

Analisis Pola Perubahan Garis Pantai Pesisir Semarang dan Sekitarnya Berdasarkan Citra Satelit Landsat Multitemporal

Teguh Prayogo¹

¹Bidang Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Laut, Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), Email: teguh.prayogo@lapan.go.id, teguhpray060@gmail.com

Abstrak – Pola perubahan garis pantai dalam periode tertentu pada suatu wilayah sangat berguna bagi perlindungan dan pengembangan wilayah tersebut. Pantai Semarang dan sekitarnya merupakan salah satu wilayah pesisir yang cukup dinamis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola perubahan garis pantai secara temporal di sepanjang pesisir Semarang dan sekitarnya (Kendal dan Demak) berdasarkan data satelit Landsat. Pola perubahan garis pantai dianalisis menggunakan metode interpretasi visual (dijitasi *on-screen*) menggunakan komposit citra RGB RGB 457/RGB 547 (Landsat TM) dan RGB 423/RGB 432 (Landsat MSS) dan analisis *time-series* laju perubahan garis pantai di setiap kecamatan diukur dari empat garis transek tegak lurus pantai yang terdistribusi merata di setiap luasan kecamatan. Rata-rata perubahan garis pantai di setiap kecamatan dihitung dari rata-rata keempat transek tersebut. Berdasarkan hasil analisis pola perubahan garis pantai di sepanjang pesisir Semarang selama 36 tahun (1972-2008) menunjukkan keseimbangan total pengurangan (abrasi) dan penambahan garis pantai (akresi) masing-masing sebesar -64 m/tahun dan +60 m/tahun. Pola kesetimbangan dari timur ke barat terjadi pada pantai Kecamatan Sayung, Genuk, Tugu, dan Kaliwungu (abrasi) dan Semarang barat, Semarang Utara, Brangsong dan Kota Kendal (akresi). Laju perubahan untuk masing-masing pantai adalah -29 m/tahun (Sayung), -23 m/tahun (Genuk), -8 m/tahun (Tugu) dan -3 m/tahun (Kaliwungu), +8 m/tahun (Semarang Barat), +12 m/tahun (Semarang Utara), +14 m/tahun (Brangsong) dan +26 m/tahun (Kota Kendal). Laju abrasi pantai terbesar terjadi di Kecamatan Sayung dan sebaliknya laju akresi terbesar terjadi di pesisir Kota Kendal. Pola perubahan garis pantai menunjukkan keseimbangan laju penambahan dan pengurangan daratan di sepanjang pantai Kecamatan Sayung hingga pantai Kota Kendal dengan kecenderungan laju abrasi di bagian timur Kota Semarang.

Kata kunci: Garis Pantai, Semarang, Landsat, Multitemporal, Abrasi, Akresi

PENDAHULUAN

Pola perubahan garis pantai dalam periode tertentu pada suatu wilayah sangat berguna bagi perlindungan dan pengembangan wilayah tersebut. Perubahan garis pantai juga merupakan salah satu parameter utama dalam memperkirakan tingkat kerentanan pesisir akibat kenaikan permukaan laut di suatu kawasan. Salah satu dampak kenaikan muka air laut terhadap kawasan pesisir diantaranya semakin bertambahnya erosi pantai. Beberapa kota di kawasan pesisir yang memiliki tingkat kerentanan dan kerawanan cukup tinggi terhadap kenaikan muka air laut adalah Pantai utara Jawa Barat (Tangerang, Jakarta, Bekasi hingga Karawang), Semarang, Surabaya dan Cilacap (Diposaptono, 2009).

Pantai Semarang dan sekitarnya merupakan salah satu wilayah pesisir yang cukup dinamis. Dinamika perubahan garis pantai tersebut dipengaruhi oleh pola arus dan pergerakan sedimen kawasan pantai. Berdasarkan hasil kajian dari Bappeda Kota Semarang terjadi perubahan garis pantai yang signifikan (\pm sepanjang 2303 meter) pada akhir tahun 1990. Berdasarkan kajian Dephut Jateng (2006) bahwa kecenderungan kerusakan pantai yang menjorok ke laut (abrasi) terjadi pada kawasan sisi timur pantai Semarang, dan sebaliknya akresi (pengendapan) cenderung terjadi di sebelah barat Semarang. Kondisi ini disebabkan oleh pola arus dan pergerakan sedimen sejajar pantai.

Terkait dengan fenomena kenaikan muka air laut secara global dan regional serta pengaruhnya terutama pada perkotaan di wilayah pesisir, pola perubahan garis pantai dapat membantu dalam pengembangan maupun penataan kawasan pesisir mengingat sebagian besar penduduk bermukim, kawasan industri dan aktivitas ekonomi lainnya berada di wilayah ini (Noor 2006). Berdasarkan kondisi tersebut perlu dilakukan penelitian mengenai pola perubahan garis pantai khususnya di wilayah kota pesisir seperti Semarang. Hal ini penting untuk melihat perubahan dan dinamika garis pantai di wilayah Semarang dan sekitarnya, sehingga informasi pola

perubahan dan dinamikanya dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam pengembangan wilayah atau pembangunan di kawasan tersebut.

Pengamatan perubahan dan dinamika garis pantai secara periodik menggunakan survei terrestrial membutuhkan biaya yang cukup besar dan waktu yang lebih lama. Pemanfaatan citra satelit penginderaan jauh dengan kemampuan perekaman obyek di muka bumi secara multi temporal serta cakupan yang luas dalam waktu bersamaan dapat membantu dalam pemantauan dinamika suatu wilayah secara terus menerus. Salah satu satelit yang dapat dimanfaatkan untuk mengamati dinamika di kawasan pesisir adalah satelit Landsat. Satelit Landsat merupakan satelit sumberdaya alam milik Amerika yang telah beroperasi sejak 23 Juli 1973 (Landsat-1 MSS) hingga generasi terakhir Landsat 7 dengan sensor TM dan ETM+ sebelum diluncurkan generasi terbaru yaitu Landsat-8 atau LDCM (sensor OLI/TIRS). Satelit ini mampu mengamati wilayah yang sama dalam 16 hari sekali dengan resolusi spasial 30 meter (multispektral, dan 15 m untuk band pankromatik) serta 60 meter untuk band termal. Melalui kemampuan temporal dan spasial yang dimiliki satelit ini pengamatan perubahan garis pantai di kawasan pesisir dapat dilakukan dalam rentang waktu lebih dari 30 tahun.

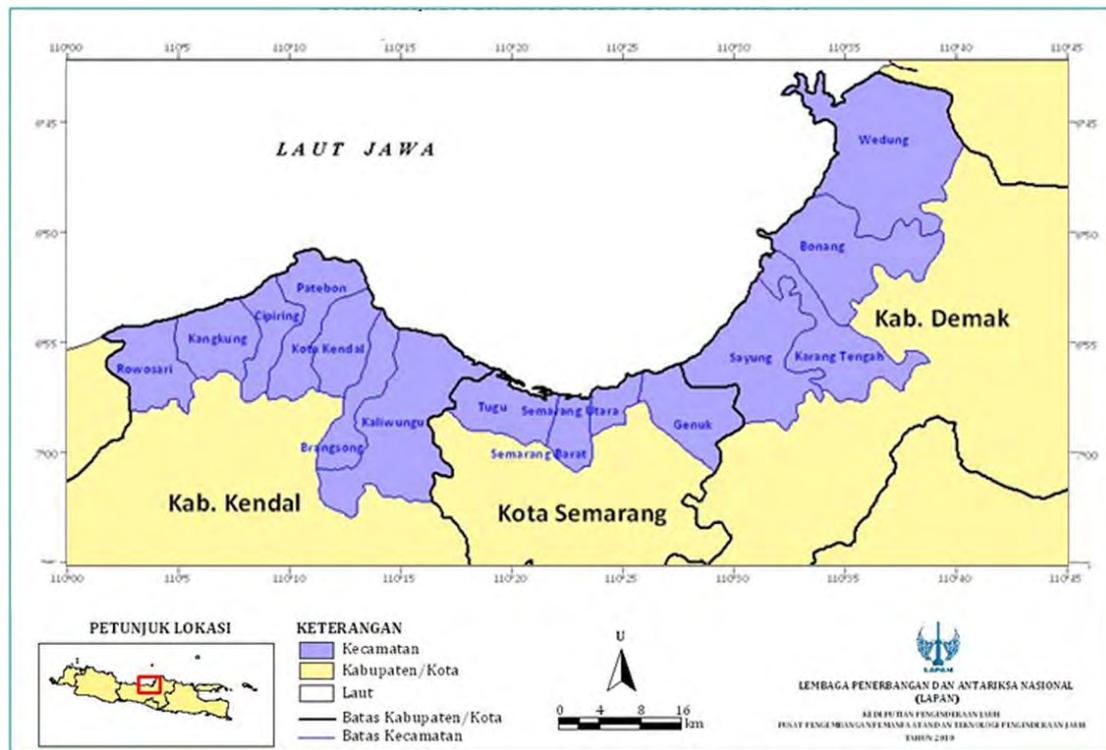
Penelitian perubahan garis pantai ini bertujuan untuk mengetahui pola perubahan garis pantai secara temporal di sepanjang pesisir Semarang dan sekitarnya (Kendal dan Demak) berdasarkan data satelit Landsat. Kondisi garis pantai Semarang dan sekitarnya diperoleh dengan menerapkan metode interpretasi visual dan analisis *time-series* laju perubahan garis pantai di setiap kecamatan sepanjang Pantai Semarang, Kendal dan Demak. Rata-rata perubahan garis pantai di setiap kecamatan dihitung dari rata-rata garis transek yang ada di setiap kecamatan tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai pola perubahan dan dinamika garis pantai disepanjang Pantai Semarang dan sekitarnya.

Garis pantai adalah garis batas pertemuan antara daratan dan air laut, dengan posisi tidak tetap dan dapat berpindah sesuai dengan pasang surut air laut dan erosi pantai yang terjadi (Triatmodjo, 1999). Perubahan garis pantai (erosi dan sedimentasi) dapat menyebabkan ketidakseimbangan pada ekosistem wilayah pesisir dan dapat mengganggu upaya pemanfaatan sumberdaya pesisir. Menurut Pariwono (1989), banyak erosi (garis pantai mundur kearah daratan) terjadi di wilayah pesisir disebabkan oleh konstruksi yang dibangun di pantai, seperti jetti pelabuhan atau pemecah gelombang yang akan menghalangi aliran litoral alami di wilayah tersebut, yang berarti terganggunya pemasokan pasir ke pantai di bagian hilir aliran litoral tersebut. Dengan terjadinya erosi di suatu tempat berarti akan terjadi proses sedimentasi (garis pantai maju ke arah laut) di tempat lain.

Parameter lingkungan yang mempengaruhi proses sedimentasi dan erosi adalah gelombang, arus, pasut, perubahan muka laut, dan parameter lain seperti kegiatan manusia. Gelombang merupakan parameter utama dalam proses erosi atau sedimentasi (Pariwono, 1989). Besarnya proses tersebut tergantung pada besarnya energi yang dihempaskan oleh gelombang ke pantai, besarnya energi gelombang ditentukan oleh tinggi gelombang yang terbentuk (Hutabarat, 1986).

METODE

Lokasi penelitian berada di wilayah pesisir Semarang dan sekitarnya (Kabupaten Demak di sebelah timur dan Kabupaten Kendal di sebelah barat). Lokasi geografis daerah kajian berada pada koordinat $110^{\circ} 0' - 110^{\circ} 40'$ BT dan $6^{\circ} 42' - 7^{\circ} 4'$ LS. Wilayah kajian di masing-masing kabupaten/kota dibatasi pada kecamatan-kecamatan yang memiliki pantai atau berbatasan langsung dengan laut. Wilayah kajian untuk Kota Semarang meliputi kecamatan Tugu, Semarang Barat, Semarang Utara dan Genuk; Kabupaten Demak meliputi Rowosari, Kangkung, Cipiring, Patebon, Kota Kendal, Brangsong dan Kaliwungu. Wilayah kajian kecamatan pesisir di Kabupaten Demak meliputi kecamatan Sayung, Karang Tengah, Bonang dan Wedung. Lokasi penelitian dan wilayah kajian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Wilayah Pesisir Semarang dan sekitarnya

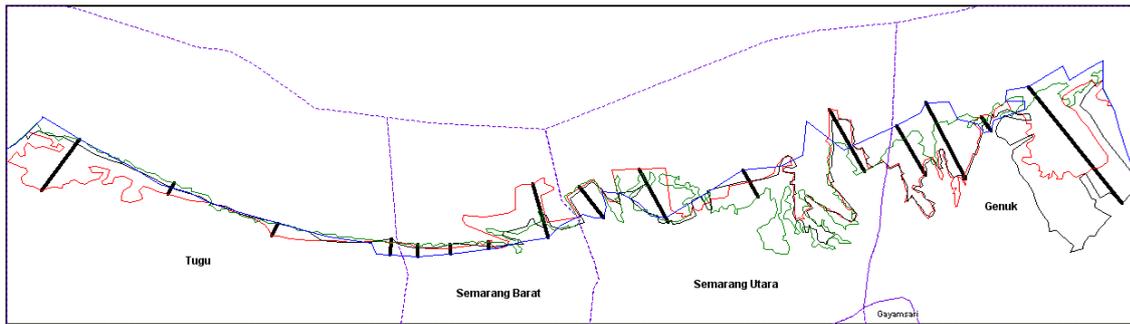
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit Landsat Multi-temporal dari Landsat MSS Path/Row (128/065) akuisisi tanggal 28 September 1972 dan Citra Landsat TM Path/Row (120/065) tanggal 28 Juni 1991, 28 April 2001 dan 26 Juni 2008. Penelitian ini dilakukan pada tahun 2010 yang merupakan bagian dari kegiatan penelitian pemanfaatan penginderaan jauh dalam rangka Pengembangan Metode Analisis Dampak Kenaikan Muka Air Laut Terhadap Sumber Daya Wilayah Pesisir.

Tahap pertama pengolahan awal data Landsat meliputi proses koreksi geometrik dan resampling (penyamaan resolusi spasial citra). Citra satelit hasil koreksi geometrik digunakan untuk mendapatkan informasi perubahan garis pantai. Pengolahan tersebut bertujuan agar data dapat diintegrasikan dengan peta administrasi wilayah dan informasi MSS yang mempunyai resolusi spasial 80 meter sama dengan resolusi spasial TM 30 meter.

Tahap kedua merupakan pengolahan lanjut dan analisis citra Landsat untuk menghasilkan informasi garis pantai dan perubahannya. Informasi garis pantai diperoleh dari dijitasi masing-masing citra Landsat yang telah terkoreksi secara visual dengan menggunakan kombinasi band 4 (0.76-0.90 μm), band 5 (1.55-1.75 μm) dan band 7 (2.08-2.35 μm) dengan komposit RGB 457/RGB 547 (Landsat TM) dan komposit RGB 423/RGB 432 (Landsat MSS). Penggunaan band/kanal tersebut berdasarkan kemampuan kanal inframerah dekat dan menengah yang mampu membedakan dengan jelas antara darat dan laut.

Informasi garis pantai diperoleh dari citra Landsat multi temporal 28 September 1972, 28 Juni 1991, 28 April 2001, dan 26 Juni 2008. Seluruh garis pantai hasil pengolahan keempat citra tersebut ditumpangsusunkan untuk mengetahui perubahan yang terjadi di sepanjang pantai Semarang dan sekitarnya. Analisis perubahan dilakukan dengan mengamati perubahan dari garis pantai referensi terhadap garis pantai tahun 1991, kemudian perubahan dari tahun 1991-2001 dan 2001- 2008, sebagai acuan/referensi awal perubahan adalah garis pantai tahun 1972.

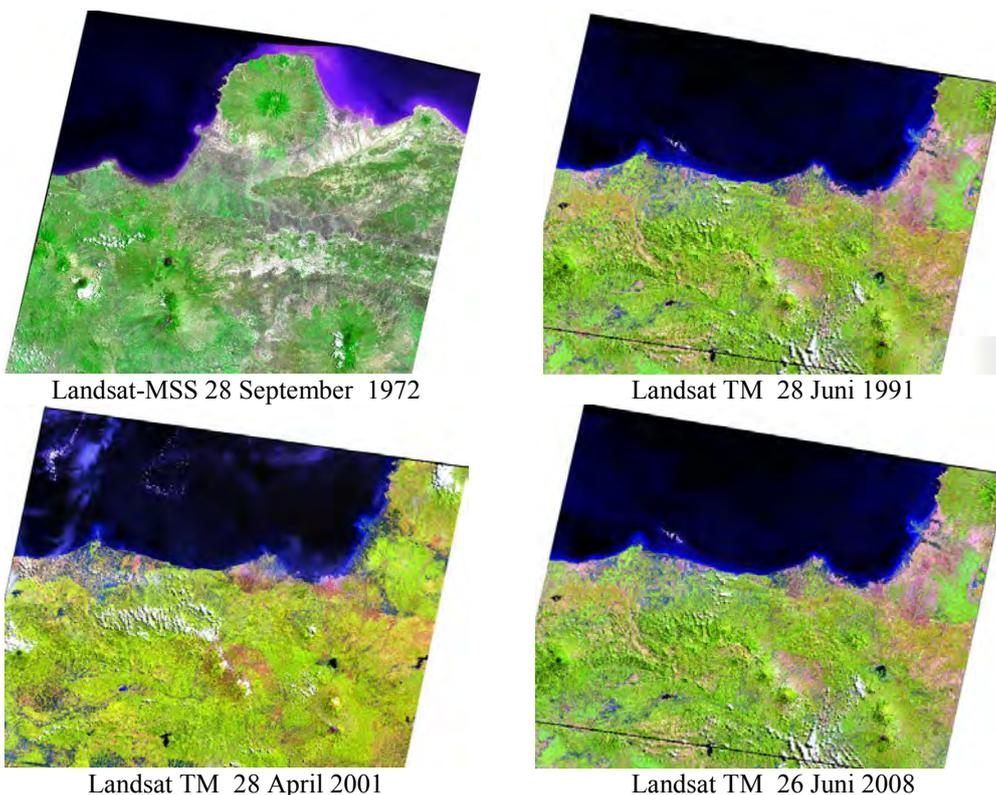
Analisis perubahan garis pantai dilakukan secara time-series dengan menumpangsusunkan hasil dijitasi dengan merata-ratakan laju perubahan garis pantai selama kurun waktu tigapuluh enam tahun (1972-2008). Laju perubahan garis pantai disetiap kecamatan diukur dari empat garis transek tegak lurus pantai yang terdistribusi merata di setiap luasan kecamatan. Rata-rata perubahan garis pantai di setiap kecamatan dihitung dari rata-rata keempat transek tersebut. Teknik penentuan garis transek perhitungan perubahan garis pantai disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Teknik Analisis Perubahan Garis Pantai di setiap Kecamatan, Garis Transek Berwarna Hitam (Contoh: Kota Semarang)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Citra satelit Landsat yang digunakan dalam penelitian ini dikoreksi geometrik terlebih dahulu untuk menyamakan posisi dan lokasi geografisnya dan untuk menghindari pergeseran yang dapat menyebabkan kesalahan, khususnya dalam analisis perubahan garis pantai. Resampling citra dilakukan juga untuk menyamakan resolusi spasial antara citra Landsat MSS dan Landsat TM. Hasil koreksi dan resampling untuk seluruh citra yang digunakan ditampilkan pada Gambar 3.

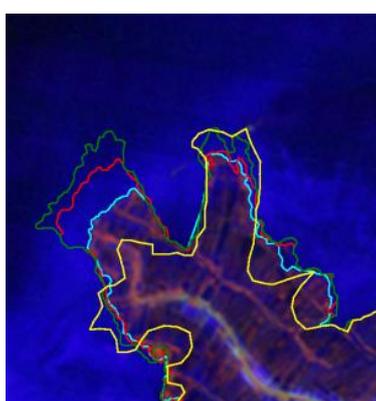


Gambar 3. Citra Landsat Multi-Temporal untuk Pengolahan dan Analisis Perubahan Garis Pantai

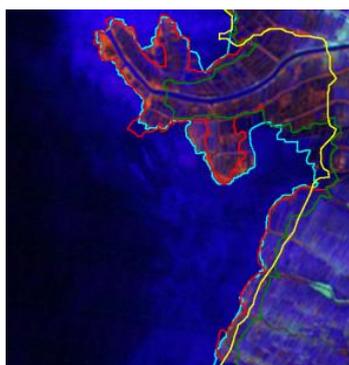
Berdasarkan garis pantai referensi, perubahan yang terjadi diamati pada garis pantai tahun terbaru dari tahun sebelumnya yang menuju ke arah laut atau ke arah darat. Garis pantai maju ditunjukkan dengan adanya luas daratan ke arah laut atau lebih dikenal dengan proses akresi akibat adanya sedimentasi di pantai. Sebaliknya untuk garis pantai mundur ditunjukkan dengan berkurangnya luas daratan ke arah darat yang mungkin disebabkan oleh erosi atau abrasi pantai. Untuk memudahkan perhitungan laju perubahan garis pantai diberikan nilai positif (+) dan negatif (-) masing-masing untuk garis pantai yang maju dan mundur.

Berdasarkan perhitungan garis transek di setiap kecamatan pesisir Kota Semarang, kabupaten Demak dan Kabupaten Kendal selama kurun waktu tigapuluh enam tahun (1972-2008) terlihat bahwa sebagian besar

mengalami penambahan daratan atau pantai maju (Gambar 4). Penambahan daratan terbesar terjadi di Kabupaten Demak terjadi di Kecamatan Wedung dengan laju +32 m/tahun akibat adanya sedimentasi yang memperluas Delta Sungai Wulan. Sedangkan untuk Kota Semarang penambahan daratan yang cukup besar terjadi di kecamatan Semarang Utara dan Semarang Barat dengan laju masing-masing +12 dan +8 m/tahun akibat perluasan kawasan Pelabuhan Tanjung Mas dan reklamasi pantai untuk permukiman (di wilayah Karanganyar). Laju penambahan daratan yang cukup besar di Kabupaten Kendal terjadi di Kota Kendal dan Kecamatan Brangsong dengan laju masing-masing 26 dan 14 m/tahun akibat sedimentasi dari Kali Bodri. Perubahan garis pantai dari tahun 1972-2008 di pesisir Semarang, Demak dan Kendal ditunjukkan pada Gambar 4 dan 5, sedangkan laju perubahan garis pantai rata-rata disajikan pada Gambar 6.



Penambahan daratan di Kota Semarang



Delta di Kecamatan Wedung

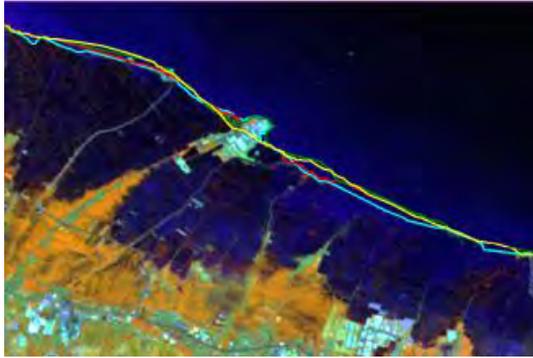


Sedimentasi di Kota Kendal dan Brangsong

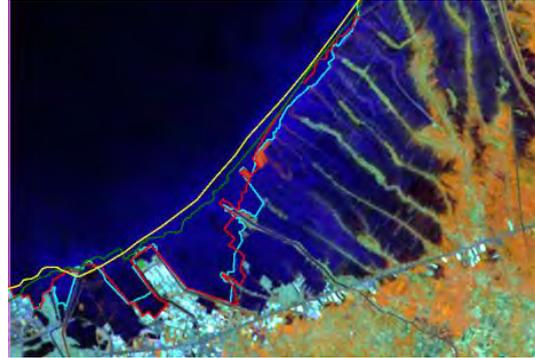
Keterangan Garis Pantai:

Kuning (1972), Hijau (1991), Merah (2001), Biru (2008), latarbelakang citra satelit Landsat TM 26 Juni 2008

Gambar 4. Perubahan Garis Pantai Maju di Kota Semarang, Demak dan Kendal



Garis pantai mundur di Tugu dan Kaliwungu, Kota Semarang dan Kabupaten Kendal

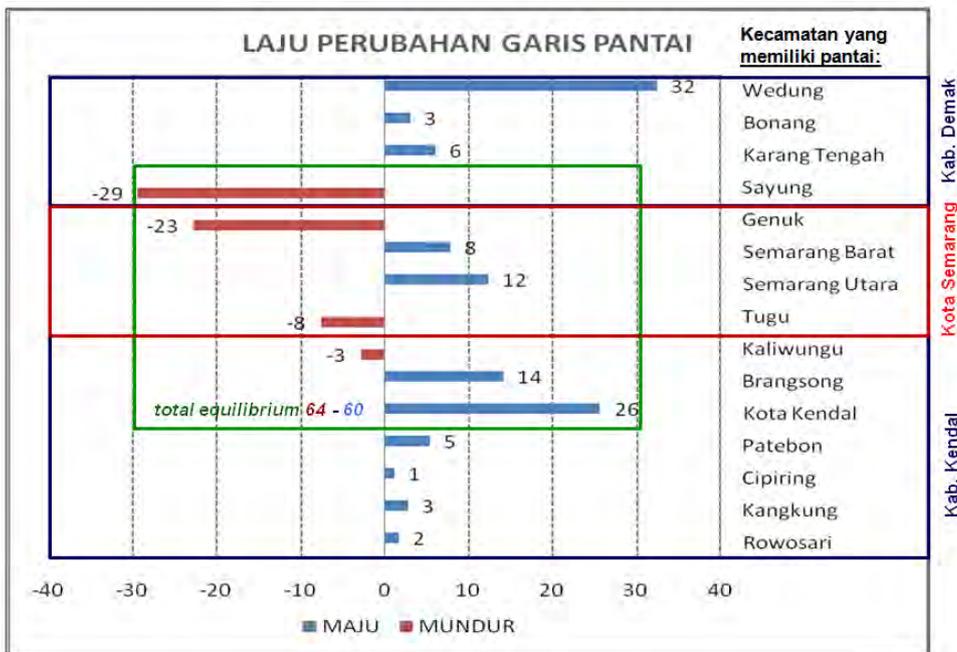


Garis pantai mundur di Sayung dan Genuk, Kabupaten Demak dan Kota Semarang

Keterangan Garis Pantai:

Kuning (1972), Hijau (1991), Merah (2001), Biru (2008), latarbelakang citra satelit Landsat TM 26 Juni 2008

Gambar 5. Perubahan Garis Pantai di bagian barat (Kendal) dan timur (Demak) Kota Semarang



Gambar 6. Laju Perubahan Garis Pantai rata-rata di Pesisir Semarang, Demak dan Kendal (meter/tahun [1972-2008])

Berdasarkan Gambar 6 pengurangan daratan hanya terjadi di empat kecamatan dari limabelas kecamatan yang dikaji. Keempat kecamatan tersebut meliputi Sayung (Kabupaten Demak), Genuk dan Tugu (Kota Semarang) dan Kaliwungu (Kendal) dengan laju garis pantai mundur terbesar terjadi di kecamatan Sayung (-29 m/tahun) dan Genuk (-23 m/tahun). Garis pantai mundur di kedua kecamatan yang berbatasan tersebut disebabkan oleh abrasi pantai yang cukup hebat. Abrasi merupakan peristiwa terkikisnya alur-alur pantai akibat gerusan air laut. Abrasi pantai oleh gelombang laut dan pasang surut dapat memperparah perubahan garis pantai yang dapat menyebabkan kerusakan fisik di wilayah pesisir.

Menurut Bapedalda Jawa Tengah (2002) yang dikutip dalam satu situs www.kotawalidemak.blogspot.com (2010) tercatat 145,50 ha pantai di Demak terkikis abrasi dan kerusakan pantai melonjak lima kali lipat pada tahun 2005, yakni mencapai 758,30 ha. Desa Surodadi Kecamatan Sayung merupakan salah satu desa pantai di Kabupaten Demak yang memiliki tingkat abrasi sangat tinggi. Menurut Kelompok Partisipasi Masyarakat Pesisir, sampai dengan tahun 2009 abrasi di Desa Surodadi telah mencapai 37,5 hektar. Wilayah pertambahan di Desa Surodadi sangat terbuka (berhadapan langsung dengan laut) dan sangat dimungkinkan terjadinya abrasi

yang lebih parah pada masa-masa mendatang. Kecamatan Sayung menjadi kawasan terparah akibat abrasi pantai di wilayah Demak.

Abrasi di kawasan Pantai Sayung telah membentuk teluk dan sampai dengan tahun 2010 sekitar lebih dari 300 hektare tambak di Sayung musnah. Kondisi itu diperparah reklamasi pantai-pantai di Semarang tanpa kajian ekologis. Reklamasi itu mengakibatkan hutan mangrove rusak, akhirnya terjadi abrasi. Abrasi pantai paling parah terjadi di Kecamatan Sayung, wilayah Demak yang berbatasan dengan Semarang. Desa Senik dan Bedono di kecamatan tersebut tenggelam akibat abrasi (VHRmedia, 2010). Salah satu gambaran kerusakan pantai ditampilkan pada Gambar 7.



Pantai tenggelam akibat abrasi, Desa Senik Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak (Sumber: VHRmedia, 2010)



Foto udara yang memperlihatkan kawasan tambak di pesisir pantai utara Semarang, Jateng. Ratusan hektar tambak terancam rusak atau hilang akibat abrasi, yang berpotensi membuat kerugian bagi petambak (Sumber: matanews.com, 2010)

Gambar 7. Foto-foto Kondisi Fisik Wilayah Kecamatan Dengan CVI "Sangat Rentan" dan "Rentan", Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak dan Semarang

Menurut Suara Merdeka (2010), hal serupa juga terjadi di wilayah pesisir Kota Semarang. Lebih dari 100 hektare tambak milik warga Kelurahan Mangkang Kulon dan Mangkang Wetan rusak dan hilang karena abrasi. Abrasi yang semakin parah di Pantai Ngebruk di Kelurahan Mangunharjo, Kecamatan Tugu, Kota Semarang menimbulkan kekhawatiran tersendiri bagi warga sekitar, karena pengikisan itu bisa mengancam hilangnya daratan dan jalan masuk utama ke pantai tersebut. Berdasarkan keterangan warga Mangkang Kulon, Kecamatan Tugu membenarkan pengelolaan pantai yang masih buruk. Beberapa hal yang tampak adalah jalan untuk menuju pantai semakin sempit dan rusak (Suara Merdeka, 2010).

Berdasarkan grafik laju perubahan rata-rata garis pantai terlihat adanya kondisi keseimbangan antara laju abrasi (erosi pantai) dan akresi (pengendapan pantai/penambahan daratan) di wilayah Kota Semarang dan perbatasan Kabupaten Kendal dan Demak (Gambar 6, lihat kotak berwarna hijau). Keseimbangan laju abrasi dan akresi ini diperoleh dari total laju perubahan rata-rata garis pantai yang terjadi di sepanjang garis pantai Kecamatan Sayung hingga Kota Kendal. Namun demikian, kondisi keseimbangan ini mulai berubah dengan kecenderungan peningkatan laju abrasi di bagian barat Kota Semarang (Kecamatan Kaliwungu, Kendal) dan di bagian timur Kota Semarang (Kecamatan Sayung, Demak). Kecenderungan peningkatan laju abrasi terlihat pada beberapa kelurahan di Kecamatan Semarang Utara dengan penduduk yang padat sering dilanda genangan banjir meskipun wilayah ini mengalami penambahan daratan (Astuti, 2009).

Keseimbangan laju perubahan garis pantai Semarang dan sekitarnya ini mengindikasikan bahwa terjadinya erosi di suatu tempat menyebabkan terjadi proses sedimentasi (garis pantai maju ke arah laut) di tempat lain Pariwono (1989). Perluasan kawasan Pelabuhan di Semarang Barat dapat menjadi salah satu faktor meningkatnya laju abrasi di wilayah ini. Menurut Pariwono (1989), bahwa sebagian besar erosi (garis pantai mundur ke arah daratan) terjadi di wilayah pesisir disebabkan oleh konstruksi yang dibangun di pantai, seperti jetti pelabuhan atau pemecah gelombang yang akan menghalangi aliran litoral alami di wilayah tersebut.

Kecenderungan penambahan daratan (akresi) sebagian besar terjadi di bagian barat Kota Semarang yang terlihat di sepanjang pantai mulai dari Kecamatan Brangsong hingga Rowosari Kabupaten Kendal (lihat Gambar 6, bagian Kab. Kendal). Perubahan garis pantai di sebelah timur Kota Semarang menunjukkan abrasi yang cukup besar di sepanjang pantai Kecamatan Genuk dan Sayung (Kab. Demak). Kecenderungan ini telah terlihat dari hasil kajian Dephut Jateng (2006) yang menyatakan bahwa kecenderungan abrasi terjadi pada kawasan sisi timur

pantai Semarang, dan sebaliknya akresi terjadi di sebelah barat Semarang, dimana kondisi ini disebabkan oleh pola arus dan pergerakan sedimen sejajar pantai.

Penambahan daratan (akresi) di Kota Semarang hanya terjadi di sepanjang pantai Kecamatan Semarang Barat dan Semarang Utara dengan laju masing-masing +8 dan +12 meter/tahun. Sedangkan laju akresi di sekitar pantai Kota Semarang terjadi di sepanjang pantai Kabupaten Kendal dan Demak. Meskipun demikian, Kabupaten Demak memiliki total laju akresi lebih kecil dibandingkan Kabupaten Kendal.

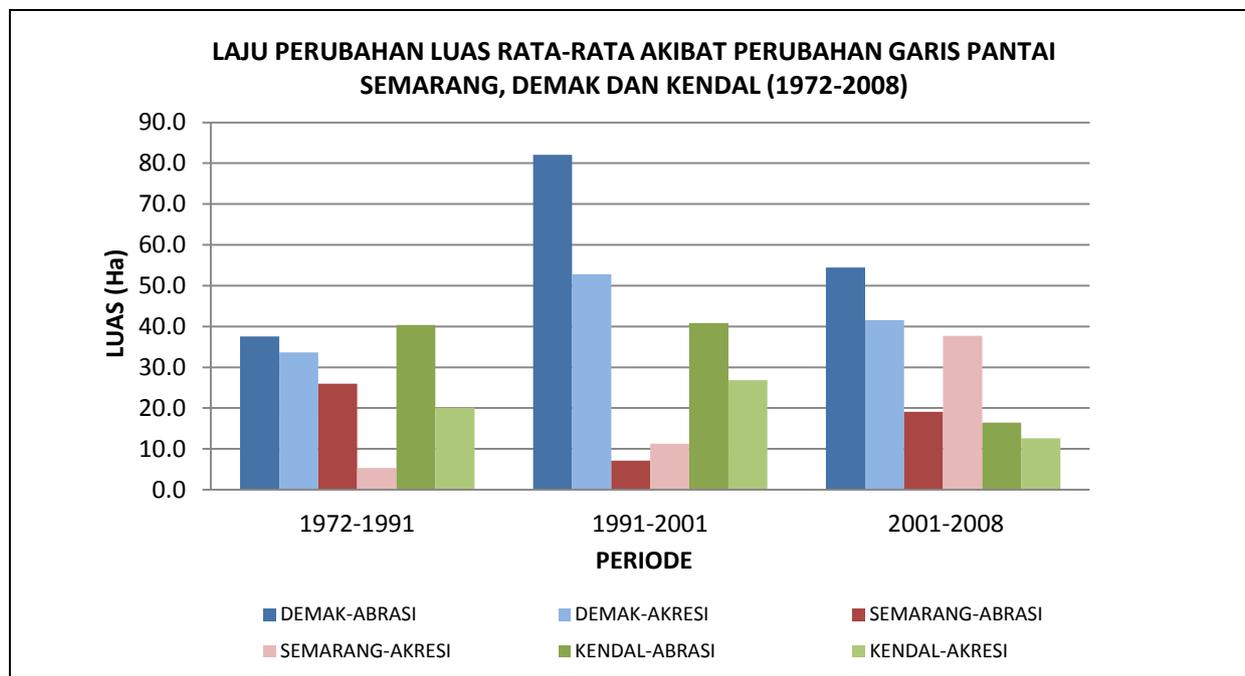
Berdasarkan laju perubahan luas akibat perubahan garis pantai di pesisir Semarang, Demak dan Kendal (Tabel 1 dan Gambar 8), terlihat bahwa dampak abrasi lebih dominan dibandingkan akresi dalam tiga periode 1972-1991 (19 tahun), 1991-2001 (10 tahun) dan 2001-2008 (7 tahun). Laju abrasi di Kota Semarang mengalami penurunan pada periode kedua dan meningkat pada periode ketiga. Abrasi terbesar terjadi pada periode pertama yang terdapat di Kecamatan Genuk (280,7 ha/tahun). Sedangkan laju akresi/penambahan daratan terlihat meningkat dari periode pertama (5,3 ha/tahun menjadi 11,3 ha/tahun) sampai saat ini yaitu 37,7 ha/tahun (Tabel 1 dan Gambar 8). Kondisi ini mengindikasikan adanya penambahan daratan yang tidak terjadi secara alami (reklamasi pantai) mengingat tidak adanya transpot sedimen dari sungai besar yang bermuara ke wilayah pantai Semarang. Menurut Suara Merdeka (2008) bahwa penambahan daratan melalui reklamasi Pantai Marina Semarang adalah salah satu contohnya. Akibatnya abrasi melanda Pantai Tawangmas. Abrasi yang melanda Pantai Sayung diduga sebagai akibat pembangunan break water Pelabuhan Tanjung Emas, Semarang. Secara umum laju perubahan luas daratan akibat perubahan garis pantai (abrasi dan akresi) di Semarang meningkat 2,5 kali lipat di periode 2001-2008 dibandingkan 1991-2001, kecenderungan tersebut terus menerus mengalami peningkatan dari periode 1972-1991 (Gambar 8).

Dalam kurun waktu sepuluh tahun di periode kedua Kabupaten Demak mengalami abrasi yang sangat besar hingga 820,3 ha dengan rata-rata pengurangan per tahun sekitar 82 ha. Apabila dibandingkan dengan periode sebelumnya yang memiliki rentang waktu lebih panjang (rata-rata 37,5 ha per tahun) terlihat bahwa tingkat kerusakan oleh abrasi mengalami peningkatan pesat pada periode kedua sampai dengan saat ini (periode ketiga dengan laju abrasi per tahun 54,4 ha) dengan laju abrasi terbesar terjadi di Kecamatan Sayung. Laju penambahan daratan terbesar terjadi di Kecamatan Wedung di periode 1972-1991, namun rata-rata per tahunnya lebih rendah dari periode kedua dan ketiga. Penambahan daratan tersebut terjadi akibat terbentuknya delta di Sungai Wulan.

Tabel 1. Laju Perubahan Luas Akibat Perubahan Garis Pantai di Pesisir Semarang, Demak dan Kendal Tahun 1972 - 2008

No.	KECAMATAN	KABUPATE N/ KOTA	PERUBAHAN LUAS (HA)					
			1972-1991		1991-2001		2001-2008	
			Abrasi	Akresi	Abrasi	Akresi	Abrasi	Akresi
1	Wedung	Demak	355,7	546,4	185,1	468,0	127,3	102,6
2	Bonang	Demak	95,4	57,9	26,2	40,9	14,4	60,7
3	Karang Tengah	Demak	37,1	34,3	85,6	16,8	13,1	26,6
4	Sayung	Demak	225,2	0,0	523,4	1,9	226,3	101,1
JUMLAH			713,4	638,6	820,3	527,7	381,1	291,0
RATA-RATA			37,5	33,6	82,0	52,8	54,4	41,6
5	Genuk	Semarang	280,7	13,3	3,6	5,7	8,6	139,7
6	Semarang Utara	Semarang	194,6	36,1	26,3	97,2	11,9	66,0
7	Semarang Barat	Semarang	3,5	44,0	13,1	5,4	3,1	56,2
8	Tugu	Semarang	14,5	8,0	28,2	4,8	109,9	2,1
JUMLAH			493,3	101,3	71,2	113,0	133,4	264,0
RATA-RATA			26,0	5,3	7,1	11,3	19,1	37,7
9	Kaliwungu	Kendal	0,6	35,0	4,5	26,1	45,8	12,3
10	Brangsong	Kendal	2,8	60,6	9,6	100,4	3,0	7,7
11	Kota Kendal	Kendal	289,0	70,0	1,1	16,7	4,3	3,9
12	Patebon	Kendal	17,2	132,8	28,5	97,9	49,7	31,5
13	Cipiring	Kendal	0,7	25,6	317,7	6,1	3,3	8,1
14	Kangkung	Kendal	230,9	42,5	29,1	11,9	4,0	7,1
15	Rowosari	Kendal	225,2	15,0	17,9	8,9	4,7	17,9
JUMLAH			766,5	381,6	408,4	268,0	115,0	88,4
RATA-RATA			40,3	20,1	40,8	26,8	16,4	12,6

TOTAL	1973,1	1121,6	1299,9	908,7	629,5	643,4
	<i>Jumlah Abrasi dan Akresi (6576.2)</i>		<i>3902,5 (59.3%)</i>	<i>2673,7 (40.7%)</i>		
	<i>Perubahan Luas Rata-Rata per Tahun Abrasi dan Akresi (1972-2008)</i>		<i>108,4 ha</i>	<i>74,3 ha</i>		



Gambar 8. Laju Perubahan Luas Rata-rata akibat Perubahan Garis Pantai di Pesisir Semarang, Demak dan Kendal Tahun 1972-2008

Berdasarkan nilai rata-rata laju abrasi di Kabupaten Kendal terlihat bahwa pada periode pertama dan kedua memiliki nilai hampir sama (40,3 dan 40,8 ha/tahun) dan mengalami penurunan pada periode ketiga (16,4 ha/tahun). Luas wilayah dengan laju abrasi terbesar pada periode pertama yaitu Kota Kendal dan disusul oleh Kangkung dan Rowosari. Sedangkan laju penambahan daratan meningkat pada periode kedua dan mengalami penurunan pada periode ketiga dengan laju rata-rata 20,1 ha/tahun; 26,8 ha/tahun dan 12,6 ha/tahun.

Proses abrasi lebih besar dari proses akresi ditunjukkan oleh total seluruh luasan yang terjadi dalam kurun waktu 36 tahun yaitu 3.902,5 ha dengan rata-rata 108,4 ha dan laju akresi 2673,7 ha dan rata-rata 74,4 ha. Menurut Suara Merdeka (2008) di wilayah Kecamatan Kaliwungu Kabupaten Kendal juga terdapat reklamasi untuk pembangunan pabrik kayu. Pembangunan pabrik yang diikuti pembelokan Sungai Wakak menyebabkan arus di sekitar muara sungai menjadi deras dan menghantam pantai Mangunharjo, Kecamatan Tugu, Kota Semarang. Abrasi pantai pun tidak terhindarkan, yang pada akhirnya menyebabkan tambak milik warga rusak dan hilang.

Dampak yang paling menonjol adalah secara fisik yaitu perubahan kondisi morfologi pantai di Kota Semarang dan sekitarnya. Batas pantai atau garis pantai menjadi lebih menjorok ke arah laut. Perubahan garis pantai mengakibatkan perubahan arus yang mengarah ke pantai. Arus yang sedianya dapat tertahan di Pantai Marina kemudian berubah arah masing-masing ke arah barat dan timur. Arus yang ke arah timur memiliki arus yang relatif besar dengan tidak membawa sedimen laut. Pada arus ini akan mengakibatkan abrasi terhadap pantai seperti yang terjadi di Pantai Tawang Mas dan Pantai Sayung. Hal ini diperparah dengan kondisi vegetasi mangrove yang sudah rusak. Oleh karena itu abrasi yang terjadi akan lebih intensif dan sangat mengkhawatirkan, dimana beberapa tambak yang dimiliki oleh petambak di Pantai Timur Semarang dan Pantai Demak hilang akibat adanya abrasi. Selain itu juga ada beberapa kampung yang mulai tenggelam dan ditinggalkan oleh penghuninya. Kondisi ini mengindikasikan bahwa beberapa parameter lingkungan seperti gelombang, arus, perubahan muka laut dan kegiatan manusia (Pariwono, 1989) sangat mempengaruhi proses terjadinya abrasi dan akresi di wilayah kajian.

Berdasarkan analisis pola perubahan garis pantai dan luas penambahan dan pengurangan daratan disepanjang daerah kajian menunjukkan lebih kurang dalam kurun waktu 36 tahun penambahan daratan di Kota Semarang lebih dikarenakan oleh kegiatan manusia yaitu perluasan kawasan pelabuhan. Sementara perubahan garis pantai di sekitar Kota Semarang cenderung dipengaruhi oleh faktor alam dan dampak dari pembangunan di wilayah

pantai oleh kegiatan manusia di Kota Semarang mupun berkurangnya hutan mangrove. Pola perubahan garis pantai dan luas area di sepanjang wilayah kajian menunjukkan telah melampaui kondisi keseimbangan laju penambahan dan pengurangan daratan, kecenderungan pengurangan daratan akan lebih besar lagi apabila pembangunan dan pengembangan wilayah pesisir tidak memperhatikan kondisi dinamika garis pantai, kondisi geomorfologi pantai dan faktor-faktor alam yang mempengaruhinya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dinamika garis pantai Kota Semarang dan sekitarnya dari citra satelit Landsat selama kurun waktu 1972 – 2008 (36 tahun) dapat disimpulkan bahwa pola perubahan garis pantai menunjukkan keseimbangan laju penambahan dan pengurangan daratan di sepanjang pantai Kecamatan Sayung hingga pantai Kota Kendal dengan kecenderungan laju abrasi di bagian timur Kota Semarang. Secara umum laju perubahan luas daratan akibat perubahan garis pantai (abrasi dan akresi) di Semarang meningkat 2,5 kali lipat di periode 2001-2008 dibandingkan periode 1991-2001, kecenderungan tersebut terus menerus mengalami peningkatan dari periode 1972-1991. Kecenderungan pengurangan daratan akan lebih besar lagi apabila pembangunan dan pengembangan wilayah pesisir tidak memperhatikan kondisi dinamika garis pantai, kondisi geomorfologi pantai dan faktor-faktor alam yang mempengaruhinya.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disarankan bahwa okasi kecamatan yang mengalami perubahan garis pantai cukup besar (khususnya Kec. Sayung) perlu mendapat perhatian lebih dan upaya antisipasi kerusakan pantai yang lebih luas. Dalam rangka memperdalam kajian dinamika perubahan garis pantai di wilayah ini perlu ditambahkan citra satelit dengan interval pengamatan yang lebih rinci dan citra tahun terkini serta menganalisis keterkaitannya dengan perubahan penutup lahan di wilayah pesisir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pusat Data Penginderaan Jauh, Lapan sebagai penyedia data Landsat TM dan United States Geology Survey (USGS) yang telah menyediakan citra satelit Landsat MSS. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Kepala Bidang Pengembangan Pemanfaatan Penginderaan Jauh (Bangfatja) dan Kepala Pusat Pengembangan Pemanfaatan Dan Teknologi Penginderaan Jauh (Pusbangja) yang telah memfasilitasi pelaksanaan kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Kehutanan., Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan Dan Perhutanan Sosial Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Pemali-Jratun Provinsi Jawa Tengah., 2006. *Laporan Akhir Inventarisasi dan Identifikasi Mangrove Wilayah Balai Pengelolaan DAS Pemali Jratun Provinsi Jawa Tengah*.
- Diposaptono S., Budiman dan F. Agus. 2009. *"Menyiasati Perubahan Iklim di Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil"*. Buku ilmiah populer. Sarana Komunikasi Utama. ISBN: 978-979-1291-16-3. Bogor.
- Hutabarat, S., dan S. M. Evans. 1986. Pengantar Oseanografi. UI Press. Jakarta. ix+159h.
- Kompas. 2008. *"Abrasi di Kendal Sulit Dikendalikan"*. Artikel dalam situs [Kompas.com, Berita Nasional](http://nasional.kompas.com/read/2008/12/03/20564958/abrasi.di.kendal.sulit.dikendalikan). Rabu, 3 Desember 2008 | 20:56 WIB. Diunduh tanggal 6 Januari 2010 pukul. 14.11 WIB dari situs: <http://nasional.kompas.com/read/2008/12/03/20564958/abrasi.di.kendal.sulit.dikendalikan>.
- Koran-jakarta.com. 2010. *"Abrasi Ancam Daratan Jadi Lautan"*. Artikel dalam situs koran-jakarta.com, Rona | Kuantum. Senin, 27 September 2010 WIB. Diunduh tanggal 6 Desember 2010 pukul. 11.34 WIB dari situs: <http://www.koran-jakarta.com/berita-detail.php?id=63416>
- Kotawalidemak.blogspot.com. 2010. *"Ancaman Abrasi Di Pantura Demak"*. Artikel dalam situs [Kota Demak](http://kota-demak.blogspot.com), Demak Beramal (Bersih, Elok, Rapi, Anggun, Maju, Aman Dan Lestari) Selasa, 01 Juni 2010. Diunduh tanggal 5 Desember 2010 pukul. 16.06 WIB dari situs: <http://kotawalidemak.blogspot.com/2010/06/ancaman-abrasi-di-pantura-demak.html>.
- Kurniadi. 2009. *"Kerentanan Kawasan Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil Akibat Naiknya Paras Muka Air Laut Di Kabupaten Tulang Bawang"*. Buku Kenaikan Muka Laut Relatif dan Kerentanan Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil di Indonesia: Status Report Hasil-hasil Penelitian. ISBN 978-979-3768-21-2. Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumberdaya NonHayati. Jakarta.

- Lois-yulianto.blogspot.com, 2010. "*Potret Abrasi di Sayung, Demak*". Artikel dalam Setitik Cahaya Pencerahan. Selasa, 18 Mei 2010 WIB. Diunduh tanggal 5 Desember 2010 pukul. 17.06 WIB dari situs: <http://lois-yulianto.blogspot.com>.
- Matanews.Com. 2010. "*Dihantam Abrasi*". Foto dalam Matanews.Com. Kamis 2 September 2010 diunduh tanggal 6 Desember 2010 Pukul. 16.30 WIB Dari Situs: <http://matanews.Com/2010/09/02/Dihantam-Abrasi/>
- Noor, D. 2006. "*Geologi Lingkungan*". Graha Ilmu. Yogyakarta. X+214 h.
- Noor, D. 2009. "*Pengantar Geologi*". Buku. Edisi Pertama. Program Studi Teknik Geologi. Fakultas Teknik – Universitas Pakuan. Bogor.
- Pariwono, J. I. 1989. "*Gaya Penggerak Pasang Surut. Dalam Pasang Surut*". Ed. Ongkosongo, Otto.S.R. dan Suyarso. P3O-LIPI. Jakarta. Hal. 13-23.
- Astuti, S. 2009. "*Reklamasi Tipologi Bangunan dan Kawasan Akibat Pengaruh Kenaikan Muka Air Laut di Kota Semarang*". Departemen Kimpraswil. Bandung.
- Suara Merdeka. 2008. "*Menjaga Pantai dari Abrasi*". Artikel dalam situs SuaraMerdeka.com. Berita Utama. 22 Desember 2008. Diunduh tanggal 3 Januari 2010 pukul. 11.14 WIB dari situs: <http://suamerdeka.com/v1/index.php/read/cetak/2008/12/22/44584/Menjaga-Pantai-dari-Abrasi>
- Suara Merdeka. 2010. "*Daratan dan Jalan Terancam Hilang Abrasi Pantai Ngebruk Makin Parah*". Artikel dalam situs SuaraMerdeka.com. CyberNews. 17 September 2010 | 22:13 WIB. Diunduh tanggal 6 Desember 2010 pukul. 15.32 WIB dari situs: <http://www.suamerdeka.com/v1/index.php/read/layar/2010/09/17/633/Abrasi-Pantai-Ngebruk-Makin-Parah>
- Triatmodjo, B. 1999. "*Teknik Pantai*". Beta Offset. Jogjakarta
- VHRmedia. 2010. "*Pantai Utara Jawa 5 Tahun Lagi Jalur Pantura Jawa Ambles*". Artikel dalam situs VHRmedia, Berita. 6 Oktober 2010 - 18:1 WIB. Diunduh tanggal 6 Desember 2010 pukul. 15.32 WIB dari situs: <http://www.vhrmedia.com/5-Tahun-Lagi-Jalur-Pantura-Jawa-Ambles-->