

## Indikasi Pembentukan Delta Pasang Surut Ebb di Mulut Outlet Segara Anakan Bagian Barat, Teluk Pangandaran, Jawa Barat

L. Sarmili<sup>1)</sup>, A. Faturachman<sup>1)</sup>, Andi Sianipar<sup>1)</sup>,  
D. Handayani<sup>2)</sup> dan Y. Yuniarti<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan,  
Jl. Dr. Junjuran 236 Bandung-40174, Indonesia

<sup>2)</sup> Fakultas Sains and Matematika Departemen Geologi, Unpad  
Jl. Raya Bandung-Sumedang, Jatinangor-45363

### Abstract

*The Segara Anakan lagoon is located in the eastern part of Pangandaran Bay where West Segara Anakan outlets which is connecting the Segara Anakan Lagoon to the open sea (Indian Ocean).*

*At present, the Segara Anakan lagoon is being threatened by high rates of sedimentation. Some big rivers such as Citanduy, Cibeureum and Cikonde are responsible for reducing the open water due to their sedimentation in the lagoon. During low sea level, high energy from the river bring the sediment to the open sea where the coarser grains are deposited closely to the mouth of those rivers. The finer grains as a suspended sediments are deposited far away from rivers.*

*The occurrence of islands in front of rivers are called as deltas. These deltas which are located inside the lagoon called as a flood tidal delta, on the other hand, if they are located outside the lagoon called as an ebb tidal delta. The submarine surficial sediment distribution map that strongly modified by a Quaternary isopach map and a bathymetric map indicate that there are sediments that have been deposited outside the system of Segara Anakan lagoon which indicate formation of an Ebb tidal delta in Pangandaran bay.*

### Sari

*Laguna Segara Anakan terletak di sebelah timur teluk Pangandaran dimana terdapat outlet Nusakambangan bagian barat yang menghubungkan laguna Segara Anakan ke laut terbuka (Samudera Hindia).*

*Pada saat ini, laguna Segara Anakan sedang mengalami ancaman dari tingginya tingkat pengendapan sedimen. Beberapa sungai besar seperti Citanduy, Cibeureum dan Cikonde bertanggung jawab atas terjadinya penyempitan dan pendangkalan laguna. Pada waktu susut laut, energi yang tinggi dari sungai akan membawa sedimen ke laut terbuka dimana butiran yang kasar akan diendapkan di dekat muara sungai-sungai tersebut. Butiran halus akan diendapkan jauh dari sungai-sungai tersebut.*

*Keterdapatn pulau-pulau didepan muara-muara sungai tersebut dapat disebut sebagai endapan delta. Endapan delta yang terdapat di dalam laguna disebut sebagai "Flood Tidal Delta", sedangkan yang di luar laguna Segara Anakan yaitu ke arah laut lepas disebut sebagai "Ebb Tidal Delta".*

*Peta sebaran sedimen permukaan yang diperkuat oleh peta isopach Kuarter dan peta batimetri menunjukkan adanya sedimen yang diendapkan di luar sistim laguna Segara Anakan sebagai indikasi pembentukan delta pasang-surut Ebb di dalam teluk Pangandaran.*

### PEDAHULUAN

Laguna Segara Anakan ini terdapat di perbatasan propinsi Jawa Barat dan Jawa Tengah dan secara geografis terletak pada koordinat 07°35' - 07°43' LS dan 108°45' - 109°00' BT yang dibatasi oleh pulau Nusakambangan

disebelah selatannya dari laut lepas, Samudera Indonesia.

Salah satu aspek yang menarik di laguna Segara Anakan ini adalah proses pendangkalan atau proses sedimentasi yang terjadi di dalam laguna tersebut. Laguna Segara Anakan berupa laut di belakang pulau

Nusakambangan yang saat ini sedang mengalami pendangkalan. Perairan Segara Anakan yang tadinya merupakan perairan yang cukup luas pada saat sekarang hanya menyisakan 28 % dari perairan semula.

Sungai-sungai besar seperti Citanduy, Cikonde dan Cibeureum yang mempunyai hulunya jauh di daratan membawa material sedimen hasil erosi hulu dan diendapkan di muara sungainya. Sungai-sungai tersebut semuanya bermuara ke dalam laguna Segara Anakan sehingga terjadilah penumpukan sedimen di dalam laguna tersebut. Untuk mencapai laut lepas yang terdekat hanya dapat melalui outlet Segara Anakan bagian barat. Outlet tersebut berupa selat yang sempit dan berbelok-belok sehingga material yang dibawa menuju laut lepas banyak yang diendapkan di bagian dalam dari belokan sungai ditambah lagi dengan energi gelombang dari laut lepas yang lebih kuat dibandingkan dengan energi sungai dalam membawa sedimen ke arah laut, sehingga terjadilah pengendapan kembali ke arah daratan.

Hasil penyelidikan terutama dari sebaran sedimen permukaan dasar laut menunjukkan bahwa sedimen berbutir kasar lebih banyak tersebar di bagian barat, sebaliknya sedimen berbutir halus tersebar ke arah timur dari laguna tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa sumber sedimen berasal dari arah barat dimana terdapat sungai-sungai besar yang bermuara disana. Sungai terbesar dan terpanjang yang bermuara ke dalam laguna Segara Anakan ini adalah Sungai Citanduy. Sungai Citanduy inilah sebagai sumber sedimen yang terbesar dalam proses sedimentasi yang mengisi dan menyebabkan pendangkalan laguna Segara Anakan tersebut. Seluruh material berbutir kasar yang dibawa oleh sungai tersebut akan diendapkan tidak jauh dari sumbernya, hal ini lebih dikarenakan material sedimen berbutir kasar tersebut sifatnya lebih berat dan diendapkan hanya pada waktu surut laut dimana energi sungai lebih besar dari energi laut. Sedangkan material berbutir halus yang sifatnya melayang tidak banyak yang terendapkan tetapi akan dibawa kembali pada waktu pasang laut ke arah daratan dan melalui outlet Nusakambangan bagian barat yang akhirnya masuk ke dalam laguna Segara Anakan. Pengendapan sedimen berbutir halus hanya

dapat terjadi pada waktu energi laut lebih tenang dan energi tenang tersebut hanya terdapat di bagian timur dari sistim laguna Segara Anakan dan adanya tanaman bakau yang banyak terdapat di sebelah timur dapat mengikat sedimen berbutir halus untuk diendapkan disana. Hal ini dapat dibuktikan dari sebaran sedimen secara vertikal yang didapat datanya dari pemboran inti. Data bor dalam yang tersebar barat-timur (dari BH 01 hingga BH 05) menunjukkan bahwa sedimen berbutir kasar hanya terdapat di lokasi BH 01, sedangkan ke arah timurnya yaitu BH 02 hingga BH 05 seluruhnya diisi oleh sedimen berbutir halus.

Data geologi yang pernah dikumpulkan oleh peneliti sebelumnya, hanya di sekitar pantai di Teluk Pangandaran dan sekitarnya yaitu oleh L. Sarmili dr. (1999) dan L. Sarmili dr. (2000), Wahyu Walam A., dr. (1990) dan pemetaan darat lembar Pangandaran yang dilakukan oleh T.O. Simanjuntak, dr. (1992). Peta dasar daratan dan garis pantai yang digunakan adalah Peta Topografi AMS (1944) dan dari BAKOSURTANAL (1999).

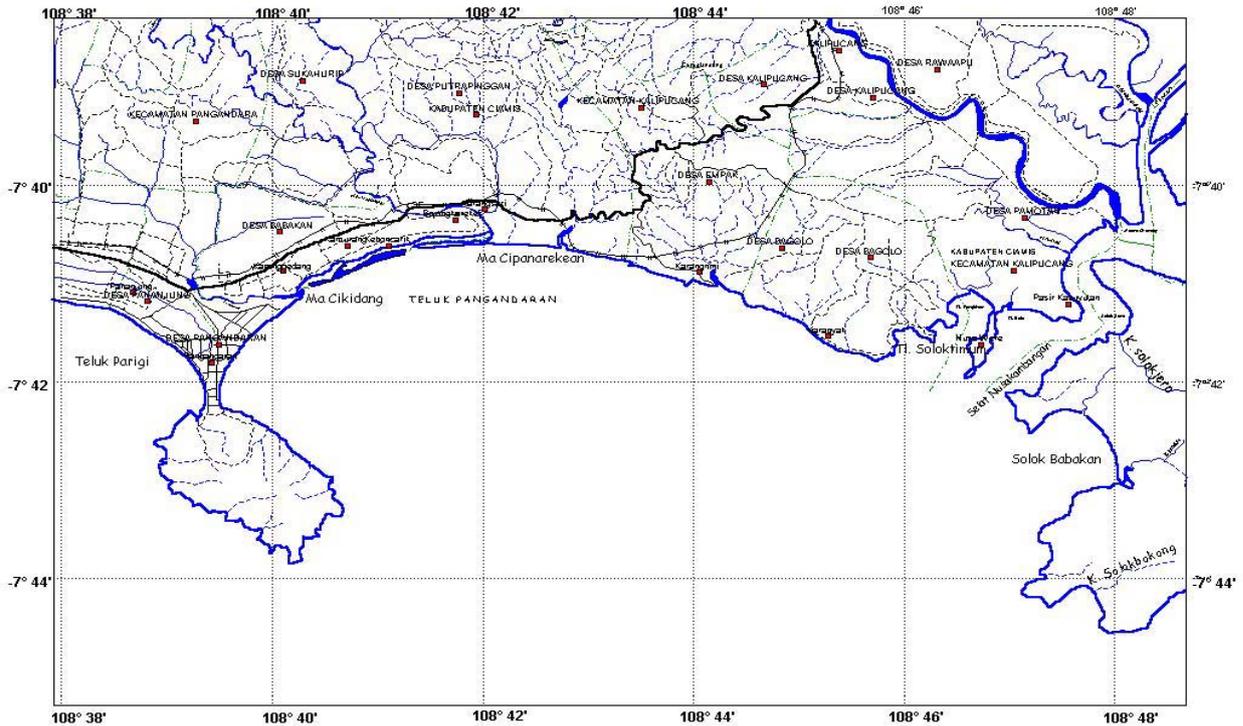
## **MAKSUD DAN TUJUAN**

Maksud penelitian proses sedimentasi di Teluk Pangandaran adalah untuk mengetahui sistim pengendapan sedimen di luar sistim laguna Segara Anakan. Data lapangan menunjukkan adanya pengendapan di mulut outlet Nusakambangan bagian barat yang berindikasi akan membentuk delta di luar sistim laguna Segara Anakan. Endapan delta yang terdapat di dalam laguna disebut sebagai "Flood tidal delta", sedangkan yang di luar laguna Segara Anakan yaitu ke arah laut lepas disebut sebagai "Ebb Tidal Delta" (John Pethick, 1986).

Tujuan penelitian di Teluk Pangandaran adalah untuk menunjang penelitian proses sedimentasi dan dampaknya setelah Sungai Citanduy bermuara di Teluk Nusawere khususnya dan Teluk Pangandaran umumnya.

## **LOKASI DAERAH PENYELIDIKAN**

Daerah telitian terletak di batas wilayah Propinsi Jawa Barat dan Propinsi Jawa Tengah bagian selatan. Secara geografis terletak pada koordinat 07°42' - 07° 45' LS dan 108° 38' - 108° 50' BT (**Gambar 1**).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian (**tanda panah** menunjukkan terdapatnya indikasi pembentukan endapan delta Ebb di mulut outlet Segara Anakan bagian barat).

Daerah telitian ini dibatasi di bagian barat oleh Tanjung Pangandaran (Pananjung) dan pulau Nusakambangan di bagian timur dan Samudera Hindia di bagian selatan.

### METODA PENYELIDIKAN

Metoda Penyelidikan yang berhubungan langsung dengan proses sedimentasi tersebut adalah terutama percontohan sedimen permukaan dasar laut, analisis besar butir, pengamatan hidro-oseanografi, batimetri, karakteristik pantai dan seismik pantul dangkal daerah di sekitar lokasi penelitian itu sendiri (teluk Pangandaran).

### HASIL PENELITIAN

Proses geologi yang dominan di daerah penelitian adalah sedimentasi yang terjadi pada saat ini. Sebagai batuan dasar yang banyak terdapat disekitar pantai terutama batuan gunung api dari Formasi Jampang yang telah mengalami pelapukan dan telah berlangsung sesuai dengan waktu pengendapannya, maka sistim sedimentasi ini banyak dipengaruhi oleh material-material asal batuan gunung api tersebut. Proses

sedimentasi ini banyak mempengaruhi terutama perubahan morfologi dasar laut di teluk Pangandaran umumnya dan di mulut outlet Nusakambangan bagian barat khususnya.

### Batimetri Teluk Pangandaran

Penumpukkan sedimen terjadi di dekat muara sungai Cikidang maupun di mulut outlet Nusakambangan bagian barat, dimana di kedua lokasi ini sedimen yang diendapkan di dasar laut akan merubah kedalaman laut dan pada akhirnya akan merubah morfologi dasar lautnya. Seperti contohnya, beberapa perubahan morfologi tersebut dapat tergambar pada Peta Batimetri yang telah dibuat mulai dari tahun 1944 hingga tahun 2000. Pada kedalaman laut 20 meter, garis kontur masih berada di bagian dalam dari garis pantai terluar dari Pulau Nusakambangan, tetapi pada Peta Batimetri yang kami buat pada tahun 2000, kedalaman 20 hingga 25 meter sudah hampir sejajar dengan garis pantai terluar dari pulau tersebut. Jarak kontur antara 20 meter dan 40 meter terlihat berjarak tidak jauh atau hampir berdekatan, pada Peta Batimetri yang baru

(Gambar 2), kedalaman 40 meter sudah berada jauh di bagian baratdaya dari daerah penelitian ini. Hal ini dapat ditafsirkan bahwa sedimentasi berjalan cukup aktif sehingga penumpukan sedimen di dasar laut terutama di Teluk Pangandaran akan merubah peta batimetri.

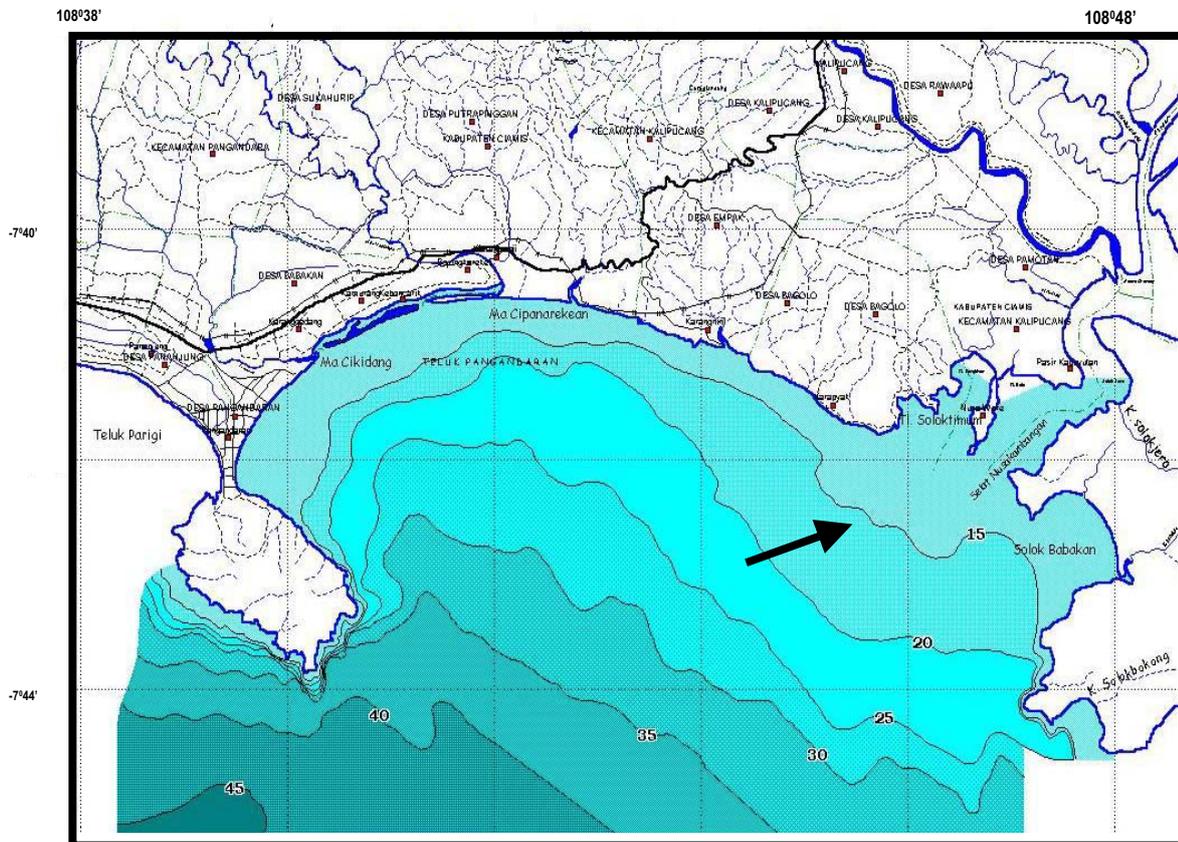
Keterdapatannya lereng yang mengarah ke arah barat laut daerah penelitian menunjukkan bahwa endapan sedimen yang diendapkan di dasar laut semakin berkurang ke arah barat laut. Kedalaman laut semakin dalam di sebelah barat laut terutama di tepi pantai Pananjung (Tanjung Pangandaran) kedalaman laut langsung mencapai 20 meter hingga 30 meter. Adanya daerah agak datar di kedalaman 35 meter hingga 45 meter dapat ditafsirkan adanya penumpukan sedimen yang berasal dari arah tenggara dibawa ke barat laut dan akhirnya berbelok ke selatan dan diendapkan disana.

### Perubahan Garis Pantai

Daerah yang mengalami perubahan garis pantai adalah di bagian timur daerah

penelitian, yaitu di Teluk Nusawere dan Palawangan. Pada tahun 1944, di daerah ini masih terdapat pulau Nusawere yang terpisah dari daratan pulau Jawa bagian selatan. Akibat sedimentasi yang aktif, terutama dari daerah Laguna Segara Anakan yang lokasinya dekat dengan pulau tersebut dimana di sebelah timur dari pulau Nusawere tersebut terdapat outlet yang menghubungkan laut lepas Samudera Hindia dengan Laguna Segara Anakan yang membawa banyak sedimen terutama pada waktu surut laut menuju ke arah laut lepas. Dikarenakan arus gelombang yang lebih kuat (arus sepanjang pantai), endapan asal darat tersebut diendapkan kembali ke arah daratan dan pada akhirnya daratan yang maju ke arah laut menjadikan pulau Nusawere menjadi tombolo dan bersatu dengan daratan pulau Jawa. Keterdapatannya pulau-pulau didepan muara-muara sungai tersebut dapat disebut sebagai endapan delta.

Perubahan garis pantai lainnya terjadi di muara Sungai Cikidang. Pada muara Sungai Cikidang sedimentasi cukup aktif tetapi aksi gelombang dari laut lepas lebih dominan sehingga endapan sedimen asal darat ini



Gambar 2. Peta Batimetri Teluk Pangandaran dan sekitarnya (tanda panah menunjukkan adanya indikasi terbentuknya delta Ebb).

berkumpul dan memanjang sejajar tepi pantai dan tidak membentuk endapan delta. Adapun sedimen di muara Sungai Cikidang ini telah diusahakan untuk mengetahui ketebalannya secara vertikal yaitu dengan pemboran mesin hingga kedalaman 20 meter dengan harapan akan dapat menembus batuan dasarnya, tetapi batuan dasar tersebut masih jauh di bawah kedalaman ini. Paling tidak bahwa garis pantai ini telah mengalami perubahan garis pantai yaitu garis pantai akrasi dimana sedimen yang keluar dari daratan yang dibawa sungai seharusnya diendapkan di dasar laut tetapi dibawa kembali oleh arus sepanjang pantai ke arah tepi pantai di sekitar barat dan timur muara Sungai Cikidang tersebut.

### Penafsiran Seismik Pantul Dangkal

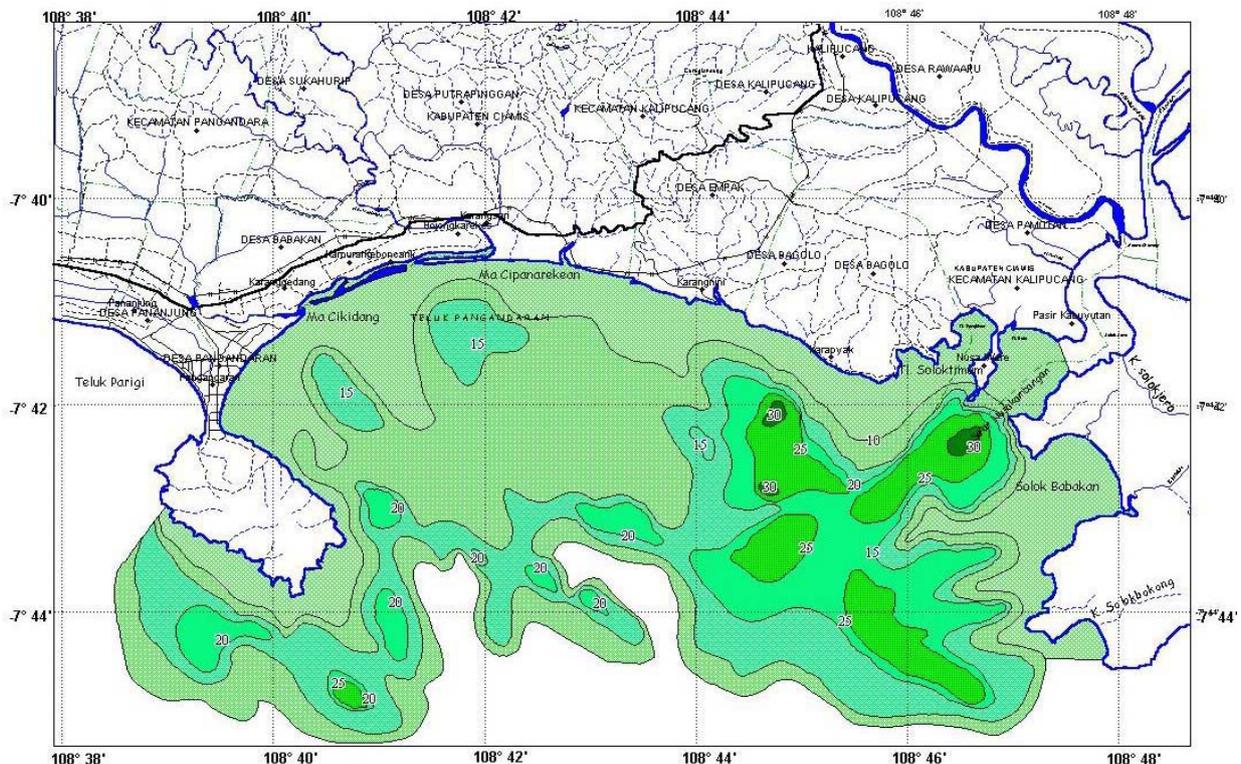
Dari penafsiran seismik pantul dangkal sebenarnya ketebalan sedimen permukaan dapat diketahui tetapi tidak mewakili satuan sedimen yang didapat dengan percontohan comot. Namun demikian endapan muda yang sedang diendapkan di dasar laut ini dapat merupakan salah satu jenis dari satuan endapan tersebut. Umumnya satuan sedimen

berumur paling muda ini ditafsirkan sebagai endapan Resen yang berasal dari daratan terdekat dan muara sungai adalah tempat menumpahkan sedimen tersebut ke dasar laut. Dalam hal ini outlet Segara Anakan bagian barat dapat dianggap sebagai muara sungai tersebut.

Ketebalan sedimen didapat dari penafsiran seismik pantul dangkal dimana ketebalan yang paling tinggi terdapat di mulut outlet Nusakambangan bagian barat (32 meter) yaitu tempat dimana adanya indikasi pembentukan endapan delta pasang-surut Ebb (**Gambar 3**). Ketebalan yang cukup merata dari endapan Kuartar adalah 15 meter yang tersebar dari timur hingga ke barat Teluk Pangandaran. Di selatan Tanjung Pangandaran (Pananjung) terdapat ketebalan sedimen sekitar 25 meter dan diperkirakan karena penumpukkan sedimen yang berasal dari arah tenggara yang dibawa ke arah barat laut hingga ke dekat tanjung dan akhirnya berbelok ke selatan dan diendapkan di daerah tersebut.

### Dinamika Pantai

Dinamika pantai daerah penyelidikan lebih dipengaruhi oleh proses marin (oseanografi).



Gambar 3. Peta Ketebalan sedimen teluk Pangandaran dan sekitarnya (tanda panah menunjukkan adanya indikasi delta Ebb).

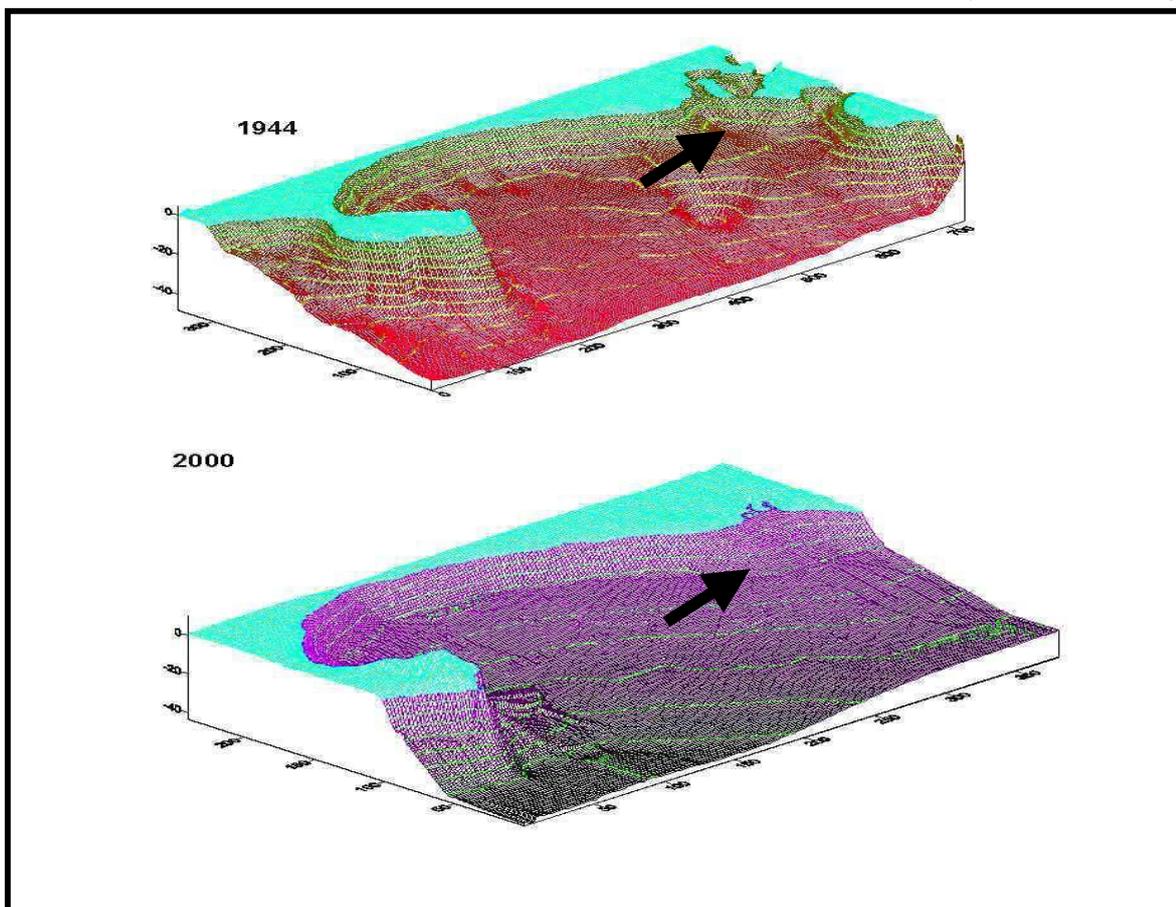
Sedangkan pada musim penghujan diperkirakan dipengaruhi oleh proses fluvial pada muara-muara sungai. Faktor lain yang berpengaruh adalah resistensi batuan darat.

Dengan melihat proses-proses pantai yang terjadi dan bentuk garis pantai secara keseluruhan, maka dapat diperkirakan energi marin yang lebih berperan berasal dari tenggara. Sedangkan energi fluvial yang membawa material-material darat ke laut akan mengalami hambatan oleh energi marin. Material darat akan terbawa arus sungai mencapai lautan jika energi fluvial lebih besar dibandingkan energi marin yang diperkirakan terjadi pada musim penghujan, sedangkan pada musim lainnya material darat akan terendapkan pada daerah kesetimbangan dimana energi fluvial sama dengan energi marin, yakni di muara sungai bagian dalam. Oleh sebab itu, pendangkalan umumnya terjadi di sekitar muara sungai, terutama di teluk Nusa Were. Adanya ketebalan sedimen di atas 30 meter di sebelah selatan Teluk

Nusawere atau muara outlet Segara Anakan bagian barat menunjukkan aktifnya proses sedimentasi di daerah ini terutama dalam pembentukan endapan delta pasang-surut Ebb (**Gambar 4**).

Hasil penafsiran arus memperkirakan arah pergerakan sedimen menuju ke arah barat khususnya di sekitar muara sungai Cikidang - Ciputrapinggan. Pada suatu kesetimbangan tertentu sedimen yang terkumpul ini akan keluar dari sistem laguna. Perkiraan keluarnya sedimen ini menuju ke bagian barat, yakni daerah wisata Pantai Timur Pangandaran yang merupakan pantai landai berpasir.

Sedimen berbutir halus yang keluar melalui outlet Segara Anakan bagian barat dan mengambang di atas permukaan laut seperti endapan yang tersuspensikan, (foto satelit yang terekam di tahun 1992), dan bergerak ke arah barat daya akan dibawa kembali oleh arus dominan ke arah barat laut yaitu ke arah taman wisata Pangandaran. Adanya sedimen tersuspensikan ini akan menjadi ancaman bagi



Gambar 4. Gambar 3D indikasi pembentukan Delta Ebb di muara outlet Segara Anakan, Teluk Pangandaran, Jawa Barat (**tanda panah** menunjukkan lokasi penelitian).

pertumbuhan terumbu karang di sekitar Pananjung yang pertumbuhannya sangat tergantung dari kualitas air laut yang bersih dan dapat ditembus oleh sinar matahari.

## **KESIMPULAN**

Beberapa parameter yang dapat disimpulkan di daerah penelitian adalah :

Peta Batimetri Teluk Pangandaran dan sekitarnya menunjukkan morfologi dasar laut yang berubah terutama di kedalaman 20 hingga 40 meter. Proses pendangkalan sedang terjadi di sebelah timur laut daerah penelitian.

Dari peta sebaran sedimen permukaan dasar laut tampak bahwa pasir lanauan dan lempung lanauan mendominasi daerah penelitian. Ke dua satuan ini ditafsirkan berasal dari daratan di sekitar daerah penelitian yang sebarannya mendominasi permukaan dasar laut Teluk Pangandaran.

Dari hasil penafsiran seismik pantul dangkal tampak bahwa satuan sedimen berumur paling muda adalah bagian atas dan diperkirakan endapan Kuartar yang berasal dari daratan terdekat yang ditumpahkan melalui outlet Segara Anakan bagian barat.

Ketebalan sedimen yang didapat dari penafsiran seismik pantul dimana ketebalan yang paling tinggi terdapat di mulut outlet Segara Anakan bagian barat (32 meter). Ketebalan yang cukup merata dari endapan Kuartar ini adalah 15 meter yang tersebar dari timur hingga ke barat Teluk Pangandaran. Di selatan Tanjung Pangandaran (Pananjung) terdapat ketebalan sedimen sekitar 25 meter yang diperkirakan karena adanya penumpukkan sedimen yang berasal dari arah tenggara yang dibawa ke arah barat laut hingga ke dekat tanjung dan akhirnya berbelok ke selatan dan diendapkan di daerah tersebut.

Dari data penelitian yang telah didapat seperti proses sedimentasi dan kecepatan sedimentasinya dimana Sungai Citanduy dan

sungai-sungai lainnya yang membawa sedimen melalui outlet Segara Anakan bagian barat untuk diendapkan di dasar laut masih berjalan dengan aktifnya. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan sedang terjadinya pendangkalan di depan outlet Segara Anakan bagian barat yaitu di dasar laut yang berupa indikasi endapan delta pasang-surut Ebb.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- John Pethick, 1986. *An Introduction to Coastal geomorphology*, British Library Cataloguing in Publication Data, Edward Arnold (Publishers) Limited, reprinted 1986.
- Sarmili L., D. Arifin S.R., L. Arifin, A. Wahib, A. Setiabudhi, A. Sianipar, T.A. Soeprapto, A. Faturachman and N. Sukmana, 2000. *Sedimentary Process in Segara Anakan Lagoon, Cilacap, Central Java, CCOP 37th Session, Bangkok Thailand, submitted by The Delegation of Indonesia.*
- Sarmili L., D. Arifin S.R., L. Arifin, A. Wahib dan R. Supriyadi, 1999. *Penelitian Geologi dan Geofisika Perairan Segara Anakan, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah, Laporan Intern Pusat Pengembangan Geologi Kelautan, tidak diterbitkan.*
- Simanjuntak, T.O., dan Surono, 1992. *Geologi Lembar Pangandaran, Jawa, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.*
- Wahyu Walam A. dan Supriyo Ambar, 1990. *Lingkungan Pengendapan Pasir Pantai Sekitar Pulau Nusawere, sebelah Barat Pulau Nusakambangan: suatu studi factor-faktor yang mempengaruhi dengan metoda analisa Multivariat, Proc. PIT XIX IAGI, Bandung 11-13 Desember 1990.*
- ❖.