkaitan serta berbagai fungsi yang kadang-kadang saling menguntungkan maupun merugikan. Oleh karena itu, kawasan pantai merupakan satu kawasan yang sangat dinamik begitu pula dengan garis pantainya. Perubahan terhadap garis pantai adalah satu proses tanpa henti (terus menerus) melalui pelbagai proses baik pengikisan (*abrasi*) maupun penambahan (*akresi*) pantai yang diakibatkan oleh pergerakan sedimen, arus susur pantai (*longshore current*), tindakan ombak dan penggunaan tanah (Vreugdenhil-1999). Perubahan pada garis pantai yang diakibatkan oleh faktor-faktor tersebut di atas dapat menunjukkan kecenderungan perubahan garis pantai tersebut terkikis (mengarah ke daratan) atau bertambah (menjorok ke laut).

Daerah pantai merupakan sebuah bentuk geologis yang terdiri dari pesisir dan terdapat di kawasan pesisir laut. Pesisir adalah daerah yang terbentang dari zona gelombang pecah di laut hingga batas akhir daratan aluvial pesisir di dataran, jika daerah pesisir membentang dari laut hingga darat maka yang disebut pesisir berupa bentangan dari darat saja, yaitu dari garis pesisir hingga batas akhir daratan aluvial (Sutikno,1993). Pantai dapat memberikan pendapatan kepada Negara dan penduduk karena pantai sangat berpotensi sebagai daerah penghasil ikan, wisata, kegiatan industri, pemukiman, pelabuhan, pertambangan, konservasi lahan dan lain-lain. Tetapi dengan adanya proses dan tenaga yang bersifat alami atau non alami maka pantai akan mengalami perubahan.

Proses ketidakseimbangan antara sumber sedimentasi dengan gaya yang bekerja di muka pantai cenderung akan menyebabkan garis pantai berubah dalam bentuk abrasi dan akresi. Perubahan garis pantai ditentukan oleh banyaknya sedimen yang keluar dan masuk tiap ruas pantai. Jika sedimen yang masuk lebih tinggi dari yang keluar, maka pantai akan mengalami sedimentasi, dan jika sebaliknya, sedimen yang masuk lebih kecil dari yang keluar, maka pantai akan mengalami erosi. Perubahan profil garis pantai ini disebabkan oleh angkutan sedimen

tegak lurus pantai dan transpor sepanjang pantai (Hariyadi, 2011).

Nagari Sungai Pinang merupakan nagari yang berada di Kecamatan Koto XI Tarusan Kabupaten Pesisir Selatan. Kabupaten pesisir selatan merupakan kabupaten yang mengalami abrasi yang cukup besar, khususnya di Nagari Sungai Pinang. Perubahan garis pantai yang akan ditemui pada kawasan ini diakibatkan oleh abrasi maupun akresi. Menurut Pardjaman dan Handriani dalam Khairunnisa (2010), perubahan garis pantai dapat terjadi akibat dari dua kejadian yaitu pengendapan material sedimen pantai (sedimentasi) dan pengikisan pantai (abrasi). Sedimentasi merupakan kondisi semakin majunya garis pantai akibat adanya penambahan material hasil endapan dari sungai dan laut, sedangkan abrasi adalah mundurnya garis pantai karena dinamika gerak air laut seperti gelombang dan hempasan ombak. Permasalahan yang terjadi pada nagari sungai pinang Kecamatan Koto XI Tarusan berupa abrasi dan akresi, akibat abrasi di pantai sungai pinang mundurnya sebagian rumah penduduk ke daratan dari garis tepi pantai, hal ini disebabkan karena sebelumnya pada tahun 2013 abrasi yang terjadi di nagari sungai pinang mengakibatkan 5 rumah penduduk rusak ringan dan 1 rumah rusak parah, hal ini diakibatkan oleh gelombang pasang yang terjadi sejak sepekan terakhir

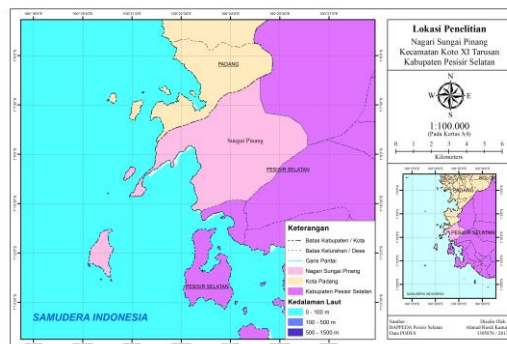
(sumbar.antaraneews.com). Gelombang adalah pergerakan naik turunnya air dengan arah tegak lurus permukaan air laut yang membentuk kurva/ grafik sinusoidal, gelombang laut disebabkan oleh angin. Angin di atas lautan mentransfer energinya ke perairan menyebabkan riak-riak, alun/bukit dan berubah menjadi apa yang kita sebut sebagai gelombang (Prarikeslan, 2016).

Jika abrasi ini terus dibiarkan, maka akan semakin banyak lahan dan pemukiman warga yang terancam akibat abrasi. Selanjutnya pada muara yang di nagari sungai pinang terjadinya pendangkalan di muara yang lambat laun akan mengakibatkan suatu dataran berupa tanah timbul, karena terjadinya sedimentasi didekat muara sungai akan menyebabkan terjadinya akresi. Akresi ini mengakibatkan pada saat pasang surut air laut, akan nampak sebuah tanah timbul di dekat muara sungai akan mengakibatkan seperti tertutupnya muara pada saat pasang surut ini. Dampak dari akresi ini akan membuat nelayan di sekitar nagari sungai pinang akan kesulitan masuk perahu nelayan ke dalam sungai maupun perahu nelayan yang akan pergi ke laut.

METODE PENELITIAN

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilakukan di Nagari Sungai Pinang Kecamatan Koto XI Kabupaten Pesisir Selatan .



Gambar 1 : Peta Lokasi Penelitian

Metode pengambilan sampel

Satuan pemetaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah batasan garis pantai dengan objek penelitian adalah pantai sungai pinang, Kecamatan Koto XI Tarusan, Kabupaten Pesisir Selatan. Pengambilan sampel penelitian digunakan sampel area, dan teknik pengambilannya bersifat *purposive sampling*. Batasan sampel hanya pada garis pantai yang di tunjuk. Sampel yang di tunjuk berdasarkan perbedaan garis pantai daerah penelitian, seperti perbedaan lengkungan pantai dan lereng dasar tepi pantai.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah GPS Clinometer, Tonggak/Palem, Stopwatch, Ayakan tekstur, Timbangan Analitik, Wadah penampungan, Alat tulis, dan Kamera.

Bahan yang digunakan dalam penelitian perubahan garis pantai adalah: (1) Peta administrasi (2) Peta geologi (3) Peta tanah (4) Peta lereng

- (5) Citra Google Earth tahun 2005
- (6) Citra Google Earth tahun 2017
- (7) Kantong plastik dan karet gelang.

Data Penelitian

Data yang akan dibutuhkan dalam penelitian ada dua macam, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang dilakukan dengan pengamatan dan pengukuran di lapangan. Data primer yang akan diamati adalah nilai a).Nilai tinggi gelombang, b).Periode gelombang, c)Sudut lereng dasar pantai, dan d).Nilai sedimen pantai. Data primer yang akan di dapat dianalisis dan diolah dengan beberapa formula sehingga tujuan dan variabel penelitian tercapai dengan baik. Data yang akan melengkapi adalah data sekunder berupa analisis dan interpretasi peta dan data-data dari dinas-dinas terkait.

Analisis Data

Setelah di dapat nilai tinggi Gelombang, nilai periode gelombang, sudut kemiringan dasar tepi pantai, nilai d_{50} dan arah

datangnya gelombang, maka data akan diolah dengan menggunakan rumus analisa data agar tujuan dalam penelitian ini tercapai. Rumus analisa data yang akan digunakan adalah :

Panjang Gelombang

Untuk menentukan nilai panjang gelombang digunakan formula yang dikemukakan oleh (Patrichk 1984, dalam Putra, 2009) sebagai berikut :

$$L_o = 1,56 T^2$$

Keterangan:

L_o = Panjang gelombang (meter)

T = Periode gelombang (detik)

Kecepatan gelombang

Untuk menentukan nilai kecepatan gelombang digunakan formula yang dikemukakan oleh (Patrichk 1984, dalam Putra, 2009) sebagai berikut :

$$V = L_o/T$$

Keterangan :

C = Kecepatan gelombang (meter/detik)

L = Panjang gelombang (meter)

T = Periode gelombang (detik)

Energi Gelombang

Untuk menentukan nilai energi gelombang digunakan formula yang digunakan oleh (Triadmojo, 1999) sebagai berikut :

$$E = \frac{1}{8} \rho g H_o^2$$

Keterangan :

E = Energi gelombang (kg,

meter/detik)

ρ = Berat jenis air laut (1,025kg/meter)

g = Gravitasi bumi (9,81 meter/detik)

H_o = Tinggi gelombang (meter)

Tinggi Hempasan Gelombang

Untuk menentukan nilai hempasan gelombang digunakan formula yang dikemukakan oleh (Triyatno, 2006) sebagai berikut :

$$H_b = 0,39 \times g^{1/5} (T \times H^2)^{2/5}$$

Keterangan :

H_b = Hempasan Gelombang (meter)

g = Gravitasi bumi (9,81 meter/detik)

T = Periode gelombang (detik)

H = Tinggi gelombang (meter)

Transport Sedimen

Untuk menentukan nilai transport sedimen digunakan formula yang dikemukakan oleh (Triadmojo, 2006) sebagai berikut :

$$Q = 1.646 \times 106 H_b^2$$

Keterangan :

Q = Total angkut sedimen (meter³/hari)

H_b = Hempasan gelombang (meter)

Faktor Penentu Abrasi, Akresi, atau Seimbang (Go)

Untuk menentukan penentu abrasi, akresi, atau seimbang (Go) digunakan formula yang dikemukakan oleh (Damayanti Astrid, 2001 dalam Putra, 2009) sebagai berikut :

$$Go = (Ho/Lo).(Tg a)^{0,27}(d_{50}/Lo)^{-0,67}$$

Keterangan :

Go = Nilai penentu *abrasi, akresi*, atau seimbang

Ho =Tinggi gelombang maksimal dilapangan (meter)

Lo = Panjang gelombang

a = Sudut lereng dasar tepi pantai (derajat)

d50= Medium ukuran butir atau ukuran persentil ke-50 dari sampel sedimen.

Setelah nilai faktor penentu *abrasi, akresi*, dan seimbang diperoleh, kemudian akan dikategorikan sebagai berikut :

Jika $Go < 0,0556$ = Maka pantai dikatakan sedang mengalami *abrasi*

Jika $Go > 0,1111$ = Maka pantai dikatakan sedang mengalami *akresi*

Jika $0,0556 - 0,1111$ = Maka pantai sedang dalam keadaan seimbang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai dengan hasil uraian pada hasil penelitian, nilai panjang gelombang ditentukan oleh nilai periode gelombang. Semakin besar nilai periode gelombang maka nilai panjang gelombang akan semakin besar. Pantai yang berada daerah penelitian berada langsung berhadapan dengan Samudera Hindia dan selat Mentawai, Pantai yang berada pada daerah penelitian terlindungi oleh teluk ataupun pulau besar, sehingga periode gelombang

lambat. Pantai yang terlindungi oleh teluk dan pulau besar akan memperlambat periode gelombang karena adanya penghambat gelombang menuju pantai. Sesuai dengan hasil Panjang gelombang yang terdapat pada daerah penelitian berbeda-beda, Nilai periode gelombang tercepat pada sampel I 7 detik dan periode gelombang terlambat pada sampel II 20.2 detik dan jika dirata-ratakan panjang gelombang pada daerah penelitian sekitar 293.006 meter. Besar kecilnya nilai kecepatan gelombang ditentukan oleh nilai periode gelombang dan panjang gelombang. Nilai periode gelombang sangat mempengaruhi nilai kecepatan gelombang. Dapat dilihat pada sampel II dengan periode gelombang 20.2 detik menghasilkan energi gelombang 31.51 meter/detik meskipun demikian secara umum nilai panjang gelombang dan kecepatan gelombang sama-sama ditentukan oleh nilai periode gelombang. Kecepatan gelombang sangat dipengaruhi oleh ke beradaan teluk di sekitar pantai, karena dengan adanya teluk kecepatan gelombang dapat terhambat dibandingkan dengan pantai yang tidak memiliki teluk.

Berdasarkan rumus energi gelombang, Triadmojo (1999) berkaitan dengan berat jenis air laut, gravitasi bumi dan tinggi gelombang, sehingga berdasarkan kondisi yang ada dilapangan maka besar kecilnya

energi gelombang dipengaruhi oleh nilai tinggi gelombang. Semakin besar tinggi gelombang semakin besar pula energi gelombang. Energi gelombang juga dipengaruhi oleh gravitasi bumi dan nilai massa jenis air laut, namun nilai gravitasi dan nilai massa jenis air laut tidak begitu berpengaruh terhadap nilai energi gelombang. Energi gelombang juga sama, seperti nilai panjang gelombang dan nilai kecepatan gelombang, dimana sama-sama dipengaruhi oleh aktifitas teluk sebagai penghambat besarnya energi yang terbentuk oleh nilai tinggi gelombang.

Hubungan antara energi gelombang dan nilai tinggi gelombang sangat erat dimana semakin tinggi gelombang semakin besar energi yang terbentuk, dapat dilihat pada sampel II dengan tinggi gelombang 0.58 meter menghasilkan energi gelombang 0.4228 Kg/s^2 sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai tinggi gelombang akan berpengaruh terhadap kecepatan gelombang serta semakin tinggi pula energi yang terbentuk. Selain itu pantai juga akan terlindungi oleh adanya teluk dibandingkan dengan kecepatan dan energi pada pantai yang tidak memiliki teluk. Daerah penelitian energi gelombang yang terbentuk dapat dirata-ratakan sebesar 0.278 Kg/s^2 .

Nilai transport sedimen adalah nilai yang menentukan volume sedimen yang diangkut

perharinya. Pengangkutan sedimen yang dimaksudkan dapat bergerak ke daratan, ke arah laut ataupun menyisir pantai. Pergerakan sedimen ditimbulkan oleh adanya gelombang pecah atau hampasan gelombang akan membentuk sudut datangnya gelombang. Hasil Penelitian yang di dapatkan gelombang yang terbentuk oleh pecahnya gelombang berkisar sudut $2^0 - 7^0$. Dimana sudut datangnya gelombang tegak lurus terhadap pantai. Berdasarkan analisa rumus transportasi gelombang, didapatkan bahwa volume pengangkutan sedimen perharinya ditentukan oleh hampasan gelombang yang terbentuk. Semakin besar nilai hampasan gelombang semakin besar pula volume sedimen yang terangkut perharinya. Besarnya nilai transportasi sedimen perharinya juga dipengaruhi oleh tinggi gelombang dan panjang gelombang, dapat dilihat pada sampel IV yang mengakibatkan pantai menjadi *Akresi* sehingga makin besar nilai tinggi gelombang semakin besar pula nilai transport sedimen. Nilai transportasi sedimen juga memiliki pengaruh terhadap pantai yang berteluk, karena pantai yang berteluk akan meredam hampasan gelombang, sehingga nilai transportasi sedimen pun akan teredam seperti hampasan gelombang, karena tidak ada energi gelombang yang menggerakkan daya angkut sedimen dan sedimen tidak jauh meninggalkan pantai. Begitu juga dengan adanya grid yang

dibangun untuk pemecah ombak yang bertujuan agar ombak atau gelombang yang datang ke pantai biasa diredam.

Berdasarkan rumus yang menentukan nilai faktor penentu *akresi* dan *abrasi* dengan menentukan faktor tingkat maksimal dilapangan, panjang gelombang, sudut lereng tepi pantai, nilai presidientil sedimen atau nilai tengah sedimen (d_{50}). Nilai G_o hanya menentukan pantai dalam keadaan *abrasi*, *akresi* atau pun dalam keadaan seimbang. Nilai G_o yang menentukan pantai sedang mengalami *abrasi* berarti pasokan atau transportasi sedimen dari laut menuju pantai sedikit dibandingkan sedimen atau material yang di angkut dari pantai menuju ke arah laut. Nilai G_o yang menentukan pantai *akresi* berarti pasokan sedimen atau material dari lautan yang di angkut ke arah pantai lebih banyak dibandingkan material atau sedimen yang diangkut dari pantai menuju kearah lautan, sedangkan nilai G_o yang menentukan pantai sedang dalam keadaan seimbang adalah material atau sedimen yang angkut sama banyak antara yang diangkut dari daerah pantai menuju laut dan material atau sedimen yang diangkut dari lautan kearah pantai sehingga pantai tidak mengalami perubahan atau tetap.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dibahas sebelumnya, pada pembahasan ini akan

mengungkapkan faktor yang menentukan bentuk perubahan garis pantai pada saat melakukan penelitian. Sesuai dengan data yang ditemukan di lapangan dan hasil analisa, penentuan perubahan garis pantai ditentukan oleh nilai G_o , nilai periode gelombang, nilai kecepatan gelombang, nilai energi gelombang, nilai tinggi hempasan gelombang, nilai transportasi sedimen, tidak selalu memberikan pengaruh negatif. Negatif dan positifnya nilai tersebut jika nilai G_o telah diketahui. Penentuan nilai G_o yang mempengaruhinya adalah nilai tinggi gelombang (H_o), nilai panjang gelombang (L_o), sudut kemiringan tepi pantai ($Tg \alpha$), dan nilai presidientil sedimen atau nilai tengah sedimen (d_{50}), artinya nilai parameter gelombang lainnya tidak lagi menentukan nilai G_o atau pantai sedang dalam keadaan *abrasi*, *akresi* dan seimbang melainkan hanya sebagai nilai penjelas dari nilai G_o .

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisa data yang telah dijabarkan pada bab-bab sebelumnya, maka kesimpulan dari penelitian ini adalah :

Aktivitas gelombang : (a) Nilai rata-rata panjang gelombang (L_o) pada saat itu di daerah penelitian adalah 293.006 meter. (b) Nilai rata-rata kecepatan gelombang (V) pada saat itu di daerah penelitian adalah 19.93 meter/detik.

(c) Nilai rata-rata energi gelombang (E) pada saat itu di daerah penelitian maka nilai energi gelombang keseluruhan sekitar 0.278 Kg/s^2 . (d) Nilai rata-rata tinggi hampasan gelombang (Hb) pada saat itu di daerah penelitian adalah sekitar 0.617 meter.

Nilai rata-rata daya angkut transport sedimen pada saat itu di daerah penelitian adalah sebesar

SARAN

Penelitian perubahan garis pantai sebaiknya dilakukan berulang-ulang, baik frekuensi pengukuran dan waktu dan kedalaman serta karakteristik gelombang, tentunya hal ini disesuaikan dengan tujuan penelitian yang dilakukan, karena semakin banyak data yang diperoleh semakin baik penilaian terhadap perubahan garis pantai yang diteliti. Pemerintah setempat perlu memberikan penyuluhan kepada masyarakat setempat tentang keadaan pantai yang sangat bervariasi akan sangat mempengaruhi ketahanan material pantai, dimana ada material yang halus yang tidak sanggup menahan serangan gelombang yang besar dan tinggi, sehingga perlu diantisipasi dengan menanam pohon yang dapat mengurangi terjangan ombak atau gelombang.

Pada daerah penelitian terdapat pantai yang mengalami *abrasi*, *akresi*, dan seimbang dan

75,764 meter³/hari. Pada daerah penelitian terdapat perubahan garis pantai berupa *abrasi*, *akresi*, dan seimbang. Titik sampel yang sedang mengalami *abrasi* terletak pada titik sampel II dan IV sedangkan pantai yang sedang mengalami *akresi* terletak pada titik sampel I, serta pantai yang sedang mengalami keadaan seimbang terdapat pada titik sampel III dan V.

akan mengalami perubahan dengan cepat tergantung dayaimbang batuan, material, dan lereng pantai terhadap gelombang. Diharapkan pada pemerintah daerah setempat agar lebih memperhatikan lagi daerah Sungai Pinang, karena di daerah ini perubahan garis pantai akan begitu cepat, agar tidak terjadi kerugian terhadap masyarakat setempat pada khususnya dan pemerintah daerah pada umumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Hariyadi. 2011. Analisis Perubahan Garis Pantai Selama 10 Tahun Menggunakan CEDAS (Coastal Engineering Design And Analysis System) Di Perairan Teluk Awur Pada Skenario Penambahan Bangunan Pelindung Pantai. *Buletin Oseanografi Marina*, 1:90
<https://sumbar.antaraneews.com/video/7756/puluhan-rumah-terancam-abrasi>
- Khairunnisa, A. 2010. Tinjauan pustaka dinamika pantai. <http://nizcha0804.blogspot.com-/2010/02/tinjauan-pustaka->

- dinamikapantai.html. Diakses tanggal 11 Februari 2019.
- Prarikeslan, Widya. 2016. *Oseanografi*. Jakarta:Kencana.
- Sutikno, 1993.'' *Karakteristik Bentuk dan Geologi di Indonesia''*. Yogyakarta: Diklat PU Wil III. Dirjen Pengairan DPU.
- Triadmodjo, Bambang. 1999, *Teknik Pantai*, Yogyakarta: Beta Offset
- Vreugdenhil, C. B. 1999. Transport Problems in Shallow Water, Battleneeks and Appropriate Modelling: Twente University, Department of Civil Engineering and Management. Seminar on *Sediment Transport Modelling*.