

# PENELITIAN DINAMIKA PESISIR MUARA SUNGAI COMAL DAN SEKITARNYA, JAWA TENGAH, DITUNJANG OLEH PENAFSIRAN DATA FOTO UDARA DAN CITRA SATELIT

Oleh :

Prijantono, A., Yudi Darlan dan D. Kusnida

Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Jl. DR. Djundjuna 236, Bandung - 40174

Diterima : 22-07-2008; Disetujui : 06-04-2009

## SARI

*Perubahan garis pantai di kawasan pesisir Kabupaten Tegal, Pemalang dan Pekalongan disebabkan oleh aktifitas sungai-sungai yang bermuara di pantai utara Pulau Jawa. Sungai-sungai tersebut mengangkut material sedimen yang disebarkan di Laut Jawa dan diendapkan kembali di sepanjang garis pantai oleh aktivitas gelombang laut mengakibatkan kawasan pesisir utara Pulau Jawa mengalami akresi. Iklim turut berperan dalam mempengaruhi perubahan garis pantai tersebut, khususnya pada musim hujan dimana air sungai akan meluap dan membanjiri kawasan pesisir dan mengendapkan material sedimen yang berlebihan.*

*Citra Landsat 7 ETM+ hasil rekaman tahun 2002 menunjukkan bentukan delta muara sungai Comal yang mengalami perubahan membentuk "cusplate". Perubahan garis pantai di mulut muara diperkirakan karena arah muara sungai Comal selalu berpindah-pindah seiring dengan jumlah pasokan air sungai dan material sedimen terangkut, iklim serta aktivitas gelombang dan arus yang bergerak saat itu.*

**Kata kunci :** garis pantai, iklim, banjir, akresi dan cusplate.

## ABSTRACT

*Coastline changes in Kabupaten Tegal, Pemalang and Pekalongan are caused by the rivers activity which spread out to the Java Sea. The sediment materials have been transported and distributed to the Java-sea and redeposited along the coastline by wave activities. Consequently, the coastline has been rapidly accreted by sedimentary processes. Closely climatic supported coastline changes during the rainy season, flooding covered river mouth area and deposited all sediment materials.*

*Landsat 7ETM+ Satellite imageries recorded in 2002; delta form in river mouth of Comal River has been changed into cusplate delta form. The changes of delta configuration especially in the river mouth area have been interpreted by river water supply, sediment materials, climatic, wave and current activities.*

**Key word:** coastline, climatic, flood, cusplate and accretion.

## PENDAHULUAN

Berdasarkan data foto udara yang di rekam pada tahun 1964, 1980, 1987 dan 1988, tampak bahwa kawasan muara sungai Comal telah mengalami perubahan-perubahan bentuk. Secara keseluruhan dilihat dari bentuk serta

garis pantainya, daerah ini termasuk ke dalam klasifikasi delta "lobate". Sedangkan jika dilihat dari proses yang berpengaruh, maka proses pembentukan delta lebih dominan bila dibandingkan dengan proses pembentukan pematang pantai.

Penelitian kawasan pesisir di muara sungai Comal bertujuan untuk memberikan gambaran tentang perubahan muara sungai Comal pada perioda tertentu yang dapat di jadikan acuan dalam perencanaan tata ruang kawasan tersebut. Selain itu perubahan yang terjadi pada muara sungai Comal memiliki daya tarik tersendiri dalam kajian ilmiah khususnya perilaku muara sungai yang selalu berubah akibat bermacam-macam faktor yang terlibat dalam proses tersebut.

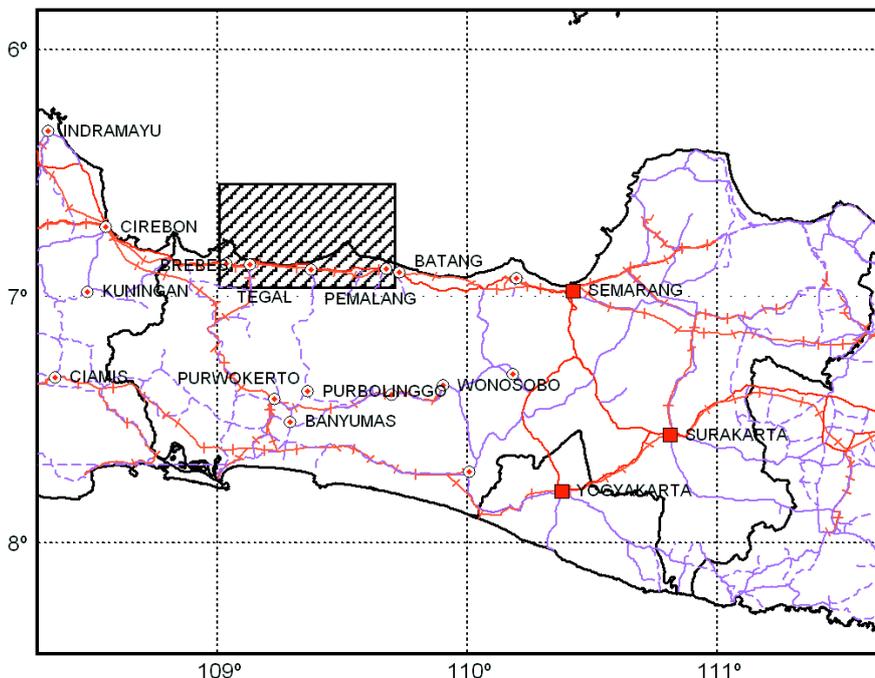
Proses abrasi maupun akresi terjadi di kawasan pantai muara Comal ini, sebagian daerah yang mengalami abrasi akibat arus sejajar pantai yang cukup kuat mengakibatkan berkurangnya lahan pertanian masyarakat, akan tetapi pada kawasan yang mengalami akresi dapat memberikan keuntungan bagi para petani tambak karena bertambahnya lahan. Bagi pemerintah daerah setempat perlu memberikan perhatian yang lebih cermat dalam mengantisipasi pemanfaatan kawasan akresi yang biasa disebut sebagai tanah timbul, karena dengan bertambahnya lahan atau daratan tentu harus dipikirkan secara bijak tentang tata ruang yang tepat guna dan berhasil guna.

Pemantauan perubahan garis pantai tersebut dilakukan dengan memanfaatkan foto udara dan citra satelit ETM 7 + dari tahun perekaman 1997 dan 2002 serta membandingkan antara satu citra dan lainnya yang menampilkan perbedaan pada garis pantai serta pemanfaatan lahan di kawasan pesisir. Perangkat lunak ER Mapper versi 7x sangat membantu dalam memproses setiap citra yang digunakan sesuai dengan tujuan kajian tersebut. Kemampuan perangkat lunak tersebut tidak diragukan lagi dari menampilkan citra dengan berbagai komposit warna hingga mengukur secara tepat seberapa jauh akresi terjadi pada citra satelit.

Pengolahan citra satelit dimanfaatkan guna menunjang penelitian di kawasan muara sungai Comal, agar hasil penelitian di kawasan tersebut dapat lebih lengkap. Dengan hasil interpretasi citra satelit akan memberikan kemudahan dalam pantauan perubahan kawasan pesisir secara luas. Saling menunjang antara kedua metode ini dapat melengkapi penelitian di kawasan muara sungai Comal dan dapat menghasilkan gambaran secara menyeluruh pada permukaan kawasan tersebut. Karya tulis ilmiah ini tentu diharapkan dapat memberikan wawasan bagi para pengambil keputusan dalam pemanfaatan lahan secara cermat serta bijaksana.

Karakteristik pantai diidentifikasi di sepanjang pantai antara Tegal, hingga Pekalongan bagian barat berdasarkan pada sifat-sifat/jenis batuan sepanjang pantai, relief pantai dan karakteristik garis pantai (*coastline character*) sesuai dengan legenda bentang alam yang dipakai oleh Dolan drr (1975).

Daerah penelitian meliputi kawasan pantai dan lepas pantai Kabupaten Tegal, Pemalang dan Pekalongan, Propinsi Jawa Tengah, terletak pada koordinat 109°05' – 109°45' LS dan 06°40' – 06°54' BT (Gambar 1.).



Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian di Kabupaten Tegal, Pemalang dan Pekalongan.

## TINJAUAN GEOLOGI UMUM

Pantai utara Jawa Tengah, khususnya daerah penyelidikan secara fisiografi termasuk ke dalam dataran rendah berdasarkan klasifikasi lereng dengan menggunakan perangkat lunak ER Mapper. Daerah tersebut secara umum ditutupi oleh endapan aluvium yang terdiri dari lempung, lanau, pasir dan kerikil. Sungai-sungai yang mengalir dan bermuara di wilayah pantai utara, khususnya di bagian paling barat daerah penyelidikan adalah sungai Ketiwon dan Cacaban yang bermuara di pesisir Tegal. Sedangkan sungai Rambut dan Waluh bermuara di pesisir Pemalang dan sungai Comal bermuara di pesisir barat Pekalongan. Berdasarkan Peta Geologi Lembar Jawa Tengah yang diterbitkan oleh Pusat Survei Geologi, sungai-sungai tersebut pada bagian hulunya mengikis batuan-batuan gunungapi muda yang terdiri dari batuan lava andesitan yang berasal dari Gunung Slamet, berumur Kuarter, kecuali sungai Comal yang mengikis batuan-batuan dari Formasi Halang dan Formasi Rambatan, yang terdiri dari batupasir andesit, konglomerat tufaan, napal, serpih dan batupasir gampingan, berumur Tersier.

Formasi Halang dan Formasi Rambatan tersebut merupakan anggota dari cekungan Bogor-Kendeng yang tersingkap disebelah selatan daerah penyelidikan. Batuan yang berumur tua dan batuan gunungapi tersebut membentuk dataran-dataran tinggi dengan menunjukkan torehan-torehan sungai yang curam. Hal ini menandakan tingkat erosi yang cukup tinggi oleh sungai-sungai tersebut. Material sedimen hasil erosi diangkut dan diendapkan oleh sungai-sungai di daerah penyelidikan secara berlebihan oleh air sungai khususnya pada musim hujan. Fenomena inilah yang sangat mempengaruhi bertambahnya daratan yang terbentang dari Tegal – Pemalang hingga Pekalongan, yang dimanfaatkan masyarakat sebagai lahan pertanian dan perikanan.

## METODE PENELITIAN

Dalam proses pemantauan secara rinci garis pantai kawasan pesisir Kabupaten Tegal –Pemalang hingga Pekalongan digunakan beberapa metode pendekatan, antara lain pemetaan garis pantai di lapangan sebagai *ground check* terhadap analisis penginderaan

jauh citra satelit landsat 7 ETM+, foto udara dan pengukuran di lapangan yang dilengkapi oleh penelitian karakteristik pantai.

Metode analisis penginderaan jauh digunakan sebagai studi pendahuluan sebelum penelitian lapangan. Metoda ini juga merupakan suatu ilmu atau teknologi untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak dengan objek, daerah atau fenomena yang dikaji. (Suprpto, 2004).

Analisis lebih mengutamakan penggunaan perangkat lunak ER Mapper dan visual pada pengolahan data citra satelit tahun 1997 dan 2002 dengan menggunakan komposit warna 321 yang menampilkan vegetasi dan 457 yang menampilkan batuan untuk pemetaan lingkungan pesisir yang meliputi bagian daratan dan lautan yang masih dipengaruhi antara kedua bentang lahan tersebut.

Pemetaan garis pantai pada daerah penelitian dilakukan untuk mengetahui perubahan garis pantai dengan menggunakan sistem poligon terikat dan ditunjang oleh titik-titik triangulasi yang telah diketahui koordinatnya sebagai titik ikat. Pengamatan matahari dilakukan pada titik ikat awal dan akhir sebagai kontrol azimuth. Kegiatan ini dilakukan untuk melengkapi hasil interpretasi citra satelit yang mengindikasikan adanya pantai abrasi maupun akresi.

Garis pantai ditentukan dengan cara melakukan pengukuran, perhitungan, penggambaran dan studi perbandingan dengan garis pantai dari peta topografi atau foto udara dan beberapa rekaman citra satelit yang sudah ada sebelumnya sehingga akan tampak berbagai perubahan di sepanjang garis pantai khususnya pada perubahan muara sungai Comal.

Bersamaan dengan itu dilakukan juga pengamatan morfologi dan sifat-sifat fisik garis pantai dan kekeruhan air laut dengan tujuan mengetahui daerah-daerah yang terkena abrasi laut dan daerah-daerah yang mengalami penambahan daratan yang disebabkan oleh pengendapan sedimen yang berlebihan.

Penelitian karakteristik pantai (Dolan,1972) dilakukan untuk mendapatkan informasi lapangan (*ground check*) tentang beberapa parameter, antara lain oseanografi yang membahas tentang arus sejajar pantai serta

interpretasi pengendapan sedimen, pemerian material pembentuk pantai secara megaskopis, analisis morfologi secara rinci, bentuk dan bangunan pantai, bahaya geologi serta genesis kawasan pesisir. Data visual penelitian karakteristik pantai dilengkapi dengan data pemanfaatan lahan kawasan pesisir.

Metode-metode pendekatan tersebut akan disajikan dalam suatu informasi dan karya ilmiah yang diharapkan dapat bermanfaat bagi para ilmuwan dan para pengambil keputusan dalam pemanfaatan lahan kawasan pesisir secara tepat guna dan berhasil guna.

## HASIL PENELITIAN

Pemetaan garis pantai dilakukan di sepanjang pantai Kabupaten Tegal, Pemalang dan Pekalongan, menurut data garis pantai tahun 1964 serta pengukuran di lapangan, pantai sepanjang Kabupaten Tegal sampai dengan Kabupaten Pekalongan selalu mengalami perubahan setelah dilakukan pemantauan dengan foto udara.

Dari analisis pada daerah penelitian, perubahan garis pantai ini disebabkan oleh aktifitas sungai-sungai yang bermuara di kawasan pesisir utara Pulau Jawa, mengangkut material sedimen untuk disebarkan di laut dan diendapkan kembali di garis pantai oleh aktivitas gelombang laut. Akan tetapi disisi lain masih tampak adanya kemunduran garis pantai disebabkan oleh erosi gelombang laut (abrasi). Iklim turut berperanserta dalam mempengaruhi perubahan garis pantai tersebut, khususnya pada musim hujan yang terjadi pada akhir tahun hingga awal tahun, air sungai yang bermuara di pantai utara Pulau Jawa akan meluap dan membanjiri kawasan pantai dengan mengangkut dan mengendapkan material sedimen yang berlebihan. Dalam satu kali musim hujan yang mengakibatkan luapan air tersebut sudah dapat merubah garis pantai, setidaknya dapat merubah bentuk muara sungai (Komar, 1974).

Kesetimbangan alam akan terjadi, jika ada penambahan daratan kearah laut maka akan terjadi pula pengurangan daratan atau kemunduran garis pantai di daerah lainnya (Emery dr, 1972). Hal ini akibat erosi air laut yang dipengaruhi oleh perubahan arah arus. Di daerah penelitian, materi sedimen yang diendapkan oleh sungai-sungai kecil yang bermuara di desa Sugihwaras, Asemdayong,

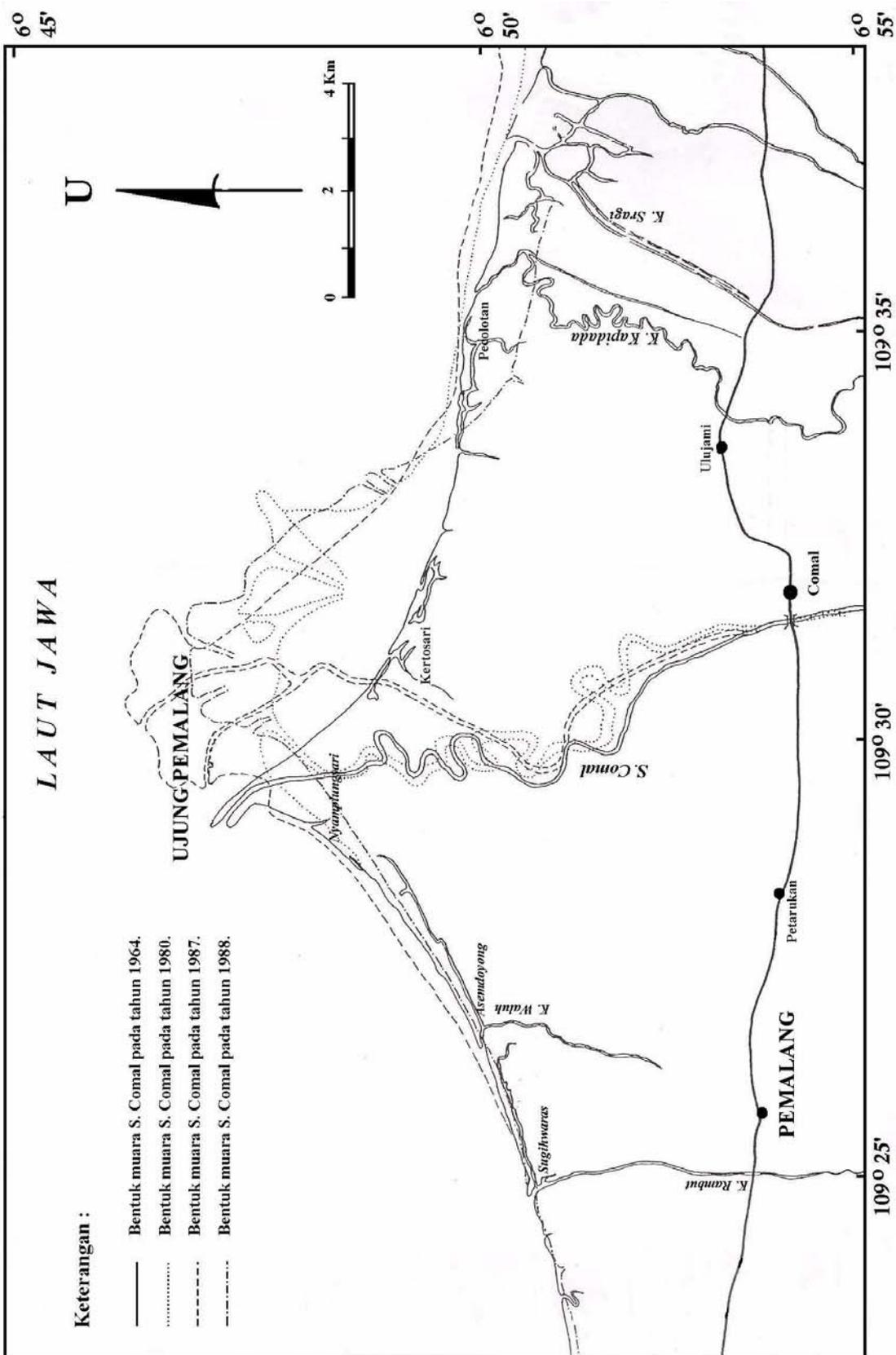
Nyemplungsari juga sungai Rambut serta sungai-sungai kecil lainnya yang ada di desa Kertosari dan desa-desa lainnya.

Perubahan bentuk tersebut adalah penambahan daratan yang diakibatkan oleh pengendapan material sedimen baru dan perubahan bentuk muara sungai yang berkaitan erat dengan aktivitas arus laut sejajar pantai (*longshore current*), arus laut utama, angin dan gelombang yang terjadi pada saat proses pengendapan itu berlangsung. Perubahan tersebut tampak jelas dari hasil pemantauan dengan menggunakan foto udara dari tahun 1964 hingga tahun 1988 (Gambar 2).

Pengamatan garis pantai barat sungai Comal hingga muara diketahui bahwa materi sedimen yang diendapkan kembali di sepanjang pantai dekat muara sungai Comal adalah hasil erosi arus laut sejajar pantai dari desa Pecolotan yang mengalami kemunduran garis pantai, menerus hingga dekat dengan muara sungai Comal. Kemunduran garis pantai di sepanjang pantai desa Pecolotan sampai muara sungai Comal, sangat mempengaruhi perubahan bentuk muara sungai Comal. Perubahan ini tergantung dari materi sedimen kawasan muara sungai Comal yang diendapkan dan jumlah air sungai Comal itu sendiri.

Data garis pantai dan photo udara tahun 1964, 1980, 1987 dan 1988, yang bersumber dari Bakosurtanal, tampak jelas perubahan bentuk muara yang berkembang ke arah timur. Akan tetapi dari citra satelit landsat terbaru hasil rekaman 2002 bentuk delta sungai Comal berubah bentuk menjadi delta "*cusplate*" (Gambar 4). Dari data garis pantai berdasarkan photo udara tahun 1964, bentuk muara sungai Comal sangat menjorok ke laut dan berkelok ke arah barat, jadi material sedimen yang diangkut oleh sungai Comal praktis diendapkan ke arah barat muara. Garis pantai berdasarkan photo udara tahun 1988, bentuk muara sungai Comal tampak berubah banyak (Gambar 2).

Garis pantai dari data foto udara tahun 1964 kawasan muara sungai Comal mempunyai satu mulut muara, dan tahun 1988 berubah kawasan muara sungai Comal menjadi tiga mulut muara, yang masing-masing membentuk delta ke arah utara. Bentuk garis pantaipun tampak berubah dimana daratan lebih banyak bertambah lebar ke arah timur, dan saat ini pertambahan lahan pada



Gambar 2. Peta perubahan garis pantai pada muara sungai Comal berdasarkan beberapa foto udara dan pengukuran di lapangan. (sumber Bakosurtanal)

mulut muara sungai Comal telah dimanfaatkan masyarakat petani sebagai lahan usaha tambak.

Dengan menggunakan dua citra satelit tahun rekaman 1997 dan 2002 tampak kawasan muara sungai Comal dalam jangka waktu hampir 5 tahun di daerah ini telah mengalami penambahan daratan mencapai hampir 2 km ke arah laut dari garis pantai terdahulu diukur secara horizontal. (Gambar 2). Pada saat penelitian lapangan dilakukan mulut muara sungai Comal sudah lebih jauh menjorok ke arah laut sejauh kurang lebih 5 km diukur dari pematang pantai yang diindikasikan sebagai garis pantai lama. Tiga mulut muara sungai Comal tetap mengendapkan materi sedimennya, tetapi dua mulut muara mengalir ke arah barat sedangkan yang lain ke arah timur.

Selain menggunakan foto udara dan pengukuran garis pantai di lapangan juga dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ER Mapper, ditampilkan dua citra dengan bersamaan secara tumpang tindih untuk memperkaya data perbedaan garis pantai di kawasan muara sungai Comal. Perbedaan garis pantai antara data citra satelit hasil rekaman 1997 dan 2002, penampilan kedua citra tersebut secara bergantian tampak perbedaan garis pantai tersebut serta indentifikasi daerah-daerah yang mengalami abrasi maupun akresi. Selain itu perangkat lunak tersebut dapat mengukur secara tepat jarak perbedaan garis pantai tersebut.

Penggunaan data citra satelit terkini dapat menghasilkan pengukuran yang sama dengan pengukuran langsung di daerah penelitian. Maka untuk penelitian dinamika garis pantai dibutuhkan data citra satelit hasil perekaman beberapa tahun lalu hingga kini, semakin banyak jumlah citra satelit yang digunakan semakin akurat identifikasi perubahan garis pantai. Dalam penelitian ini hanya tersedia dua rekaman satelit, yaitu tahun 1997 dan 2002, akan tetapi masih tersedianya beberapa rekaman foto udara yang sangat membantu dalam pemantauan garis pantai daerah penelitian.

Dari citra satelit landsat 7 ETM+ hasil rekaman tahun 1997 daerah yang mengalami erosi air laut yang sangat kuat (abrasi) atau kemunduran garis pantai, tampak di daerah sebelah timur muara sungai Comal. Data ini ditunjang oleh *ground check* pada lokasi penelitian. Sangat disayangkan rekaman ini

sebagian tertutup awan sehingga tidak dapat terlihat jelas bentuk muara sungai Comal yang sedang mengalami abrasi (Gambar 3). Kemunduran garis pantai di daerah ini kurang lebih 1 km dari garis pantai lama, perubahan mulut muara sungai Comal sangat dipengaruhi oleh arus dan gelombang laut yang cukup kuat. Analisis data gelombang yang dihasilkan dari pengamatan langsung pada kawasan pesisir selama 24 jam dan pengukuran dengan menggunakan theodolit, tinggi rata-rata gelombang 27,5 – 35 cm dengan kecepatan 7,9 detik, gelombang tersebut tergolong dalam gelombang kecil dan merupakan gelombang jenis alun (*swell*).

Dengan melihat perubahan-perubahan muara sungai Comal, dari tahun 1997 dan 2002 serta data penelitian, arus dan gelombang laut datang dari arah barat laut. Dugaan ini ditunjang oleh pengamatan erosi di muara sungai Comal di sebelah timur akibat arus sejajar pantai. Erosi terjadi di timur sungai Comal khususnya di muara sungai Sragi dan kekeruhan semakin meningkat ke arah timur tetapi ke arah barat pergerakan material sedimen tidak terlalu kuat. Hal ini diakibatkan oleh adanya materi sedimen yang terangkut arus laut.

Dari citra landsat 7 ETM+ hasil rekaman tahun 2002 tampak bentuk delta muara sungai Comal berubah menjadi bentuk "*cusate*". Kandungan material sedimen masih cukup besar yang disebarkan jauh ke arah utara, tetapi masih memperlihatkan gerakan berkelok ke arah barat kemungkinan diakibatkan oleh aktivitas arus yang kuat dari arah timur pada saat perekaman citra. Bentuk muara *cusate* tersebut mendapat suplai material sedimen dari pantai timur dan barat yang didorong oleh arus sejajar pantai (*longshore current*) yang bergerak hingga mencapai mulut muara sungai Comal. Pada pantai barat pergerakan arus sejajar pantai tidak terlalu kuat dibandingkan dengan dari arah timur sehingga sedikit material sedimen di muara sungai Comal yang mengakibatkan mulut muara sungai Comal sedikit condong ke arah barat (Gambar 4).

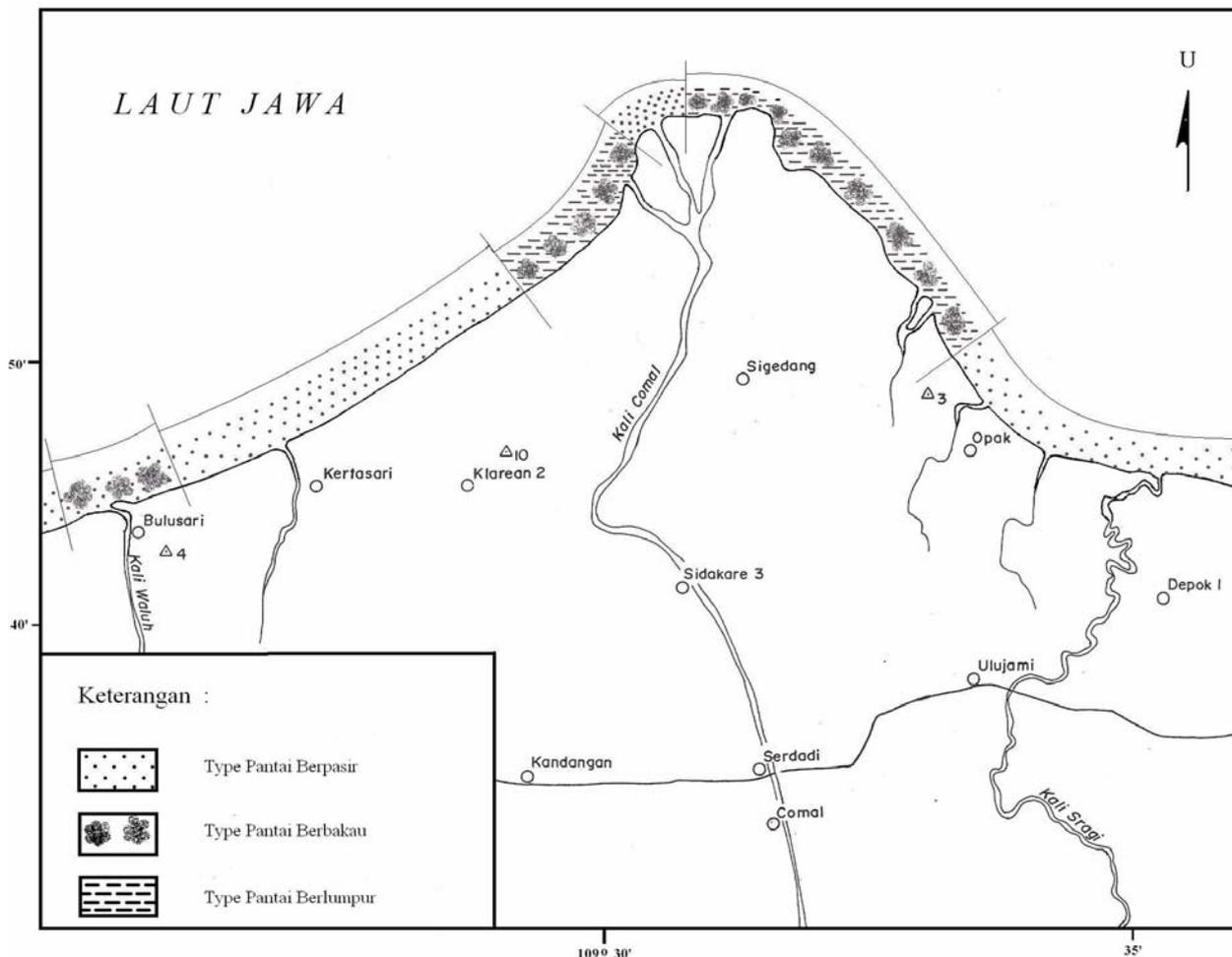
Studi pemetaan garis pantai ini sangat bermanfaat, yaitu selain mendapatkan garis pantai terbaru, juga sangat berguna untuk dipelajari dampak positif maupun negatifnya terhadap lingkungan serta pengembangan wilayah.



Gambar 3. Citra satelit Landsat 7 ETM+ rekaman tahun 1997 dengan komposit warna 321 pada kawasan muara Sungai Comal dan kawasan pesisir Kabupaten Pemalang dan Tegal dengan lahan tutupan vegetasi tumbuhan bakau untuk kawasan garis pantai.



Gambar 4. Citra Landsat 7 ETM+ hasil rekaman tahun 2002 dengan komposit warna 321 untuk kawasan Kabupaten Tegal, Pemalang dan Pekalongan. Pergerakan sedimen tampak dipengaruhi oleh pergerakan arus sejajar pantai maupun arus laut utama.



Gambar 5. Peta Karakteristik Pantai di kawasan muara sungai Comal, Jawa Tengah

### Pemetaan Karakteristik Pantai

Pemetaan bersistem karakteristik pantai, memperlihatkan bahwa relief pantai daerah penelitian merupakan “*coastal plain*” yang seluruhnya tersusun oleh endapan masa kini berupa gabungan antara pasir pantai (*sand beach*), paparan lumpur (*mud flat*) dan tumbuhan bakau (*mangrove*).

*Type Pantai berpasir*, tersebar disebagian besar di daerah telitian, yaitu antara pantai Tegal hingga muara sungai Kapidadap dan disekitar muara sungai Sragi. Karakteristik pantai ini pada beberapa tempat dijumpai gumpuk-gumpuk pasir bersekala kecil (*sand dune*) yang tidak terpetakan dan bercampur dengan tumbuhan bakau atau paparan lumpur (Gambar 5).

Bentuk garis pantai umumnya relatif lurus dan aktivitas gelombang laut yang disebabkan oleh angin cukup berperan terhadap proses perubahan dan pembentukan pantai, disamping faktor pasang surut dan lain-lain. Di kawasan pantai Tegal hingga pantai Pecolotan, Pemalang,

pantai berpasir ini memperlihatkan proses penambahan garis pantai baru (akresi). Sedangkan dari daerah pantai Pecolotan hingga pantai sebelah barat muara sungai Comal dan sekitar muara sungai Sragi, menunjukkan proses pengurangan garis pantai (abrasi). Dengan menggunakan perangkat lunak ER Mapper dapat menampilkan kedua citra dengan berbeda tahun perekaman secara simultan, dengan menggunakan tranparansi yang tersedia pada Algoritma maka dapat tampil dengan jelas kawasan pesisir yang mengalami penambahan lahan atau biasa disebut tanah timbul.

Keadaan kawasan pantai tersebut menunjukan bahwa proses sedimentasi di daerah pantai Tegal hingga Pecolotan lebih dominan dibandingkan energi gelombang laut yang dapat mengikis garis pantai. Pasokan material sedimen yang tersebar di kawasan pantai tersebut diperkirakan berasal dari sungai-sungai kecil yang banyak bermuara di sekitarnya.

Di kawasan pantai Pecolotan hingga pantai barat Pekalongan, perubahan garis pantai lebih banyak ditemukan, hal ini disebabkan oleh dinamika delta sungai Comal yang setiap saat berubah. Perubahan tersebut diperkirakan karena arah muara sungai Comal selalu berpindah-pindah seiring dengan jumlah pasokan air sungai dan material sedimen terangkut, iklim serta aktivitas gelombang dan arus yang bergerak saat itu. Pengamatan debit sungai tidak dilakukan karena saat penelitian berlangsung bertepatan dengan musim kemarau, mengakibatkan jumlah air sungai Comal sangat sedikit jumlahnya, walaupun demikian masih terpantau jejak-jejak banjir yang terjadi pada permukaan di musim hujan. Untuk mengetahui siklus musim (*climatic cycles*) pada kawasan muara sungai Comal secara rinci mungkin dapat dilakukan dengan metode pemboran,

*Type Pantai berbakau*, umumnya tumbuh di muara-muara sungai dan berasosiasi dengan tipe pantai lainnya seperti pasir pantai dan paparan lumpur. Sebaran tumbuhan bakau yang masih lebat dapat ditemukan di sekitar muara Comal, sedangkan di tempat-tempat lain hanya berupa kumpulan-kumpulan kecil yang terkadang terpisah satu dengan lainnya. Karakteristik garis pantai berbakau ini terdiri atas tanaman bakau jenis *Rhizophora stylosa* serta lumpur. Bakau jenis ini pada umumnya tumbuh di lumpur yang masih dipengaruhi pasang-surut, tetapi tumbuhan jenis ini tumbuh di muara sungai dan di alur sungai hingga jauh ke darat. Tumbuhan bakau ini jika tidak mendapat gangguan oleh ulah manusia, dapat mencapai ketinggian 15 m, jenis ini adalah jenis bakau yang memiliki akar cabang, tetapi juga dapat tumbuh kerdil (*bonsai*).

Type pantai berbakau dapat dipakai sebagai petunjuk kestabilan garis pantai, bahkan penambahan garis pantai baru (akresi). Salah satu sifat alami yang dimiliki oleh tumbuhan ini adalah kemampuannya untuk melindungi kawasan pesisir dari energi gelombang laut yang dapat mengerosi pantai, disamping itu dapat menjebak atau perangkap material sedimen untuk tidak berpindah ke tempat lain. Pemanfaatan lahan tumbuhan bakau untuk suatu peruntukan dengan cara mengurangi atau menebang populasi tumbuhan bakau, pada dasarnya dapat merusak ekosistem dan lingkungan pantai yang secara nisbi sudah

mapan, mengakibatkan mundurnya atau berkurangnya garis pantai (abrasi) (Dolan drr,1975).

*Type paparan lumpur (mud flat)*, dari hasil pengamatan di daerah penelitian pantai type ini terdapat di sekitar muara sungai Keti dan muara sungai Comal, umumnya bercampur dengan tumbuhan bakau. Kawasan pantai type ini merupakan daerah pantai yang bertambah maju (akresi), proses sedimentasi tampak lebih besar dibandingkan dengan proses erosi yang disebabkan oleh rejim energi gelombang dan arus yang bergerak di sekitarnya.

Penambahan lahan pantai berupa paparan lumpur ini dari satu segi dapat dimanfaatkan masyarakat untuk lahan usaha seperti perikanan atau pertambakan udang dan lainnya, tetapi pada beberapa segi dapat merugikan jika tipe pantai ini terdapat disekitar pelabuhan karena tingkat pendangkalan yang cepat. Pengamatan yang lebih rinci dari karakteristik pantai maupun proses-proses yang dominan seperti pengamatan arus, gelombang, pasang-surut dan proses sedimentasi suatu wilayah pantai di kawasan pesisir muara sungai Comal dapat memberikan informasi yang lebih lengkap dan dapat menunjang pengembangan wilayah dikawasan ini.

## PEMBAHASAN

Pada muara sungai Comal penyebaran muatan sedimen terbagi dalam dua arah, yaitu ke utara dan barat. Hal ini dapat diketahui dari penyebaran tingkat kekeruhan air laut yang dapat dipantau dari pengamatan di daerah penelitian. Tingkat kekeruhan yang tinggi tersebar di mulut muara sungai Comal, tetapi kekeruhan air laut yang cukup tinggi juga tersebar jauh menyusur pantai ke arah barat, ini terjadi karena adanya tekanan arus dan gelombang laut yang kuat datang dari arah timur dan memisahkan penyebaran kekeruhan tersebut.

Hasil interpretasi citra satelit landsat 7 ETM+ tahun 2002 dengan menggunakan komposit warna 321 atau 457 dan dengan melakukan *ground check* di daerah penelitian, arus sejajar pantai yang datang dari arah timur, arus laut tersebut berbelok ke arah utara menuju muara sungai Comal yang menjorok jauh ke arah laut sambil membawa sebagian materi sedimen

serta mengendapkannya di muara sungai Comal dan membentuk delta Comal.

Pengamatan lapangan (*ground check*) pada daerah lepas pantai barat muara sungai Comal secara visual tampak lebih jernih jika dibandingkan dengan kawasan lepas pantai sungai Comal bagian tenggara. Hal ini diduga kekuatan arus sejajar pantai yang datang dari arah tenggara cukup besar, tetapi derasnya arus sungai Comal menuju laut menurunkan kecepatan arus dari arah tenggara. Walaupun demikian muatan sedimen yang tersebar pada daerah muara sungai Comal masih berkelok ke barat diduga akibat arus laut utama yang datang dari arah timur. Kemungkinan besar berasal dari arah timur yang terhambat energinya oleh muara sungai Comal. Di utara muara sungai Comal arus tersebut dapat bergerak optimal ke arah barat dengan membawa kandungan material sedimen ke arah barat.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Perubahan garis pantai banyak dipengaruhi oleh aktivitas sungai (proses darat) yang membawa material sedimen dan diendapkan di laut. Daerah yang mengalami perubahan garis pantai sebagian besar adalah daerah muara sungai Comal, Kabupaten Pekalongan.

Karakteristik pantai daerah penyelidikan berupa *Coastal plain* yang keseluruhan disusun oleh endapan masa kini (aluvial) dengan karakteristik pantainya berupa pasir pantai, paparan lumpur dan tumbuhan bakau.

Untuk pengembangan wilayah khususnya pengembangan wilayah kawasan pesisir, diharapkan pelestarian lingkungan mendapat perhatian, baik dari masyarakat maupun pengambil keputusan khususnya, perlu adanya penyuluhan dalam pencegahan penebangan

tumbuhan bakau di tepi pantai yang sangat berguna sebagai pelindung pantai alami.

Daerah muara sungai Comal merupakan daerah yang dinamis perkembangannya serta menyangkut pembangunan dalam lingkup tata ruang. Maka perlu diadakan penataan yang bijak sesuai dengan masalah hak dan kepemilikan tanah serta peruntukannya.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis sampaikan ucapan terimakasih kepada Ir. Subaktian Lubis M.Sc selaku Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan yang telah mengizinkan untuk diterbitkannya makalah ini serta rekan-rekan peneliti yang terlibat dalam kegiatan ini atas diskusinya yang sangat berharga.

## ACUAN

Dolan, R., Hayden, B.P., and Vincent, M.K., 1975, *Classification of coastal landforms of the America*. Zeitschr. Geomorphologie 22, 72 – 88. *Eccyc. Of the Earth Scei.*, Vol. XV (1982).

Emery, K.O., Uchupi. E., Sunderland, J., Uktolseja, H.L., and Young, E.M., 1972, *Geological structure and some water characteristics of the Java Sea and adjacent continental shelf*. CCOP Technical Bulletin, Vol. 6.

Komar, P.D., 1974, *Beach Processes and sedimentation*. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey. p. 36 – 144.

Suprpto, T.A., 2004, Buku Pegangan Pengolahan Data Digital Citra untuk Pemetaan Geologi Lingkungan Pesisir Dengan Perangkat Lunak ER Mapper, Bid. Prog. Inf, *Puslitbang Geologi Kelautan*.