

**Deteksi Perubahan Garis Pantai dengan Metode BILKO dan AGSO
(Studi Kasus Kawasan Pantai Selatan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta
tahun 1997 Sampai Tahun 2012)**

Septian Dewi Cahyani¹⁾, Andri Suprayogi, ST., M.T²⁾, M. Awaluddin, ST., M.T³⁾

Mahasiswa Teknik Geodesi Universitas Diponegoro, Semarang¹⁾
Dosen Pembimbing I Teknik Geodesi Universitas Diponegoro, Semarang²⁾
Dosen Pembimbing II Teknik Geodesi Universitas Diponegoro, Semarang³⁾

ABSTRACT

Coastline change detection in Yogyakarta Province conducted in 15 years (1997-2012) utilizing Landsat satellite imagery in 1997, 2002, 2006, and 2012. According to Sudarsono, 2011 coastline is the meeting between the shore (land) and water (ocean). A certain water level was chosen to explain the position of the coastline, the water line (high water line) as the coastline and the line of low water (low water line) as a reference depth.

The conclusion from the results of digitization and validation using GPS handheld tracking in the field in 2012 with Landsat image data are applied to the formula BILKO and AGSO obtained the best accuracy values of 95% for BILKO formula.

Average coastline change from the best formula is (1) Average coastline change in 1997-2002 caused by the abrasion of 212.20 Ha, and average result of the accretion of 107.89 Ha. (2) Average coastline change in 2002-2006 caused by the abrasion of 287.00 hectares, and average result of the accretion of 236.89 Ha. (3) Average year 2006-2012 coastline changes that occur due to abrasion of 379.50 Ha, and average result of the accretion of 250.07 Ha.

Key words : Landsat Satellite Imagery, Coastline Change

PENDAHULUAN

Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta terletak di 7°15'-8°15' LS dan 110°5'-110°4' BT. Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta berbatasan secara langsung dengan Samudra Hindia pada sebelah selatan daerahnya, Hal ini menyebabkan Provinsi ini mempunyai banyak pantai yaitu antara lain Pantai Kuwaru, Samas, Parangtritis, Pandansimo, Baron, Kukup, Krakal, Drini, Samas dan Glagah. Pantai-pantai tersebut terletak di Kabupaten Bantul, Kulon Progo, dan Gunung Kidul.

Banyak metode yang dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan garis pantai. Seperti metode pengukuran terestris dengan memadukan dengan pengukuran pasut, dengan metode ini diperlukan waktu yang sangat lama karena pengukurannya dilakukan secara manual dan pengukuran pasut juga memerlukan waktu yang sangat lama. Tetapi dengan menggunakan metode penginderaan jauh (*Remote Sensing*) yang mempunyai data yang *up to date* dan cepat,

memungkinkan kita untuk mengekstrasi salah satu informasinya.

Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dapat diambil suatu perumusan masalah sebagai berikut :

1. Seberapa besar perubahan luasan pesisir pantai dalam kurun waktu 15 tahun terakhir?
2. Kabupaten manakah yang mengalami perubahan luasan pesisir pantai paling besar?

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Mengetahui Luasan yang tergerus akibat abrasi di pantai selatan Provinsi DIY tahun 1997-2012
2. Mengetahui pada daerah mana perubahan luasan pesisir pantai terbesar terjadi

Batasan Masalah

1. Daerah atau wilayah yang dilakukan penelitian adalah Pantai selatan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Data yang digunakan adalah Peta RBI Provinsi DIY, Citra Landsat (tahun 1997, 2002, 2006, dan 2012), dan data SRTM
3. Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah perubahan garis pantai menggunakan metode rumus algoritma BILKO dan AGSO serta analisis topografi menggunakan DEM (*Digital Elevation Model*).

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian tugas akhir ini dijelaskan secara lengkap sebagai berikut :

Data Penelitian

1. Peta RBI Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta
2. Citra Landsat Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta tahun 1997, 2002, 2006, 2012 yang meliputi 2 scene
3. Data SRTM 90 m DEM version 4 (Latitude Min : 10 S Max : 5 S, Longitude Min 100E 115 E, Center Point Latitude 7.50 S Longitude 112.50 E.).

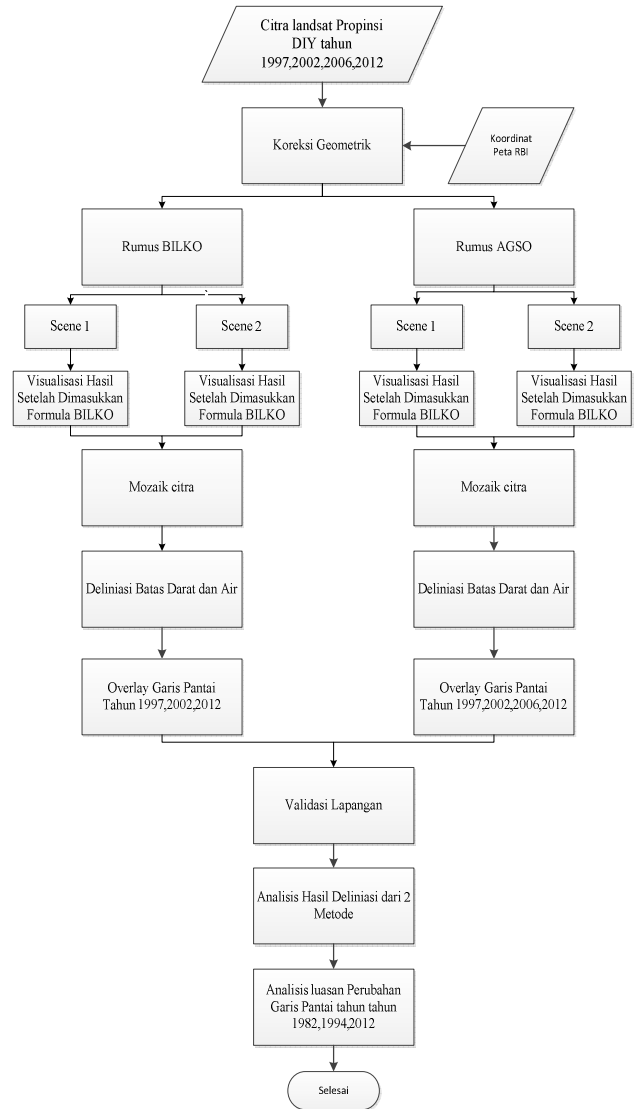
Peralatan Penelitian

Peralatan penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. *Software* Er Mapper 7 dipergunakan dalam proses rektifikasi dan aplikasi rumus
2. *Software* Arc GIS 9.3 dipergunakan dalam proses digitasi garis pantai dan pembuatan layout peta.
3. *Software* AutoCAD dipergunakan dalam proses digitasi luasan, mengetahui data panjang garis pantai

Metodologi Penelitian

Adapun metodologi penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Alir Metodologi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Dari penelitian diatas didapat hasil panjang garis pantai dan luasan perubahan garis pantai dari rumus AGSO maupun BILKO

Tabel 1. Panjang Garis Pantai Rumus AGSO

| TAHUN | KABUPATEN | PANJANG (km) | TOTAL PANJANG (km) | PERSENTASE PANJANG |
|-------|--------------|--------------|--------------------|--------------------|
| 1997 | Kulon Progo | 29,35 | 142,90 | 21% |
| | Bantul | 18,51 | | 13% |
| | Gunung Kidul | 95,05 | | 67% |
| 2002 | Kulon Progo | 28,08 | 135,69 | 21% |
| | Bantul | 18,72 | | 14% |
| | Gunung Kidul | 88,89 | | 66% |

| | | | | |
|------|--------------|-------|--------|-----|
| 2006 | Kulon Progo | 27,56 | 136,22 | 20% |
| | Bantul | 18,72 | | 14% |
| | Gunung Kidul | 89,94 | | 66% |
| 2012 | Kulon Progo | 28,91 | 138,20 | 21% |
| | Bantul | 18,71 | | 14% |
| | Gunung Kidul | 90,58 | | 66% |

Pada rumus AGSO panjang garis pantai pada tahun 1997 sepanjang 142,90 km, garis pantai pada tahun 2002 berkurang sepanjang 7,21 km menjadi 135,69 km. Pada tahun 2006 garis pantai bertambah sepanjang 0,53 km menjadi 136,22 km. Pada tahun 2012 garis pantai bertambah sepanjang 1,97 km menjadi 138,20 km.

Berdasarkan perhitungan rata-rata perbandingan panjang garis pantai tiap kabupaten yang mendapatkan hasil untuk garis pantai kabupaten Kulon Progo dengan rata-rata panjang 28,47 km mempunyai persentase sebesar 21% dari keseluruhan garis pantai Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Untuk Kabupaten Bantul, yaitu kabupaten yang diapit oleh Kabupaten Kulon Progo dan Gunung Kidul mempunyai panjang garis pantai 18,67 km dan persentase 13% dari keseluruhan garis pantai Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Kabupaten Gunung Kidul adalah kabupaten dengan garis pantai terbesar diantara tiga kabupaten lainnya yaitu adalah 91,12 km dengan Persentase sebesar 67%.

Pada rumus BILKO panjang garis pantai pada tahun 1997 sepanjang 132,70 km, garis pantai pada tahun 2002 berkurang sepanjang 17,89 km menjadi 114,80 km. Pada tahun 2006 garis pantai bertambah sepanjang 11,20 km menjadi 126 km. Pada tahun 2012 garis pantai bertambah sepanjang 3,63 km menjadi 129,64 km.

Berdasarkan perhitungan rata-rata perbandingan panjang garis pantai tiap kabupaten yang mendapatkan hasil untuk garis pantai kabupaten Kulon Progo dengan rata-rata panjang 25,96 km mempunyai persentase sebesar 21% dari keseluruhan garis pantai Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Untuk Kabupaten Bantul, yaitu kabupaten yang diapit oleh Kabupaten Kulon Progo dan Gunung Kidul mempunyai panjang garis pantai 16,98 km dan persentase 14% dari keseluruhan garis pantai Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Kabupaten Gunung

Kidul adalah kabupaten dengan garis pantai terbesar diantara tiga kabupaten lainnya yaitu adalah 82,84 km dengan persentase sebesar 66%.

Tabel 3. Tabel Luasan Perubahan Garis Pantai Akibat Abrasi dan Akresi Rumus AGSO

| TAHUN | KABUPATEN | ABRASI (Ha) | AKRESI (Ha) |
|-----------|--------------|-------------|-------------|
| 1997-2002 | Kulon Progo | 1,63 | 90,58 |
| | Bantul | 22,73 | 22,80 |
| | Gunung Kidul | 105,17 | 245,32 |
| JUMLAH | | 129,53 | 358,69 |

| TAHUN | KABUPATEN | ABRASI (Ha) | AKRESI (Ha) |
|-----------|--------------|-------------|-------------|
| 2002-2006 | Kulon Progo | 9,71 | 47,18 |
| | Bantul | 61,95 | 8,75 |
| | Gunung Kidul | 280,70 | 121,17 |
| JUMLAH | | 352,36 | 177,10 |

| TAHUN | KABUPATEN | ABRASI (Ha) | AKRESI (Ha) |
|-----------|--------------|-------------|-------------|
| 2006-2012 | Kulon Progo | 64,15 | 4,17 |
| | Bantul | 42,03 | 9,67 |
| | Gunung Kidul | 188,41 | 206,74 |
| JUMLAH | | 294,60 | 220,59 |

Tabel 4. Tabel Luasan Perubahan Garis Pantai Akibat Abrasi dan Akresi Rumus BILKO

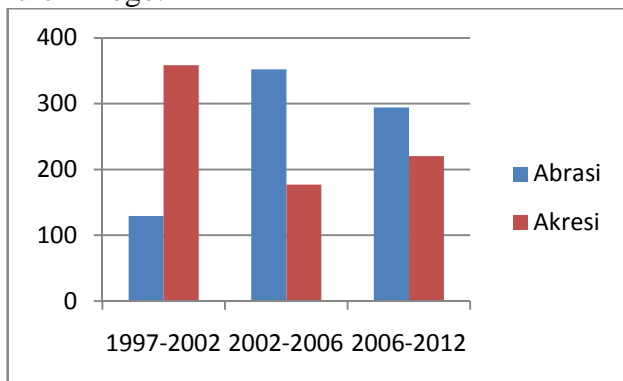
| TAHUN | KABUPATEN | ABRASI (Ha) | AKRESI (Ha) |
|-----------|--------------|-------------|-------------|
| 1997-2002 | Kulon Progo | 15,53 | 40,31 |
| | Bantul | 40,31 | 2,42 |
| | Gunung Kidul | 156,36 | 65,16 |
| JUMLAH | | 212,20 | 107,89 |

| TAHUN | KABUPATEN | ABRASI (Ha) | AKRESI (Ha) |
|-----------|--------------|-------------|-------------|
| 2002-2006 | Kulon Progo | 24,96 | 35,44 |
| | Bantul | 12,35 | 5,02 |
| | Gunung Kidul | 249,69 | 196,43 |
| JUMLAH | | 287,00 | 236,89 |

| TAHUN | KABUPATEN | ABRASI (Ha) | AKRESI (Ha) |
|-------|-----------|-------------|-------------|
|-------|-----------|-------------|-------------|

| | | | |
|-----------|--------------|--------|--------|
| 2006-2012 | Kulon Progo | 120,46 | 0,21 |
| | Bantul | 30,28 | 21,11 |
| | Gunung Kidul | 228,75 | 228,75 |
| JUMLAH | | 379,50 | 250,07 |

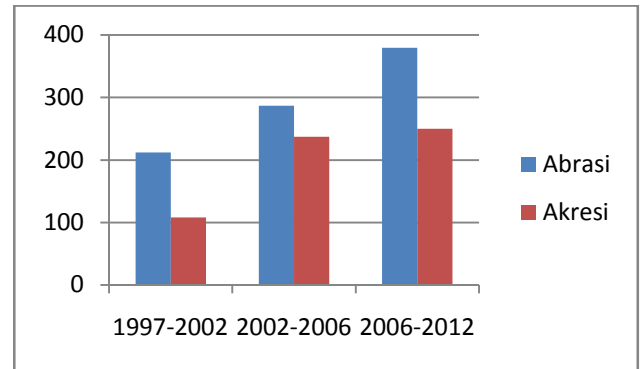
Dalam tabel perubahan luasan rumus AGSO diatas dapat dilihat bahwa Kabupaten Gunung Kidul mempunyai laju abrasi maupun akresi yang paling besar disusul oleh Bantul dan Kulon Progo.



Gambar 2. Grafik Perubahan Garis Pantai Akibat Abrasi dan Akresi Rumus AGSO

Dilihat dari grafik dan data perubahan luas area akibat abrasi maupun akresi, tahun 2002 sampai tahun 2006 merupakan rentang waktu yang mengalami perubahan luas akibat abrasi dan perubahan luas akibat akresi terbesar terjadi pada rentang tahun 2006 sampai 2012. Perubahan luas akibat abrasi paling kecil terjadi pada rentang waktu 2002-2006, sedangkan perubahan luas akibat akresi paling kecil terjadi pada rentang waktu 1997-2002.

Dalam tabel perubahan luasan rumus BILKO diatas dapat dilihat bahwa Kabupaten Gunung Kidul mempunyai laju abrasi maupun akresi yang paling besar disusul oleh Bantul dan Kulon Progo.



Gambar 3. Grafik Perubahan Garis Pantai Akibat Abrasi dan Akresi Rumus BILKO

Dilihat dari grafik dan data perubahan luas area akibat abrasi maupun akresi, tahun 2006 sampai tahun 2012 merupakan rentang waktu yang mengalami perubahan luas akibat abrasi dan akresi. Perubahan luas akibat akresi dan abrasi terjadi pada rentang tahun 1997-2002.

Analisis

Analisis Topografi

Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta mempunyai tiga kabupaten yang mempunyai pesisir pantai. Ketiganya mempunyai karakteristik topografi yang berbeda. Pesisir Kabupaten Kulon Progo dan Bantul cenderung mempunyai karakteristik topografi yang hampir sama yaitu berada pada 0-20 m yang menyebabkan struktur topografinya menjadi landai dan berpasir. Sedangkan pesisir Kabupaten Gunung Kidul berada pada ketinggian 0-200 m yang menyebabkan struktur topografi daerah ini menjadi berbukit-bukit karang dan hanya sebagian kecil merupakan daratan landai berpasir.

Dari pembahasan diatas, Kabupaten Kulon Progo dengan rata-rata panjang 25,96 Km mempunyai persentase sebesar 21% dari keseluruhan garis pantai Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Kabupaten Bantul dengan rata-rata panjang 16,98 Km mempunyai persentase sebesar 14% dari keseluruhan garis pantai Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Dikarenakan persentase yang kecil, maka Laju perubahan area akibat akresi maupun abrasi tergolong mempunyai jumlah yang kecil.

Dilihat dari data kontur Kabupaten Bantul dan Kulon progo berada pada daerah landai yang mempunyai ketinggian antara 0-20 m mempunyai . Seharusnya yang mempunyai laju

perubahan garis pantai yang cenderung lebih besar dikarenakan topografinya yang landai.

Kabupaten Gunung Kidul sendiri mempunyai karakteristik yang berbeda diantara dua kabupaten lainnya. Kabupaten ini berada pada ketinggian 0-200 m diatas permukaan laut, sehingga menyebabkan karakteristik topografi pesisir berbukit-bukit karang dan hanya sebagian kecil yang mempunyai topografi pesisir berpasir. Seharusnya laju perubahan garis pantai di kabupaten ini kecil karena susunan topografinya yang berbukit-bukit tersebut dapat lebih menahan serangan ombak yang menyebabkan abrasi maupun akresi, tetapi pada hasil intepretasi dan digitasi Kabupaten Gunung Kidul mempunyai laju abrasi yang paling besar. Diperkirakan terdapat kesalahan dari rumus BILKO dan AGSO yang membaca bayangan dari benda tinggi seperti karang menjadi daratan, yang mengakibatkan luasan laju abrasi di daerah ini yang seharusnya kecil menjadi sangat besar.

Validasi

Analisis untuk uji akurasi garis pantai hasil interpretasi citra satelit yang telah dilakukan adalah dengan menggunakan suatu metode yaitu metode *Confusion Matriks*. Metode *Confusion Matriks* yang digunakan dalam validasi data penggunaan lahan ini digunakan untuk mengetahui keakuratan pengolahan data dalam penelitian ini. *Tracking* atau pengambilan sampel titik yang mewakili suatu garis pantai digunakan untuk mencocokkan antara data hasil survei lapangan dengan data hasil interpretasi citra yang sudah diaplikasikan rumus BILKO dan AGSO. Data hasil *tracking* yang didapat dari survei lapangan kemudian dilakukan perhitungan matriks untuk mengetahui seberapa besar akurasi penggunaan lahan yang ada dilapangan dengan hasil interpretasi.

1. BILKO tahun 2012

Tabel 5. Hasil Uji Validasi Menggunakan Metode *Confusion Matriks* Rumus BILKO

| Hasil Interpretasi Survey Lapangan | Darat | Laut | Total | Omisi | MA (%) |
|---------------------------------------|-----------|----------|-----------|----------|------------|
| Darat | 39 | 2 | 41 | 2 | 95% |
| Laut | 0 | 0 | 0 | 0 | 0% |
| Total | 39 | 2 | 41 | 2 | 91% |

| Komisi | 0 | 2 | 2 | 5% | |
|-------------------------|------------|---|---|----|--|
| Overall Accuracy | 95% | | | | |

Keterangan:

Overall Accuracy : Akurasi untuk seluruh hasil pemetaan

Omisi : Jumlah sel X yang masuk kelas lain

Komisi : Jumlah sel X tambahan dari kelas lain

MA : Ketelitian Pemetaan

39 : Nilai Sel X yang benar

$$Omisi/Komisi = \left(\frac{Total\ Omisi/Komisi}{Jumlah\ Data} \right) \times 100\%$$

$$Omisi/Komisi = 5\%$$

MA

$$= \frac{Jumlah\ sel\ X\ yang\ benar}{(Jumlah\ sel\ X\ yang\ benar + Jumlah\ Omisi\ sel\ X + Jumlah\ Komisi\ sel\ X)} \times 100\%$$

$$MA = 91\%$$

$$Overall\ Accuracy = \frac{Jumlah\ sel\ X\ yang\ benar}{Jumlah\ data} \times 100\%$$

$$Overall\ Accuracy = 95\%$$

Hasil dari uji akurasi garis pantai menggunakan metode *Confusion Matriks* di dapat nilai omisi sebesar 5%, nilai komisi juga sebesar 5%, nilai ketelitian penelitian (MA) sebesar 91% dan nilai akurasi untuk keseluruhan hasil pemetaan sebesar 95%. Jika nilai *overall accuracy* lebih dari 80%, maka dapat diambil kesimpulan bahwa data hasil interpretasi citra dengan kondisi nyata dilapangan relatif sama. Metode *Confusion Matriks* yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data hasil *tracking* atau survei lapangan sehingga perhitungannya dilakukan secara manual, dengan mencocokkan antara keadaan nyata dengan keadaan yang terlihat pada citra satelit.

2. AGSO Tahun 2012

Tabel 6. Hasil Uji Validasi Menggunakan Metode *Confusion Matriks* Rumus AGSO

| Hasil Interpretasi Survey Lapangan | Darat | Laut | Total | Omisi | MA (%) |
|---------------------------------------|------------|----------|-----------|------------|------------|
| Darat | 37 | 4 | 41 | 4 | 90% |
| Laut | 0 | 0 | 0 | 0 | 0% |
| Total | 37 | 4 | 41 | 4 | 82% |
| Komisi | 0 | 4 | 4 | 10% | |
| Overall Accuracy | 90% | | | | |

Keterangan:

Overall Accuracy : Akurasi untuk seluruh hasil pemetaan

Omisi : Jumlah sel X yang masuk kelas lain
 Komisi : Jumlah sel X tambahan dari kelas lain
 MA : Ketelitian Pemetaan
 37 : Nilai Sel X yang benar

$$\text{Omisi/Komisi} = \left(\frac{\text{Total Omisi/Komisi}}{\text{Jumlah Data}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Omisi/Komisi} = 10 \%$$

$$\text{MA} = \frac{\text{Jumlah sel X yang benar}}{(\text{Jumlah sel X yang benar} + \text{Jumlah Omisi sel X} + \text{Jumlah Komisi sel X})} \times 100\%$$

$$\text{MA} = 82\%$$

$$\text{Overall Accuracy} = \frac{\text{Jumlah sel X yang benar}}{\text{Jumlah data}} \times 100\%$$

$$\text{Overall Accuracy} = 90\%$$

Hasil dari uji akurasi garis pantai menggunakan metode *Confusion Matriks* di dapat nilai omisi sebesar 10%, nilai komisi juga sebesar 10%, nilai ketelitian penelitian (MA) sebesar 82% dan nilai akurasi untuk keseluruhan hasil pemetaan sebesar 90%. Jika nilai *overall accuracy* lebih dari 80%, maka dapat diambil kesimpulan bahwa data hasil interpretasi citra dengan kondisi nyata dilapangan relatif sama. Metode *Confusion Matriks* yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data hasil *tracking* atau survei lapangan sehingga perhitungannya dilakukan secara manual, dengan mencocokkan antara keadaan nyata dengan keadaan yang terlihat pada citra satelit.

Analisis Penentuan Batas Air dan Darat

1. Rumus BILKO

Pada rumus ini, rentang BV darat dan air dikontraskan. Darat berwarna abu-abu dan air berwarna putih. Pada daerah penelitian ini terhubung banyak ombak yang tampak nyata karena karakteristik ombak di pantai selatan sendiri merupakan tipe ombak yang bergulung dan tinggi, maka rumus ini membaca puncak ombak tersebut menjadi daratan, tetapi masih dapat dibedakan antara darat, laut, dan ombak karena antara puncak ombak terdapat perbedaan gradasi warna.

2. Rumus AGSO

Pada rumus ini warna hitam pekat menunjukkan darat dan warna abu-abu sebagai laut. Pada rumus ini puncak ombak dibaca sebagai daratan yang mengakibatkan terdapat kesalahan saat digitasi. Tetapi untuk beberapa tempat yang berombak kecil atau rendah, rumus AGSO lebih gampang untuk interpetasinya.

PENUTUP

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari kegiatan penelitian yang telah dilakukan adalah:

1. Dari hasil digitasi dan validasi menggunakan data tracking GPS handheld, diketahui nilai akurasi rumus AGSO sebesar 90% dan rumus BILKO mempunyai nilai akurasi 95%. Dapat diketahui rumus yang lebih efektif dalam penentuan garis pantai adalah Rumus BILKO dengan nilai akurasi 95%. Visualisasi yang jelas untuk membedakan batas antara darat dan laut, serta dapat membaca ombak yang tinggi tetap terlihat sebagai ombak, bukan darat atau air. Dengan demikian penggunaan citra satelit Landsat memiliki potensi untuk digunakan dalam penentuan garis pantai. Tetapi hasil akurasi ini kurang akurat pada Kabupaten Gunung Kidul yang mempunyai topografi didominasi berbukit karang.
2. Perubahan garis pantai berdasarkan overlay dari rumus BILKO yaitu, rumus yang lebih efektif adalah sebagai berikut:
 - a. Citra Landsat tahun 1997 dan Citra Landsat tahun 2002 di pesisir pantai Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta .
Rata-rata perubahan garis pantai tahun 1997-2002 yang terjadi akibat abrasi sebesar 212,20 Ha , sedangkan rata-rata akibat akresi sebesar 107,89 Ha.
 - b. Citra Landsat tahun 2002 dan Citra Landsat tahun 2006 di pesisir pantai Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta .
Rata-rata perubahan garis pantai tahun 2002-2006 yang terjadi akibat abrasi sebesar 287,00 Ha , sedangkan rata-rata akibat akresi sebesar 236,89 Ha.
 - c. Citra Landsat tahun 2006 dan Citra Landsat tahun 2012 di pesisir pantai Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta .
Rata-rata perubahan garis pantai tahun - 2012 yang terjadi akibat abrasi sebesar 379,50 Ha , sedangkan rata-rata akibat akresi sebesar 250,07 Ha.

Saran

Setelah melakukan kegiatan penelitian tugas akhir ini, maka beberapa saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan perubahan garis pantai sebagai berikut :

1. Untuk penentuan perubahan garis pantai yang selanjutnya sebaiknya dilakukan dengan citra dengan resolusi spasial, spektral dan temporal yang lebih tinggi sehingga dalam proses interpretasi menjadi lebih mudah dan digitasi dilakukan dalam resolusi yang baik tidak pecah-pecah.
2. Untuk daerah pesisir yang mempunyai ombak tinggi, berhati-hati dalam proses interpretasi dan digitasi, akan sedikit sulit untuk mengaplikasikan rumus BILKO dan AGSO. Diperlukan ketelitian dan teknik untuk dapat melakukan interpretasi dengan baik.
3. Untuk daerah pesisir tebing dengan ketinggian ekstrim, pembacaan darat dan laut dari rumus BILKO dan AGSO akan sedikit menyimpang. Maka rumus BILKO dan AGSO kurang baik diaplikasikan pada pesisir daerah berbukit dengan ketinggian ekstrim

(<http://www.irwantosht.net/abrasi.html>, 2012)
 (<http://ahmadmunir.page.tl/Geografi-Pesisir.htm>).
 (<http://www.irwantosht.net/abrasi.html>, 2012)

DAFTAR PUSTAKA

- Prahasta, Eddy, 2008. *Praktis Penginderaan Jauh dan Pengolahan Citra Digital dengan Perangkat Lunak ER Mapper*. Informatika, Bandung.
- Triatmodjo, Bambang, 2008. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Winarso, Gatot. dkk. 2009 *Kajian Penggunaan Data Inderaja Untuk Pemetaan Garis Pantai (Studi Kasus Pantai Utara Jakarta)*. Jurnal Penginderaan Jauh Vol.6
- Pratiwi, Martiani, 2011. *Deteksi Perubahan Garis Pantai di Kawasan Pesisir Kabupaten Demak*. Tugas Akhir Program Studi Teknik Geodesi Universitas Diponegoro. 2011
- Parman, Satyanta, *Deteksi Perubahan Garis Pantai Melalui Citra Penginderaan Jauh di Pantai Utara Semarang Demak*. Jurnal Penelitian Jurusan Geografi FIS – UNN, 2010
- Tarigan, M. Salam, 2007. *Perubahan Garis Pantai di Wilayah Pesisir Perairan Cisadane, Provinsi Banten*. MAKARA, SAINS, VOL. 11, NO. 1
- Sudarsono, Bambang, 2011. *Inventarisasi Perubahan Wilayah Pantai dengan Metode Penginderaan Jauh (Studi Kasus Kota Semarang)*, TEKNIK – Vol. 32 No.2