

REKONSTRUKSI PROSES SEDIMENTASI PERAIRAN "LAGOON SAGARA ANAKAN"

Oleh

E. Usman, L. Sarmili¹⁾ dan Sampurno²⁾

¹⁾ Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan

²⁾ Jurusan Teknik Geologi FIKTM, ITB

Sari

Proses sedimentasi di Laguna Sagara Anakan tidak terlepas dari proses transportasi oleh S. Citanduy. Tetapi jauh sebelum tahun 1944, sebelum sungai-sungai yang lebih muda terbentuk, proses transportasi dan sedimentasi oleh S. Citanduy dengan Daerah Aliran Sungai mencapai bagian utara hingga ke Kabupaten Kuningan – Jawa Barat. DAS Citanduy mencapai 1.675.000 ha (167,5 km²).

Perkembangan garis pantai Laguna Sagara Anakan sejak tahun 1944 hingga 2002 menunjukkan pertumbuhan seluas 64,73 ha per-tahun. Berdasarkan perkembangan tersebut dapat dilakukan prediksi dan rekonstruksi tahapan kedudukan garis pantai hingga stadia terakhir. Jika pada tahun 2002, luas kolam air Laguna Sagara Anakan sebesar 1.596,11 ha dan pada saat stadia akhir proses sedimentasi tinggal 1.065,05 ha maka pertumbuhan daratan mencapai luas 531,06 ha. Bila laju sedimentasi per-tahunnya 64,73 ha, maka stadia akhir sedimentasi Sagara Anakan akan terjadi 8,20 tahun kemudian atau 8 tahun 2,4 bulan sejak tahun 2002. Dengan demikian dapat diprediksi stadia akhir sedimentasi di Sagara Anakan akan terjadi pada tahun 2010.

Abstract

Sedimentation process in Lagoon Sagara Anakan is not quit of transportation process by S. Citanduy. But far before year 1944, before more formed young rivers, transportation process and sedimentation by S. Citanduy with Catchment Area till to Kuningan District - West Java. Catchments Area of S. Citanduy is 1.675.000 ha (167,5 km²).

Coastline Lagoon Sagara Anakan growth since year 1944 till 2002 showing growth for the width of 64,73 ha per-year. Pursuant to the growth can be predicted and reconstructed step domicile coastline till last stadia. If on 2002, wide of Lagoon Sagara Anakan basin equal to 1.596,11 ha and at the time of final stadia of sedimentation process remain 1.065,05 ha hence growth of coastline 531,06 ha. If accelerateing its sedimentation per-year 64,73 ha, the final stadia of Lagoon Sagara Anakan sedimentation will happened 8,20 year later (8 years 2,4 months) since year 2002. The final stadia of sedimentation can be predicted in Sagara Anakan will happened in the year 2010.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan dan pertumbuhan daratan daerah Laguna Sagara Anakan (Cilacap – Jawa Tengah) berkembang begitu cepat. Sepuluh tahun yang lalu Sagara Anakan masih dinyatakan sebagai daerah nelayan dan perikanan darat yang potensial. Dewasa ini, kawasan Laguna Sagara Anakan makin menyempit karena proses sedimentasi yang sangat intensif. Beberapa lokasi yang sebelumnya dinyatakan sebagai gosong pasir, sekarang telah menyatu dengan daratan Cilacap.

Untuk mengantisipasi perkembangan tersebut, Pemda Ciamis dan Pemerintah Pusat telah merencanakan untuk melakukan penyodetan S. Citanduy, sehingga akhirnya aliran S. Citanduy tidak lagi bermuara ke Laguna Sagara Anakan melainkan bermuara di Samudera Hindia.

Untuk mengetahui perkembangan tersebut, dan guna memberikan masukan kepada Pemda Ciamis dan Pemerintah Pusat perlu dilakukan studi sedimentasi dan hidro-oseanografi berdasarkan teori-teori studi yang lazim dilakukan di lingkungan laguna, sehingga dapat diperoleh gambaran apakah kegiatan sodetan tersebut akan mampu

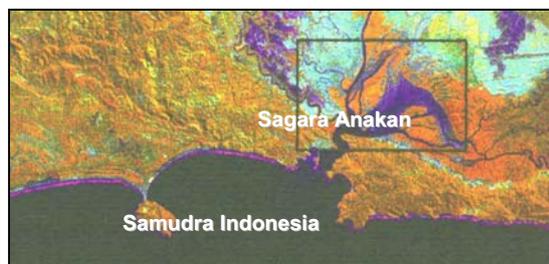
mencegah meluasnya daratan di Sagara Anakan atau justru akan menimbulkan permasalahan baru. Untuk itu, penulis akan mencoba melihat perkembangan sedimentasi dan proses-proses yang menyertainya, sehingga akan dapat memberikan gambaran yang komprehensif tentang pemecahan permasalahan sedimentasi di Laguna Sagara Anakan.

Kondisi Laguna Sagara Anakan

Nichols dan Boon (1994) menyatakan bahwa lingkungan laguna merupakan lingkungan tertutup - semi tertutup yang dibentuk oleh interaksi antara proses darat dan laut; memiliki sumber daya yang kompleks yang berasal dari darat dan laut. Sumber air dalam laguna adalah sungai dan laut; dimana pasang surut, arus dan gelombang masih berpengaruh.

Oleh sebab itu lingkungan laguna sangat menarik untuk dipelajari, karena selain mengandung berbagai aspek (geologi, oseanografi dan klimatologi) juga sumber daya yang cukup besar (mineral dan hayati).

Laguna Sagara Anakan terletak di bagian barat Kabupaten Cilacap - Jawa Tengah berbatasan dengan Kabupaten Ciamis - Jawa Barat (Gambar 1).



Gambar 1. Kenampakan Laguna Sagara Anakan dari Citra satelit (1992).

Laguna Sagara Anakan mempunyai lingkungan yang menarik karena di daerah ini hidup beberapa biota laut (reftil, burung dan ikan) dan sebagai daerah tangkapan ikan. Dalam beberapa tahun belakangan ini Laguna Sagara Anakan mulai mengecil akibat sedimentasi, bahkan sedimen yang masuk ke dalam laguna mengandung bahan non-organik (sampah). Untuk menanggulangi hal ini maka Pemerintah Kabupaten Ciamis berniat akan melakukan penodetan S. Citanduy ke arah Samudra Indonesia, sehingga sedimen dan bahan non-organik akan langsung ke arah Samudra Indonesia, tidak lagi masuk ke

laguna. Untuk itu perlu kajian lebih mendalam, bagaimana melestarikan fungsi Sagara Anakan sebagai daerah konservasi untuk lingkungan hidup bagi beberapa biota langka.

Laguna Sagara Anakan adalah salah satu contoh laguna paling menarik di dunia. Laguna ini terbentuk oleh proses tektonik; bukan semata-mata oleh proses sedimentasi sebagaimana pada laguna yang biasa terbentuk oleh pulau penghalang (*barrier island*) sebagai salah satu penciri laguna. Pulau penghalang yaitu P. Nusakambangan di bagian selatan laguna terbentuk oleh proses tektonik (pengangkatan) akibat bergesernya lempeng Australia ke arah P. Jawa (lempeng Eurasia) - (Pulunggono dan Martodjojo, 1994).

Kondisi geologi daerah Laguna Sagara Anakan tergolong unik dan kompleks, sebab lingkungan laguna bagian selatan terdapat batuan sedimen yang berumur tua terdiri dari batugamping Miosen dan batupasir Oligo-Miosen yang terangkat oleh tumbukan dan pergerakan lempeng Australia ke arah P. Jawa (Lempeng Eurasia). Pada batuan sedimen ini banyak dijumpai fosil dan cangkang yang tertanam dalam batuan sedimen yang diperkirakan berumur Miosen. Di bagian utara terdapat sungai-sungai muda berumur kuartar yang terbentuk sejalan dengan proses sedimentasi di dalam laguna.

Secara regional batuan di daerah Laguna Sagara Anakan pada umumnya adalah batuan aluvial dan batuan sedimen berumur tua. Batuan yang dominan batugamping Miosen (Formasi Nusakambangan), batupasir Plio-Pleistosen (Formasi Pamutuan, Kalipucang, Halang Kumbang dan Tapak), sedimen Mio-Pliosen (sedimen laut dangkal dan turbidit) dari Formasi Jampang, batuan terobosan Miosen, batuan gunung api Kuartar yang kaya dengan endapan pasir besi dan endapan aluvial hasil letusan gunung api kuartar yang relatif lebih muda (Gafur dan Samudra, 1993).

Perbedaan antara batuan pada pulau penghalang di bagian selatan dengan batuan sedimen kuartar di bagian utara merupakan suatu gambaran bahwa Laguna Sagara Anakan sudah terbentuk pada Oligo-Miosen sejalan dengan pengangkatan oleh proses tektonik P. Nusakambangan (Gambar 2).

Kondisi geologi tersebut berbeda dengan laguna lainnya di dunia; pada umumnya

pulau penghalang (*barrier island*) terbentuk hampir bersamaan dengan pembentukan sedimen di sekitar tebing/pantai laguna yang berumur kuartar. Keunikan inilah yang menyebabkan laguna Sagara Anakan terkenal di dunia.

Peneliti Terdahulu

Penelitian geologi dan oseanografi secara detail di Laguna Sagara Anakan belum banyak dilakukan, namun secara regional beberapa penulis berusaha untuk mengungkapkan berbagai fenomena yang berkembang. Beberapa tahun belakangan ini, persoalan sedimentasi di Sagara Anakan kembali mencuat sejalan dengan rencana sodetan S. Citaduy ke arah Samudera Hindia.

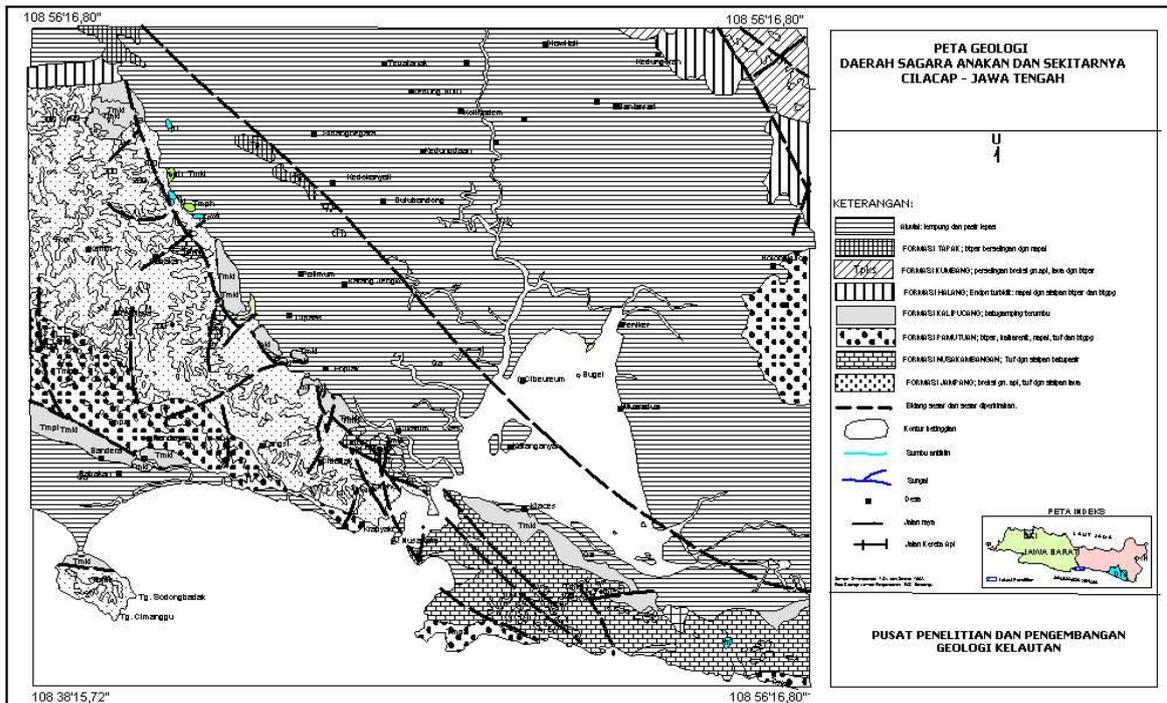
Simandjuntak dan Surono (1992) melakukan pemetaan geologi lembar Pangandaran skala 1 : 100.000 yang mencakup perairan Sagara Anakan dan sekitarnya. Puslitbang Geologi Kelautan (1999) melakukan inventarisasi data geologi kelautan di Sagara Anakan melalui Proyek Penyelidikan Geologi Wilayah Pantai di Sagara Anakan. Namun kegiatan yang dilakukan oleh Puslitbang Geologi Kelautan masih bersifat umum dan tidak mempelajari kondisi laguna secara umum dan detail,

sehingga memungkinkan bagi penulis untuk lebih memperdalam tentang lingkungan Laguna Sagara Anakan dalam rangka pengembangan metoda survei geologi kelautan.

Penulis pada tahun 2001 mengangkat permasalahan sedimentasi dan hidro-oseanografi daerah Cilacap dalam sebuah tulisan yang berjudul: Sedimentation and Hydro-oceanographical Dynamic of the Cilacap Marine Zone, Implication for Geozonation and Environment Development (Usman dan Sarmili, 2001) telah di presentasikan dan dipublikasikan oleh IAGI. Kemudian pada tahun 2002 penulis kembali mengangkat permasalahan perubahan garis pantai dalam prosiding internasional CCOP di Yogyakarta yang berjudul: Coastal Changes and Area Development of Cilacap District (Usman and Sarmili, 2002).

METODA PENELITIAN

Data-data yang dipergunakan pada penelitian ini adalah data-data citra dan data pantai sejak tahun 1944, 1963, 1989, 1992, 1994 dan 1999 yang terdapat di Bakosurtanal, PPPGL dan P3G. Data lainnya adalah pengamatan langsung kedudukan garis pantai di lapangan



Gambar 2. Kondisi geologi Laguna Sagara Anakan menunjukkan "barrier island" lebih tua dari proses sedimentasi di dalam laguna.

(2002) melalui ceking positioning dan data hasil pemetaan PPPGL di Laguna Sagara Anakan (1999) dan Cilacap (1996).

Data citra akan dipergunakan pada semua tahapan kegiatan pra lapangan, lapangan dan pasca lapangan (re-interpretasi). Daerah cakupan kegiatan terekam oleh satu scene Landsat ETM yang mempunyai ukuran 185 km x 185 km. Pengolahan citra landsat ETM7 dimaksudkan untuk mengoreksi distorsi yang ada sehingga garis pantai yang terekam dalam citra mudah diinterpretasi untuk menghasilkan informasi yang benar-benar sesuai dengan kondisi di lapangan. Pra pengolahan meliputi koreksi radiometrik dan geometrik. Koreksi radiometrik dimaksudkan untuk mengoreksi distorsi nilai spektral citra agar kontras garis pantai pada citra nampak lebih tajam sehingga mudah diinterpretasi, yaitu dengan menggunakan metoda linear contrast enhancement.

Selanjutnya geologi dan geofisika kelautan dipergunakan pada penelitian tahun 1996 dan 1999 yang dilaksanakan oleh Puslitbang Geologi Kelautan adalah pemeruman, sampling sedimen dasar laut, pemetaan karakteristik pantai, pemboran inti, oseanografi (pasut, arus dan float tracking). Kemudian pada tahun 2002 penulis kembali melakukan pengecekan posisi garis pantai untuk membantu dalam interpretasi citra satelit dan mencari hubungan antara kedudukan garis pantai dan sedimentasi.

HASIL PENELITIAN

Pola Aliran dan Daerah Aliran Sungai (DAS)

Proses transportasi dan sedimentasi di Laguna Sagara Anakan tidak terlepas dari proses transportasi oleh S. Citanduy. Jauh sebelum tahun 1944, sebelum sungai-sungai yang lebih muda terbentuk, proses transportasi dan sedimentasi berkembang oleh S. Citanduy dengan Daerah aliran sungai mencapai bagian utara hingga ke Kabupaten Kuningan - Jawa Barat. Sungai Citanduy mengalir dari daratan bagian barat Laguna Sagara Anakan mengikuti kelerengan topografi Jawa Barat bagian timur.

Secara regional pola aliran sungai membentuk pola "*dendritik*" yang mengalir dari daratan tinggi ke daratan rendah dengan percabangan

yang membentuk dahan pohon kayu dengan arah memanjang baratlaut - tenggara; merupakan sungai terpanjang dan DAS terluas di Jawa Barat dan Jawa Tengah yang mengalir ke Samudra Hindia. (Gambar 3).

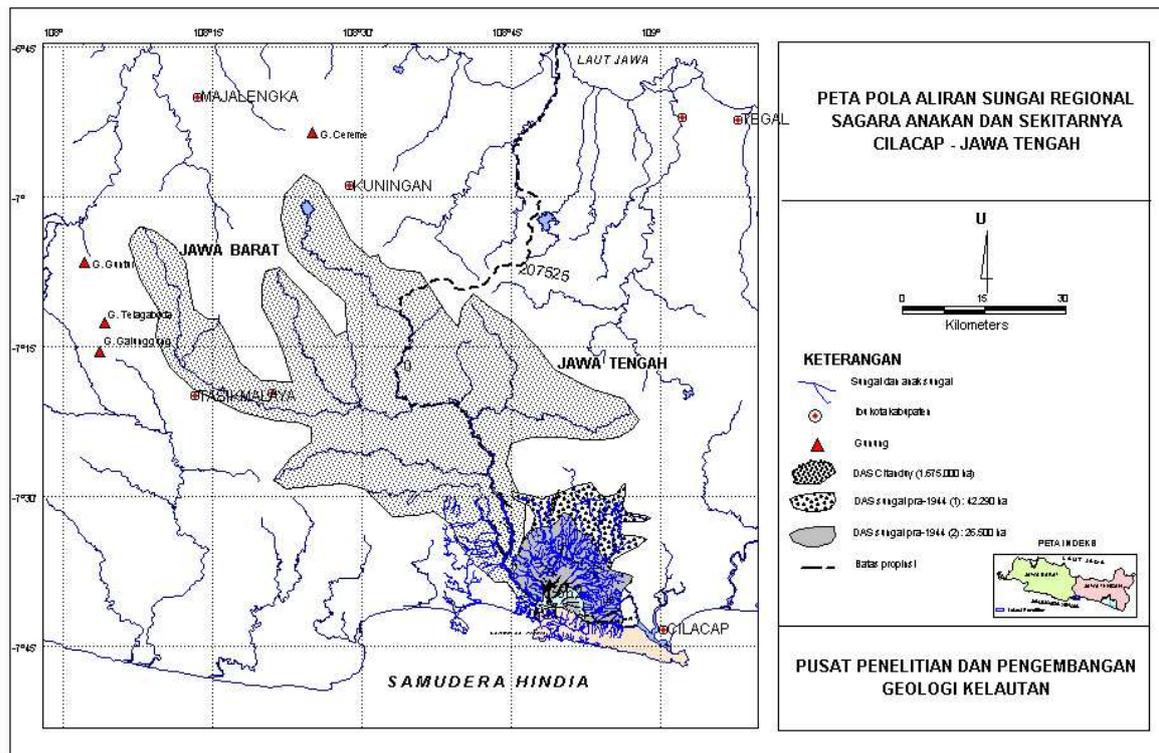
Sungai Citanduy merupakan sungai tua karena menggerus batugamping Miosen, sedimen Mio-Pliosen (sedimen laut dangkal dan turbidit), batuan terobosan Miosen, batuan gunung api Kuartar yang kaya dengan endapan pasir besi dan endapan aluvial hasil letusan gunung api kuartar yang relatif lebih muda (Gafur dan Samudra, 1993).

Hasil identifikasi lingkungan yang mempengaruhi aliran S. Citanduy dapat dihitung luas seluruh DAS. DAS sungai yang lebih tua adalah DAS Citanduy dengan luas mencapai 1.675.000 ha (167,5 km²). DAS lainnya adalah sungai pasang surut yang terbentuk sebelum tahun 1944 hingga saat ini dengan luas 39.290 ha.

Sungai-sungai yang terbentuk pada saat yang sama dengan perubahan morfologi dan perkembangan sedimentasi di dalam Laguna Sagara Anakan merupakan sungai pasang surut sebagai hasil interaksi proses darat dan laut. Berdasarkan kehadiran sungai-sungai yang mengalir ke Laguna Sagara Anakan, dapat diperkirakan bahwa sungai Citanduy merupakan sungai tua satu-satunya yang mengalir dan mempengaruhi proses perubahan morfologi, garis pantai dan sedimentasi di Laguna Sagara Anakan. Sungai lainnya adalah sungai pasang surut yang baru muncul sekitar tahun 1944.

Sedimen Permukaan Dasar Laut

Sebaran sedimen dasar laut disusun berdasarkan ukuran besar butir (Folk, 1980). Data yang dianalisis pada penelitian ini adalah hasil pengambilan contoh sedimen di dasar laut tahun 1999 pada 91 lokasi dengan peralatan grab (percontohan comot). Sedimen yang dianalisis adalah besar butir yang dipisahkan melalui penyakaan dengan mesh 1 s/d 8 setiap 100 gram sedimen. Selanjutnya dilakukan penghitungan persentase berat lempung, lanau, pasir dan kerikil. Kemudian diplot pada setiga Folk, 1980 untuk memperoleh nama sedimen berdasarkan besar butir.



Gambar 3. Pola aliran sungai sekitar Laguna Sagara Anakan.

Dari 91 contoh yang dianalisis menunjukkan 77 contoh (84,6%) adalah lanau (*silt*), 9 contoh (9,8%) adalah lanau pasiran (*sandy silt*), 4 contoh (4,4%) adalah pasir (*sand*) dan 1 contoh (1%) adalah lumpur kerikilan (*gravelly mud*) – (Gambar 4).

Berdasarkan besar butir tersebut, lanau menempati daerah paling luas dengan penyebaran yang merata. Sedimen lanau pasiran di sekitar pintu Alur Barat, lepas pantai Klaces, Muaradua dan pintu Alur Timur. Sedimen pasir hanya terdapat di pintu Alur Barat, sedangkan lumpur kerikilan hanya terdapat di alur sungai bagian timur Klaces (Sarmili, dkk, 1999).

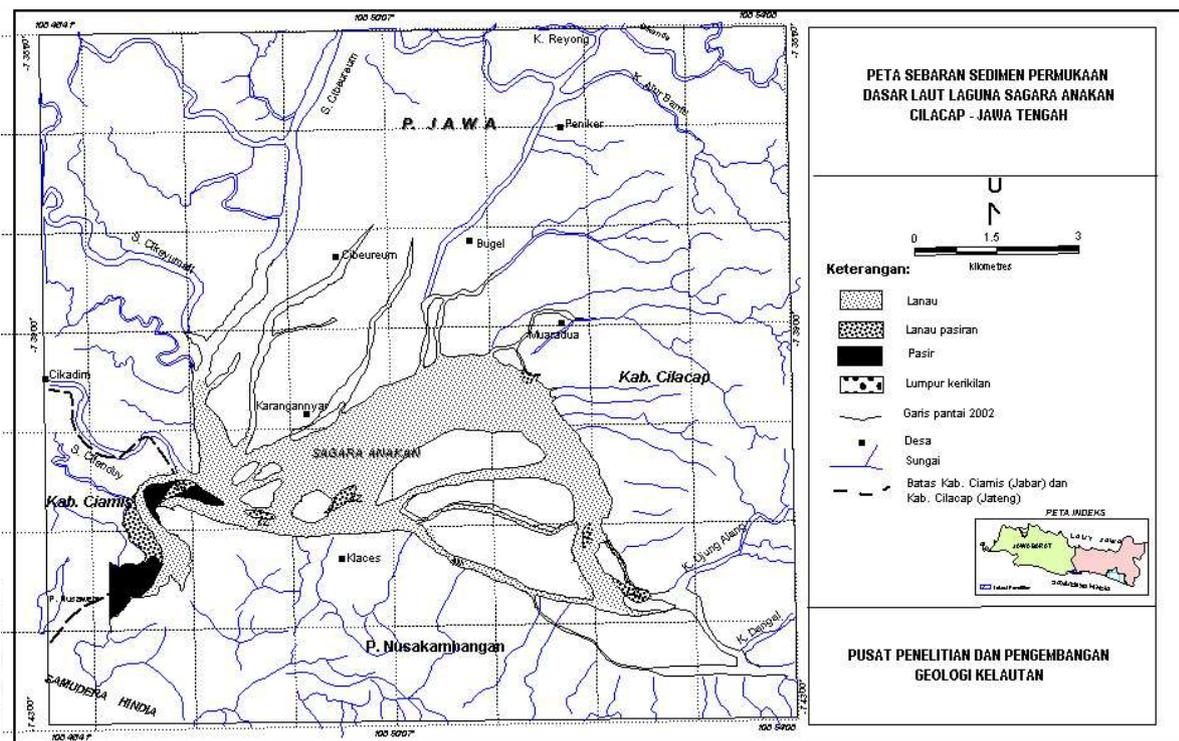
Berdasarkan penyebaran besar butir sedimen dasar laut di Laguna Sagara Anakan, dapat memberikan gambaran tentang lingkungan dan arus yang mentransport sedimen. Hal ini terlihat dari besarnya penyebaran lanau yang umumnya adalah di daerah berenergi sedang di bagian utara. Sedangkan sedimen yang lebih halus dijumpai di bagian timur dengan kecepatan arus 0,35 - ,65 m/det. Sedimen pasir dan lumpur kerikilan hanya dijumpai di bagian barat sekitar muara S. Citanduy dengan kecepatan arus 1,3 m/det. Oleh karena posisinya di sekitar muara dengan arus yang

kuat, maka diperkirakan bahwa sumber sedimen berbutir sedang - kasar tersebut berasal dari aliran S. Citanduy yang berenergi tinggi.

Kecepatan Sedimentasi

Kecepatan sedimentasi di beberapa tempat, baik secara lateral maupun vertikal berbeda-beda, tergantung pada energi dan suplai sedimennya. Di bagian barat, utara dan timur Laguna Sagara Anakan kecepatan sedimentasi, baik lateral maupun vertikal lebih tinggi dibandingkan daerah di bagian selatan dan sekitar muara S. Citanduy.

Berdasarkan kedudukan garis pantai dan luas permukaan kolam laguna Sagara Anakan dapat diperhitungkan kecepatan sedimentasi secara lateral. Pada tahun 1944 luas permukaan laguna adalah 5.350 ha, sedangkan pada tahun 1963 luas permukaan laguna 5.632,15 ha berarti terjadi proses abrasi seluas 282,15 ha. Pada tahun 1989 luas permukaan laguna adalah 2.957 ha, tahun 1992 luas permukaan laguna 1.973,18 ha, tahun 1994 luas permukaan laguna 1.925,60 ha, tahun 1999 luas permukaan laguna 1.595,10 ha dan tahun 2002 luas permukaan laguna 1.596,11 ha. Periode



Gambar 4. Peta sedimen permukaan dasar laut Laguna Sagara Anakan.

antara 1944 - 1963 merupakan proses abrasi yang disebabkan oleh kegiatan permukiman dan budidaya pada lahan hutan bakau di bagian barat dan timur laguna. Proses sedimentasi terjadi di bagian utara dan selatan, namun kecepatannya lebih kecil dibandingkan dengan proses abrasi. Setelah tahun 1963 hingga 2002 proses sedimentasi berlangsung lebih intensif hingga permukaan laguna hanya 1.596,11 ha. Bila dibandingkan luas laguna tahun 1944 maka selama 58 tahun telah terjadi sedimentasi seluas 3.754,39 ha. Berarti rata-rata sedimentasi secara lateral adalah 64,73 ha/tahun (0,6473 km persegi/tahun).

Secara vertikal, kecepatan sedimentasi dihitung berdasarkan perbandingan kedalaman antara tahun 1999 dan 2002, hasil dating C^{14} dan lapisan paleosol. Di bagian barat berdasarkan pengecekan posisi tahun 2002 dan interpolasi dengan garis kedalaman tahun 1999 memperlihatkan, bahwa kedudukan garis pantai tahun 2002 secara umum merupakan garis kedalaman 0,25 meter yang dipetakan tahun 1999. Berarti selama tiga tahun telah terjadi sedimentasi setinggi 0,25 meter atau sebesar 8,3 cm per-tahun. Sedimentasi yang lebih intensif terjadi di sekitar muara S. Cibeureum dan K. Cikayumati. Namun kecepatan sedimentasi

tersebut hanya mewakili daerah tertentu saja, sedangkan daerah lain tidak terwakili karena terdapat pula proses abrasi.

Hasil dating C^{14} pada sampel yang diambil di lokasi contoh inti BH-02 (ketebalan 7 meter) menunjukkan umur 8000 tahun (Tanjung Sari, 2003). Berarti kecepatan sedimentasi adalah 1 cm/11,43 tahun ($\sim 0,09$ cm/tahun). Sedangkan berdasarkan adanya lapisan paleosol pada ketebalan contoh inti 21,54 - 21,60 meter dapat pula dijadikan parameter untuk menentukan umur sedimen paleosol tersebut. Jika paleosol yang ditandai oleh iklim dingin yang terjadi di seluruh dunia pada 18.000 tahun lalu (Sarmili, 1999), berarti paling kurang paleosol (21,54 meter) terjadi pada 18.000 tahun lalu, maka kecepatan sedimentasi adalah 1 cm/8,37 tahun ($\sim 0,12$ cm/tahun); hampir sama dengan perhitungan dating C^{14} . Berarti rata-rata kecepatan sedimentasi dari kedua metoda tersebut adalah 0,105 cm/tahun.

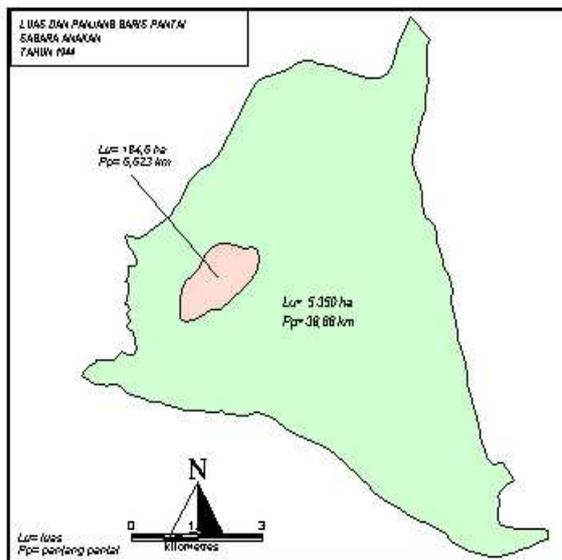
Bila hasil tersebut di atas dijadikan sebagai ukuran kecepatan sedimentasi, maka dapat ditentukan volume sedimen per tahun. Bila kecepatan sedimentasi secara lateral adalah 64,73 ha/tahun (647.300 m²/tahun) dan kecepatan sedimentasi rata-rata secara vertikal 0,105 cm/tahun (0,00105 m/tahun), berarti

kecepatan berdasarkan volume sedimen adalah $647.300 \text{ m}^2 \times 0,00105 \text{ m}^2$ menjadi $679,665 \text{ m}^3$ per-tahunnya, sehingga dapat dipergunakan untuk menentukan stadia akhir sedimentasi bila kondisi tersebut berjalan secara normal.

Kolam Laguna Tahun 1944

Data garis pantai tahun 1944 merupakan data pertama yang dipetakan oleh AMS di Sagara Anakan yang dikonversi dari foto udara hitam putih. Hasil pemetaan tersebut kemudian dikonversi ke Map Info WGS 84 dan dikorelasikan dengan citra dan peta-peta terbitan terbaru untuk mendapatkan kedudukan garis pantai. Hasilnya diperoleh bahwa pada tahun 1944 luas total kolam Laguna Sagara Anakan adalah 5.535 ha, terdiri dari luas pulau (gosong Cibeureum) 184,50 ha dan perairan seluas 5.350,50 ha (Gambar 5).

Pada saat pemetaan tersebut dilakukan, kondisi perairan Laguna Sagara Anakan masih cukup luas dan pulau yang muncul masih berupa gosong pasir yang kemudian diketahui menjadi pulau dan sekarang telah menyatu dengan daratan Kab. Cilacap.



Gambar 5. Kondisi kolam Laguna Sagara Anakan yang dikonversi dari peta AMS tahun 1944.

Rekonstruksi Perkembangan Sedimentasi Laguna Sagara Anakan

Data-data yang dipergunakan pada penelitian ini adalah data-data pantai sejak tahun 1944,

1963, 1989, 1992, 1994 dan 1999 yang terdapat di Bakosurtanal, PPPGL dan P3G. Data lainnya adalah pengamatan langsung kedudukan garis pantai di lapangan (2002) melalui ceking positioning dan data hasil inventarisasi PPPGL di Sagara Anakan (1999) dan Cilacap (1996).

Berdasarkan perkembangan garis pantai sejak tahun 1944 hingga 2002, arah arus & pergerakan sedimen, morfologi dasar laut dan kecenderungan perkembangan daratan serta hasil perhitungan pertumbuhan daratan per-tahun sebesar 64,73 ha; dapat dilakukan prediksi dan rekonstruksi tahapan kedudukan garis pantai di Laguna Sagara Anakan hingga mencapai stadia terakhir (Gambar 6).

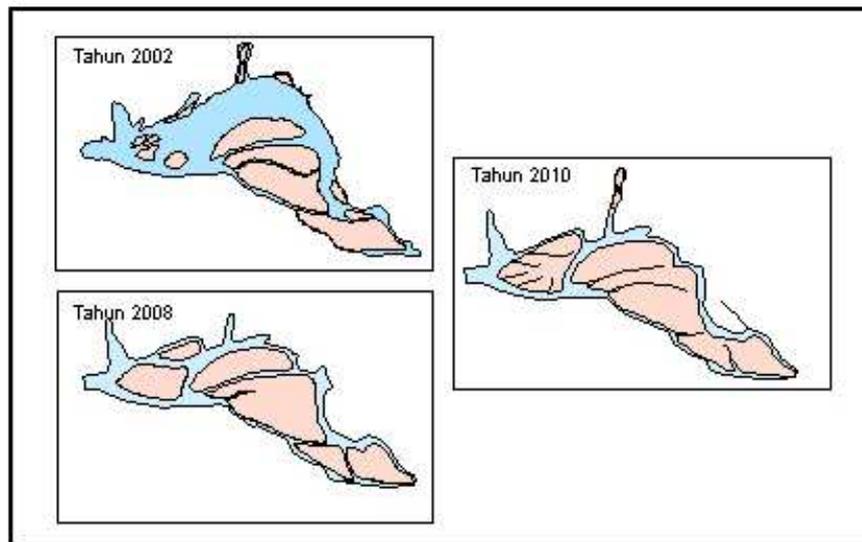
Berdasarkan perhitungan stadia terakhir di atas, diketahui bahwa Laguna Sagara Anakan akan menjadi wilayah daratan seluruhnya pada tahun 2010.

Namun sebelum menjadi wilayah daratan terdapat beberapa tahapan perkembangan. Tahapan tersebut adalah, penumpukan sedimen di bagian muara sungai dan sekitar pulau-pulau yang diikuti oleh penyatuan beberapa pulau-pulau di bagian tengah Sagara Anakan. Pada tahap tersebut kondisi perairan Laguna Sagara Anakan tinggal 1.246,57 ha, berarti telah terjadi sedimentasi seluas 349,54 ha. Bila sedimentasi mencapai angka 349,54 ha, dimana setahunnya 64,73 ha berarti kondisi tersebut akan terjadi 5,4 tahun yang akan datang atau sekitar tahun 2007 - 2008.

Setelah sedimentasi di dalam laguna tersebut selesai, maka sedimentasi akan terjadi di sekitar badan sungai di dalam laguna. Jika pada tahun 2002, luas kolam air Laguna Sagara Anakan sebesar 1.596,11 ha Laguna Sagara Anakan hanya berupa sungai-sungai dengan luas 1.065,05 ha, berarti telah terjadi pertumbuhan daratan seluas 531,06 ha. Bila laju sedimentasi per-tahunnya 64,73 ha, maka stadia akhir proses sedimentasi di Laguna Sagara Anakan akan terjadi 8,20 tahun kemudian atau 8 tahun 2,4 bulan sejak tahun 2002. Dengan demikian dapat diprediksi stadia akhir sedimentasi di Sagara Anakan akan terjadi pada tahun 2010.

DISKUSI

Prediksi garis pantai terakhir Laguna Sagara Anakan dilakukan berdasarkan perhitungan laju kecepatan sedimentasi secara lateral. Hasil



Gambar 6. Rekonstruksi perkembangan terakhir Laguna Sagara Anakan tahun 2010.

perhitungan menunjukkan, luas perairan tinggal 1.065,05 ha hanya berupa sungai-sungai sebagai kelanjutan aliran daratan (Gambar 7).

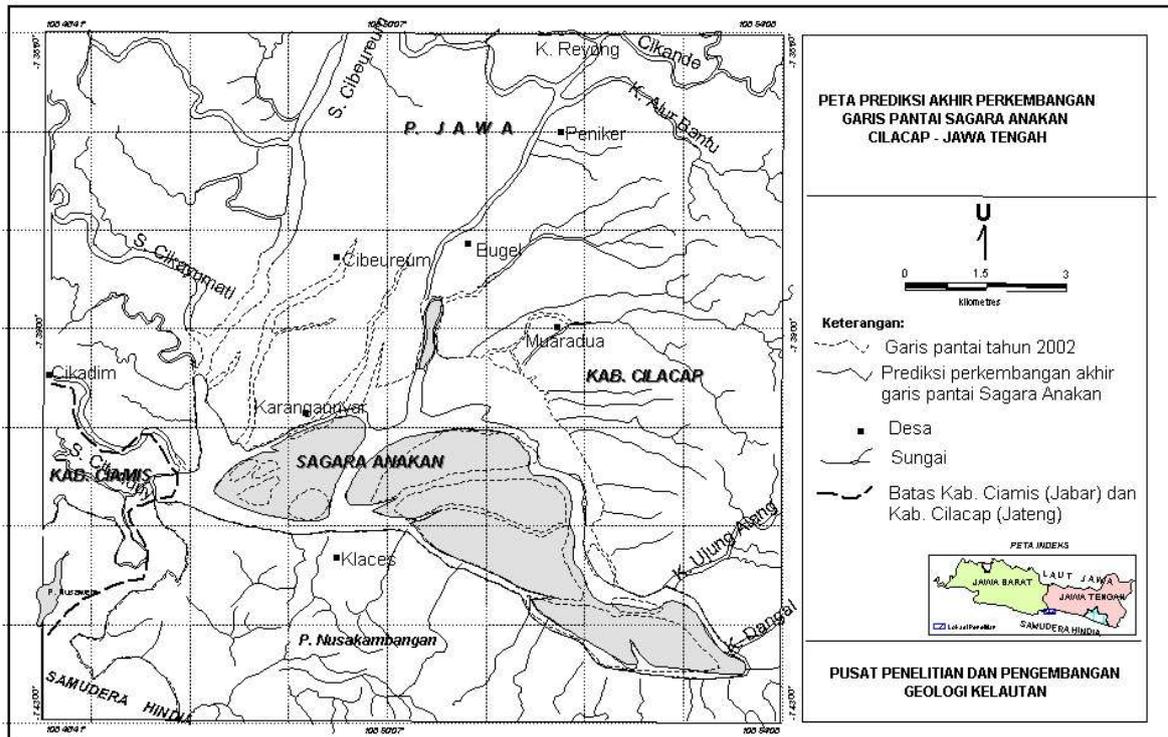
Pada saat mencapai stadia akhir akan diikuti oleh pembentukan sungai-sungai pada pulau-pulau yang menyatu dengan daratan tersebut. Bentuk dari masing-masing pulau yang menyatu dan sedimentasi di muara sungai pada umumnya adalah sebagai resultan dari arus sungai, arus pasang surut dan angin, sehingga pembelokan muara sungai dan bentuk pulau-pulau yang menyatu relatif berarah baratdaya - timurlaut.

Mengingat proses yang berlangsung di Laguna Sagara Anakan secara alamiah dapat pula dipengaruhi oleh aktifitas manusia, seperti pengundulan hutan, pembukaan lahan pertanian dan penebangan hutan bakau, maka perkembangan tahapan-tahapan tersebut dapat pula berubah, baik bentuk laguna maupun waktu. Oleh sebab itu, faktor manusia dapat pula mendorong atau menghambat perkembangan sebagaimana dimaksudkan di atas. Faktor lainnya adalah perubahan pola arus, angin dan gelombang, morfologi pantai & dasar laut dan suplai sedimen, maka pertumbuhan daratan tersebut dapat pula berubah, dapat lebih cepat atau lebih lama dari perkiraan.

KESIMPULAN

Berdasarkan data dan kajian pada bab-bab sebelumnya, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Penukupan utama sedimen di Laguna Sagara Anakan adalah Sungai Citanduy yang telah berlangsung dalam kurun waktu yang cukup lama jauh sebelum tahun 1944. Luas DAS Citanduy yang mempengaruhi erosi, transportasi dan sedimentasi di Sagara Anakan adalah 1.675.000 ha.
2. Kecepatan sedimentasi secara lateral adalah 64,73 ha (0,6473 km²) pertahun. Sedangkan secara vertikal rata-rata 0,105 cm/tahun. Laju sedimentasi yang cukup cepat tersebut telah mempersempit perairan Laguna Sagara Anakan, dan proses ini secara alamiah akan terus berlangsung.
3. Pada tahun 2002, luas kolam air Laguna Sagara Anakan sebesar 1.596,11 ha dan pada saat stadia terakhir proses sedimentasi tinggal 1.065,05 ha maka telah terjadi pertumbuhan daratan seluas 531,06 ha. Bila laju sedimentasi per-tahunnya 64,73 ha, maka stadia terakhir sedimentasi di Laguna Sagara Anakan akan terjadi 8,20 tahun kemudian atau 8 tahun 2,4 bulan sejak tahun 2002. Dengan demikian dapat diprediksi stadia terakhir sedimentasi di Laguna Sagara Anakan akan terjadi pada tahun 2010.



Gambar 7. Prediksi terakhir garis pantai di Laguna Sagara Anakan berdasarkan pendekatan survei & pendekatan Geologi Kelautan.

ACUAN

- Gafoer, S. dan H. Samudra, 1993, *Peta Geologi Indonesia Lembar Jakarta (Skala 1 : 1.000.000)*, P3G Bandung.
- Nichols, M and JD. Boon, 1994, *Sediment Transport Processes in Coastal Lagoons*, in Kjerfve, B. (ed), 1994, *Coastal Lagoon Processes*, Elsevier Oceanography Series, Columbia - USA.
- Pulunggono, A., dan S. Martodjojo, 1994, *Perubahan Tektonik Paleogen - Neogen Merupakan Peristiwa Tektonik Terpenting di Jawa*, Proseding Seminar Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik UGM., p.253 - 274.
- Sarmili, L., dkk, 1999. *Laporan Penyelidikan Sedimentasi Sagara Anakan*. Lap. Intern PPGL, tidak dipublikasikan.
- Simandjuntak, T.O, dan Surono., 1992, *Peta Geologi Lembar Pangandaran Skala 1:100.000*, P3G, Bandung.
- Sowantoro, 1971, *Laporan Geologi Lembar 55 c (Pengkolan), Jawa*, Direktorat Geologi, Bandung.
- Tanjungsari, PR., 2003, *Analisis Laguna Sagara Anakan*, Skripsi S1 Teknik Geologi ITB. ❖