

PREDICTING COASTLINE CHANGES IN DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA USING ONE-LINE MODEL

¹⁾Dinda Satria Perdana, ²⁾Nizar Achmad, ³⁾Edy Sriyono

¹⁾Alumni Jurusan Teknik Sipil Universitas Janabadra

²⁾³⁾Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Janabadra

Email: ¹⁾satryaxperdana@gmail.com, ²⁾nizarachmad@janabadra.ac.id, ³⁾edysriyono@gmail.com

ABSTRACT

The dynamics of coastal areas causing coastal areas prone to various natural problems, one of which is the problem of coastal erosion. Erosion leads to various problems in the coastal environment. The fundamental problem is the shoreline change changes. Coastline changes occur as a result of various natural phenomena that happened in the oceans such as wind, wave, tidal and so forth. Those natural phenomenon takes place continuously so that coastal areas will be under pressure, thus eventually coastline will change.

This research predicts changess in the coastline change located in South Beach Yogyakarta. The analysis was performed using one-line models with the help of GENESIS 3.0 software. The modeling was performed by entering data in the form of shoreline coordinates x and y, wave data includes height, period, and direction of the waves. Wave data were obtained from wind data analysis of BMKG Maritime Cilacap in the form of daily wind data from 2001-2005. Wind data was processed into the wind rose. Shoreline change then was simulated for the next 10 years. The output of the GENESIS program was in the form of a total volume of sediment transport, major changes in coastlines, and prediction of shoreline position. Sediment transport occured at $-3.69E + 05 \text{ m}^3$. The biggest abrasion occurred at the point 38 is equal to 13.88 m and the biggest accretion occurred at a accretion occurred at a point 193 which is 20 m. Abrasion occurred in the village of Parangtritis amounted to 6.05 Ha, 6.40 Ha at Tirtohargo, 6.35 Ha at Srigading, Gadingsari reached 1.74 Ha, 5.76 Ha at Poncosari, 5.5 Ha at Banaran, 0.39 Ha at Karangsewu, 0.29 Ha at Bugel, 0.09 Ha at Pleret, 0.90 Ha at Garongan, Karangwuni was 3.44 Ha, Glagah was 3.47 Ha, 0.84 Ha at Palihan, Sindutan at 0 Ha, and Jangkaran amounted to 9.93 Ha. Accretion that occurred in the village of Parangtritis amounted to 7.55 Ha, Tirtohargo of 4.82 Ha, Srigading of 6.37 Ha, Gadingsari of 2.35 Ha, 3.43 Ha at Poncosari, 8.08 Ha at Banaran, 0.57 Ha at Karangsewu, 2.55 Ha at Bugel, Pleret of 0.86 Ha, 0.76 Ha at Garongan, Karangwuni of 1.74 Ha, Glagah of 5.18 Ha, Palihan of 0.44 Ha, Sindutan amounted to 0.60 Ha and Jangkaran amounted to 8.68 Ha.

Keywords: South Beach Yogyakarta, Windrose, One-line models, GENESIS 3.0.

PENDAHULUAN

Dinamika wilayah pantai menyebabkan wilayah pantai rentan terhadap berbagai masalah alam, salah satunya adalah masalah erosi pantai. Erosi pantai menyebabkan berbagai masalah pada lingkungan pantai. Masalah yang mendasar adalah masalah perubahan garis pantai (*shoreline changes*). Perubahan garis

pantai terjadi akibat dari berbagai fenomena alam yang terjadi di lautan seperti angin, gelombang, pasang surut dan lain sebagainya.

Fenomena alam tersebut berlangsung secara terus menerus sehingga wilayah pantai akan mengalami tekanan sehingga semakin lama garis pantai tersebut akan berubah.

Perubahan garis pantai ditandai dengan adanya suatu wilayah yang mengalami erosi (pengikisan) dan suatu wilayah yang mengalami akresi (sedimentasi). Peristiwa erosi dan akresi ini terjadi akibat pengaruh arus yang membawa angkutan sedimen dari berbagai sumber seperti laut, sungai atau material-material pantai.

Transportasi sedimen ini terjadi secara terus menerus hingga menyebabkan peristiwa erosi dan akresi tersebut. Dari pernyataan tersebut dapat dikatakan bahwa peristiwa perubahan garis pantai (*shoreline changes*) terjadi akibat transportasi sedimen yang terjadi pada pantai tersebut (Triatmodjo, 1999).

Pantai selatan Daerah Istimewa Yogyakarta ini merupakan pantai pariwisata dan perikanan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dalam pengembangan ilmu teknik sipil secara umum dan ilmu teknik hidro secara khusus. Selain itu diharapkan pula melalui penelitian ini dapat memberikan gambaran mengenai wilayah-wilayah di pantai selatan yang diprediksi akan mengalami erosi yang besar serta sebagai masukan kepada instansi terkait dalam penanganan lanjutan yang mungkin dilakukan di masa yang akan datang.

Tujuan dari penelitian ini adalah memperkirakan perubahan garis pantai yang terjadi 10 tahun mendatang di sepanjang Pantai Selatan Daerah Istimewa Yogyakarta sejauh 40 km yang nantinya bisa dijadikan acuan untuk menentukan batas aman pemukiman dan acuan perencanaan pelabuhan atau bandara yang akan didirikan.

Menyadari adanya keterbatasan, maka penulis memandang perlu memberi batasan masalah secara jelas dan terfokus sebagai berikut:

1. Obyek yang dijadikan penelitian adalah garis Pantai Selatan Daerah Istimewa Yogyakarta sepanjang 40 km.
2. Perencanaan meliputi perubahan garis pantai dari tahun ini sampai dengan 10 tahun mendatang.
3. Analisis data menggunakan standarisasi *Shore Protecting Manual (SPM)*.

4. Koordinat garis pantai diperoleh dari *plotting* menggunakan program *AutoCAD*.
5. Analisis pemodelan menggunakan program *GENESIS 3.0* dengan metode *One-Line Model*.
6. Desain gambar dan ilustrasi menggunakan program *AutoCAD*.
7. Pengaruh pasang surut lautan tidak diperhitungkan.
8. Pengaruh aliran dan keberadaan sungai tidak diperhitungkan.

METODE PENELITIAN

A. Pengumpulan Data

Data yang diperlukan untuk analisa perubahan garis pantai yaitu:

1. Data Angin
Data angin meliputi arah dan kecepatan angin yang dicatat per hari
2. Data Distribusi Ukuran Butir
Data ukuran butir ini diperoleh dari hasil uji di Lab. Mektan Janabadra
3. Data Koordinat Garis Pantai
Data koordinat diperoleh dari *plotting* dengan program *AutoCAD*

B. Studi Literatur dan Referensi

Studi literatur ini dilakukan untuk mendapatkan acuan dalam analisis data perhitungan peramalan gelombang yang meliputi tinggi gelombang, periode gelombang, dan arah gelombang.

C. Studi Program *GENESIS 3.0*

Studi ini merupakan bagaimana cara mengoperasikan program *GENESIS* meliputi:

1. Input Data
2. Output
3. Analisa Data

ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Peramalan Gelombang

Sebelum melakukan pemodelan dengan program *GENESIS*, terlebih dahulu dihitung peramalan gelombang yang nantinya akan terjadi. Angin yang berhembus di atas

permukaan air akan memindahkan energinya ke air. Kecepatan angin akan menimbulkan tegangan pada permukaan laut, sehingga permukaan air yang semula tenang akan terganggu dan timbul riak gelombang kecil di atas permukaan air. Apabila kecepatan angin bertambah, riak tersebut menjadi semakin besar, apabila angin berhembus terus akhirnya akan terbentuk gelombang.

Tinggi dan periode gelombang yang dibangkitkan dipengaruhi oleh angin yang meliputi kecepatan angin (U), lama hembus angin (D), Arah angin (θ), dan fetch (F). Untuk mendapatkan hasil hitungan tersebut perlu mengumpulkan data angin dan mengolahnya.

1. Data Angin

Data angin didapat dari BMKG Maritim Cilacap. Data angin tersebut mencakup data angin dari tahun 2001-2005. Data angin yang diperoleh merupakan data angin rerata harian yang terdiri dari arah angin dan kecepatan angin.

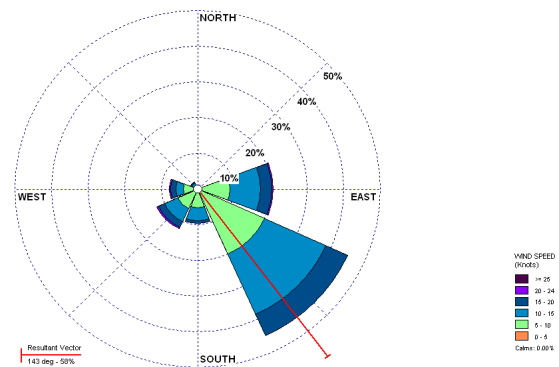
Data angin tersebut kemudian dikelompokkan menurut arah dan kecepatan angin. Dari data tersebut diketahui persentase angin yang terjadi pada arah dan kecepatan angin tertentu seperti pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Persentase Kejadian Angin Berdasar Arah dan Kecepatan

Tahun 2001-2005						
Arah Angin	Kecepatan Angin (knot)					Jumlah Kejadian
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	
U	0.06	0.39	0.44	0.22	0.00	1.10
TL	0.06	0.22	0.50	0.50	0.00	1.27
T	0.50	8.33	8.39	2.98	0.50	20.70
TG	0.99	19.09	18.43	6.46	0.06	45.03
S	0.28	4.97	3.64	0.72	0.00	9.60
BD	0.44	5.52	4.03	1.82	0.44	12.25
B	0.61	3.42	1.88	1.60	0.33	7.84
BL	0.28	0.94	0.61	0.33	0.06	2.21
Total Jumlah Kejadian						100

Dari data persentase kejadian angin tersebut dapat dijadikan acuan untuk membuat mawar angin (*windrose*). *Windrose* yang dibuat nantinya menggunakan program *WRPLOT* keluaran dari *Lake Environment*. Hasil keluaran *windrose* dari program dengan data di atas dapat

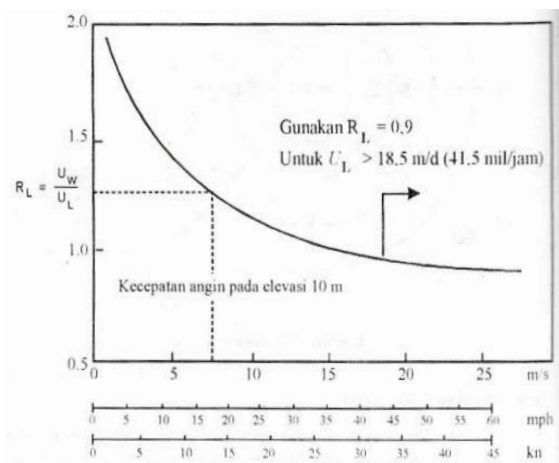
dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. *Windrose* dari Program *WRPLOT*

2. Konversi Kecepatan Angin

Biasanya pengukuran angin dilakukan di daratan, padahal di dalam rumus-rumus pembangkitan gelombang data angin yang digunakan adalah yang ada di atas permukaan laut. Oleh karena itu diperlukan transformasi dari data angin di atas daratan yang terdekat dengan lokasi studi ke data angin di atas permukaan laut. Hubungan antara angin di atas permukaan laut dan di atas daratan terdekat diberikan oleh $R_L = U_w/U_L$ seperti dalam Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Hubungan antara Kecepatan Angin di Darat dan Laut

Setelah diperoleh kecepatan angin dalam satuan m/s, maka sudah bisa dihitung faktor tegangan angin dengan rumus sebagai berikut.

$$U_A = 0,71 U_w^{1,23} \dots (1)$$

a. *Fecth Limited*

- 1) Tinggi gelombang
 $H = 1,616 \times 10^{-2} \cdot U_A \cdot F^{1/2}$
- 2) Periode gelombang
 $T = 6,238 \times 10^{-1} \cdot (U_A \cdot F)^{1/3}$
- 3) Lama angin berhembus
 $t = 0,0893 \cdot (F^2/U_A)^{1/3}$

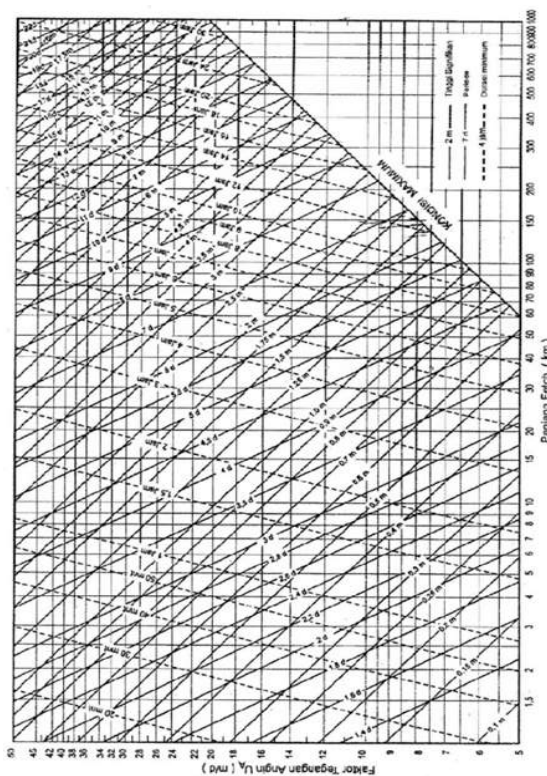
b. *Fully Developed*

- 1) Tinggi Gelombang
 $H = 2,482 \times 10^{-2} \cdot U_A^2$
- 2) Periode gelombang
 $T = 8,30 \times 10^{-1} \cdot U_A$
- 3) Lama angin berhembus
 $t = 2,027 \cdot U_A$

dengan:

- H = Tinggi gelombang (m)
- T = Periode gelombang puncak (dt)
- F = Panjang *fetch* efektif (km)
- U_A = Kecepatan angin terkoreki (m/dt)
- g = Percepatan gravitasi (9,81 m/dt²)
- t = waktu (jam)

Atau dengan membaca grafik berikut ini.



Gambar 4. Grafik Peramalan Gelombang

B. Penggunaan Program GENESIS

Dalam penelitian ini prediksi perubahan garis pantai akan dilakukan dengan menggunakan program *GENESIS* dengan 2 perlakuan yaitu tahun dimulainya penelitian (2015) dan 10 tahun mendatang (2025). Prediksi ini dimaksudkan untuk mengetahui perubahan garis pantai yang terjadi dalam kurun waktu tertentu dengan kondisi eksisting, sehingga dapat diketahui perubahan garis pantai akan yang terjadi, yang kemudian dari perubahan itu dapat dilakukan pemilihan alternatif bangunan pelindung pantai yang efektif untuk penanganan masalah yang ditimbulkan oleh perubahan garis pantai tersebut.

Data-data yang harus dikoneversi sebagai input dalam program *GENESIS* adalah:

1. DEPTH

DEPTH berisi kedalaman air laut sepanjang pantai yang disimulasi yang akan menyebarkan gelombang pecah dimana nilainya sudah disediakan oleh *GENESIS* dalam *NSWAV* sebagai input model gelombang eksternal.

2. SHORL

Merupakan masukan ordinat garis pantai awal. Cara mendapatkan ordinat ini adalah dengan memplotkan garis pantai pada peta dengan menggunakan program *AutoCAD*. Yaitu dengan membuat grid-grid pada jarak tertentu yang tegak lurus garis pantai, sehingga dapat diketahui koordinatnya. Jarak antar grid yang digunakan dalam analisis ini sebesar 100 m, dengan jumlah grid 340 buah.

Dari penentuan jarak tiap grid maka dapat diperoleh data ordinat pantai sebagai berikut.

Tabel 4. Data Koordinat Garis Pantai

Tahun 2015			Tahun 2015		
No Titik	X	Y	No Titik	X	Y
1	0	348.60	11	1000	528.01
2	100	357.43	12	1100	563.55
3	200	393.96	13	1200	573.50
4	300	389.24	14	1300	574.51
5	400	396.52	15	1400	588.11
6	500	408.78	16	1500	585.12
7	600	427.14	17	1600	619.83
8	700	444.95	18	1700	639.77
9	800	463.80	19	1800	660.86
10	900	501.93	20	1900	690.58

gelombang pada file *WAVES* dengan sistem koordinat grid hasil pemodelan. Hal ini dilakukan jika terdapat perbedaan dalam penentuan arah utara. Pada data input gelombang, arah utara ditentukan berdasarkan arah mata angin. Sedangkan *GENESIS* akan membaca arah utara sesuai dengan tegak lurus dengan sumbu x. Nilai sudut 24 merupakan besaran konversi sudut yang digunakan.

3. START

Setelah semua data input yang dibutuhkan untuk prediksi perubahan garis pantai sekarang (kondisi eksisting) tersedia maka selanjutnya dilakukan running program melalui file *START*. Semua *comment* yang ada dalam file *START* diisi sesuai dengan input yang ada dan yang disyaratkan oleh *GENESIS*

C. Output Program GENESIS

Setelah program *GENESIS* dijalankan akan dihasilkan file *SETUP*, *OUTPT*, dan *SHORC*.

1. SETUP

SETUP merupakan data output hasil perhitungan program *GENESIS*. Isi data output tersebut berupa ordinat yang menggambarkan perubahan garis pantai dan jumlah angkutan sedimen yang terjadi, serta menampilkan transpor sedimen kumulatif.

2. OUTPT

OUTPT terdiri dari hasil umum simulasi dari running program *GENESIS*, diantaranya grafik *Net Transport Rate*, *Shoreline Change* dan *Shoreline Positions*.

3. SHORC

SHORC merupakan hasil output perhitungan program *GENESIS* yang berupa ordinat posisi garis pantai dalam jangka waktu tertentu yang telah ditetapkan sebelumnya. Isi file *SHORC* ini juga sudah ada di dalam file

SETUP pada bagian akhir proses simulasi. Namun di dalam file *SHORC* ini dipersingkat hanya dengan menampilkan hasil simulasi terakhir posisi garis pantai.

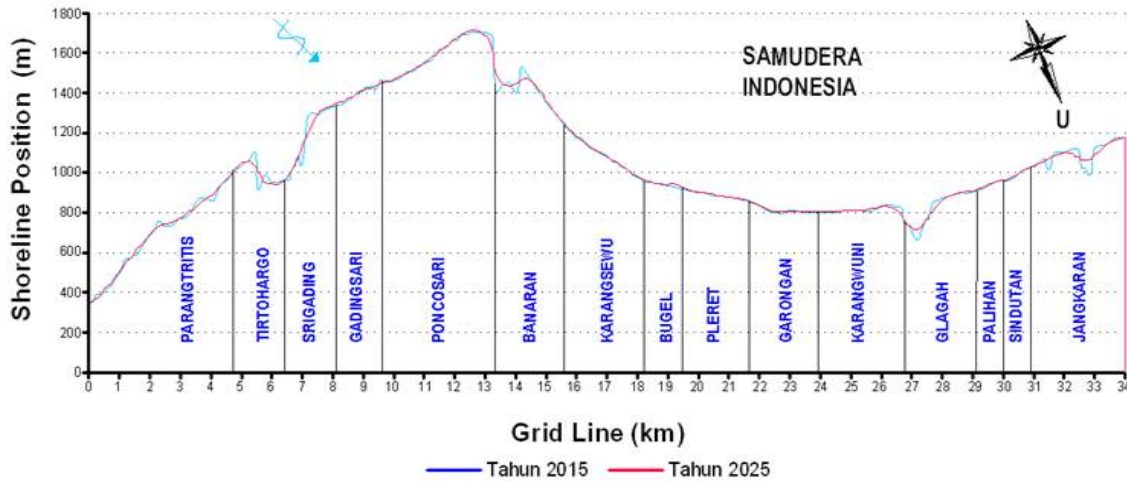
D. Hasil Analisa dan Pembahasan

Dari analisis program *GENESIS*, diperoleh angkutan sedimen *Calculated Volumetric Change* (angkutan sedimen total) sebesar $-3.69E+05$ m³. Perubahan garis pantai yang diperoleh dengan waktu simulasi 10 tahun ke depan ditampilkan dalam Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Hasil Hitungan Perubahan Garis Pantai

No Titik	Tahun 2015		Tahun 2025		Perubahan ΔY
	X	Y	X	Y	
1	0	348.60	0	348.6	0.00
2	100	357.43	100	362.47	5.04
3	200	393.96	200	376.44	-17.52
4	300	389.24	300	390.66	1.42
5	400	396.52	400	405.35	8.83
6	500	408.78	500	421.02	12.24
7	600	427.14	600	438.23	11.09
8	700	444.95	700	456.9	11.95
9	800	463.80	800	476.6	12.80
10	900	501.93	900	496.92	-5.01
11	1000	528.01	1000	517.35	-10.66
12	1100	563.55	1100	537.4	-26.15
13	1200	573.50	1200	556.76	-16.74
14	1300	574.51	1300	575.42	0.91
15	1400	588.11	1400	593.64	5.53
16	1500	585.12	1500	611.82	26.70
17	1600	619.83	1600	630.16	10.33
18	1700	639.77	1700	648.62	8.85
19	1800	660.86	1800	666.88	6.02
20	1900	690.58	1900	684.32	-6.26
21	2000	705.54	2000	700.24	-5.30
22	2100	725.24	2100	714.04	-11.20
23	2200	756.96	2200	725.35	-31.61
24	2300	754.80	2300	734.13	-20.67
25	2400	737.36	2400	740.78	3.42
26	2500	738.83	2500	746.08	7.25

Dari Tabel 5 di atas, kemudian diplotkan dengan *line chart* dari program *Microsoft Office Excel* dan diplotkan ke *program AutoCAD*. untuk melihat hasil simulasi perubahan garis pantainya, sehingga didapatkan perubahan garis pantai selama 10 tahun. Perubahan garis pantai selama 10 tahun ke depan dapat dilihat pada Gambar 7 berikut ini.



Gambar 7. Perubahan Garis Pantai

Dari hasil *plotting AutoCAD* (Gambar 7) diketahui luasan daerah kelurahan yang mengalami abrasi atau akresi seperti yang disajikan dalam Tabel 6. berikut ini.

Tabel 6. Luas Daerah yang Mengalami Abrasi dan Akresi

No	Nama Desa	Keterangan	Luas (Ha)
1	Parangtritis	Abrasi	6.05
		Akresi	7.55
2	Tirtohargo	Abrasi	6.40
		Akresi	4.82
3	Srigading	Abrasi	6.35
		Akresi	6.37
4	Gadingsari	Abrasi	1.74
		Akresi	2.35
5	Poncosari	Abrasi	5.76
		Akresi	3.43
6	Banaran	Abrasi	5.55
		Akresi	8.08
7	Karangsewu	Abrasi	0.39
		Akresi	0.57
8	Bugel	Abrasi	0.29
		Akresi	2.55
9	Pleret	Abrasi	0.09
		Akresi	0.86
10	Garongan	Abrasi	0.90
		Akresi	0.76
11	Karangwuni	Abrasi	3.44
		Akresi	1.74
12	Glagah	Abrasi	3.47
		Akresi	5.18

Lanjutan Tabel 6. Luas Daerah yang Mengalami Abrasi dan Akresi

No	Nama Desa	Keterangan	Luas (Ha)
13	Palihan	Abrasi	0.84
		Akresi	0.44
14	Sindutan	Abrasi	0.00
		Akresi	0.60
15	Jangkaran	Abrasi	9.93
		Akresi	8.68

Khusus lokasi muara sungai banyak terjadi erosi mulut sungai dan akresi penutupan jalur sungai.



Gambar 8. Letak Muara Sungai

Untuk mengetahui hasil hitungan sudah cukup baik maka perlu dibandingkan dengan data abrasi dan akresi historis. Data historis menggunakan analisa perubahan garis pantai berdasarkan foto udara (citra satelit) tahun 2002-2014. Berikut verifikasi hasil analisa penelitian dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

No	Nama Desa	Keterangan	Program <i>GENESIS</i> 2015-2025	Citra Satelit 2002-2014
			Luas (Ha)	Luas (Ha)
1	Parangtritis	Abrasi	6.05	10,17
		Akresi	7.55	5,54
2	Tirtohargo	Abrasi	6.40	3,58
		Akresi	4.82	0,06
3	Srigading	Abrasi	6.35	3,86
		Akresi	6.37	0,35
4	Gadingsari	Abrasi	1.74	6,00
		Akresi	2.35	0,09
5	Poncosari	Abrasi	5.76	19,37
		Akresi	3.43	0,39
6	Banaran	Abrasi	5.55	7,99
		Akresi	8.08	2,68
7	Karangsewu	Abrasi	0.39	14,93
		Akresi	0.57	0.00
8	Bugel	Abrasi	0.29	3,80
		Akresi	2.55	0,01
9	Pleret	Abrasi	0.09	0.00
		Akresi	0.86	2,95
10	Garongan	Abrasi	0.90	0.00
		Akresi	0.76	11,95
11	Karangwuni	Abrasi	3.44	0,27
		Akresi	1.74	17,89
12	Glagah	Abrasi	3.47	4,68
		Akresi	5.18	0,52
13	Palihan	Abrasi	0.84	0,07
		Akresi	0.44	0,53
14	Sindutan	Abrasi	0.00	0,05
		Akresi	0.60	0,07
15	Jangkar	Abrasi	9.93	0,84
		Akresi	8.68	5,61

(Sumber Citra Satelit, 2014)

KESIMPULAN

Dari hasil analisa program *GENESIS* ini diperoleh hasil berupa data perubahan koodinat pantai, volume transpor sedimen, dan posisi garis pantai rencana. Berikut beberapa kesimpulan dari hasil analisa perubahan garis pantai.

1. Abrasi terbesar terjadi pada titik 38 yaitu sebesar 13,88 m dan akresi terbesar terjadi pada titik 193 yaitu sebesar 20 m
2. Abrasi yang terjadi pada Desa Parangtritis sebesar 6,05 Ha, Tirtohargo sebesar 6,40

Ha, Srigading sebesar 6,35 Ha, Gadingsari sebesar 1,74 Ha, Poncosari 5,76 Ha, Banaran 5,5 Ha, Karangsewu sebesar 0,39 Ha, Bugel sebesar 0,29 Ha, Pleret sebesar 0,09 Ha, Garongan sebesar 0,90 Ha, Karangwuni sebesar 3,44 Ha, Glagah sebesar 3,47 Ha, Palihan sebesar 0,84 Ha, Sindutan sebesar 0 Ha, dan Jangkar sebesar 9,93 Ha.

3. Akresi yang terjadi pada Desa Parangtritis sebesar 7,55 Ha, Tirtohargo sebesar 4,82 Ha, Srigading sebesar 6,37 Ha, Gadingsari sebesar 2,35 Ha, Poncosari 3,43 Ha, Banaran

8,08 Ha, Karangsewu sebesar 0,57 Ha, Bugel sebesar 2,55 Ha, Pleret sebesar 0,86 Ha, Garongan sebesar 0,76 Ha, Karangwuni sebesar 1,74 Ha, Glagah sebesar 5,18 Ha, Paliha sebesar 0,44 Ha, Sindutan sebesar 0,60 Ha, dan Jangkar sebesar 8,68 Ha.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, (1984). *Shore Protection Manual*, 4 th Ed.,1 vols, US Government, Printing Office ,Washington D.C

Irfani, Masykur. (2007). Tugas Akhir. *Perencanaan Pengaman Pantai Kragan Dalam Menangani Masalah Abrasi*.

Universitas Diponegoro Semarang.

Nizam (1986). Jurnal. *Model Perkembangan Garis Pantai*. Media Teknik Edisi No. 3 Tahun VIII. Yogyakarta.

Pranoto, Sumbogo, (2007). Jurnal. *Prediksi Perubahan Garis Pantai Menggunakan Model Genesis*. Universitas Diponegoro Semarang.

Triatmodjo, B. (2009). *Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset.

Triatmodjo, B. (2012). *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.

Yuwono, Nur. (1982). *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Biro Penerbit KMTS.