

# PROSES SEDIMENTASI DAN EROSI PENGARUHNYA TERHADAP PELABUHAN, SEPANJANG PANTAI BAGIAN BARAT DAN BAGIAN TIMUR, SELAT BALI

Oleh :

D. Setiady, N.Geurhaneu, dan E. Usman

Puslitbang Geologi Kelautan, Jl. Dr. Junjunan No.236, Bandung, Email : deny-mgi@yahoo.com

Diterima : 26-01-2010; Disetujui : 27-07-2010

## SARI

Pemetaan karakteristik pantai merupakan kegiatan awal untuk mengetahui daerah potensi erosi dan sedimentasi di pesisir barat dan timur Selat Bali. Faktor-faktor yang berperan dalam menganalisis proses sedimentasi dan erosi pantai, yaitu faktor litologi, gelombang dan arus.

Pelabuhan di pesisir barat Selat Bali yaitu Pelabuhan Barang, Pelabuhan Pertamina (Meneng), serta Pelabuhan Ferry (Ketapang), merupakan daerah sedimentasi, sedangkan pelabuhan di pesisir timur adalah Pelabuhan Penyeberangan Gilimanuk. (Bali).

Kawasan pesisir Selat Bali di sisi barat batuan penyusunnya berupa batuan gunungapi muda, (lava, breksi dan tuf). Kawasan pesisir Selat Bali di sisi timur, Pulau Bali terdiri dari batugamping, konglomerat, batupasir, lava, breksi, tufa dan aluvium

Pantai sebelah timur Selat Bali sebagian besar merupakan pantai berpasir (kemiringan  $0^{\circ}$  -  $15^{\circ}$ ). Pantai di daerah ini merupakan daerah sedimentasi dengan lebar pantai antara 10 sampai 20 meter. Pantai barat Selat Bali dicirikan oleh pantai yang memiliki kemiringan yang landai (kemiringan  $0^{\circ}$  -  $10^{\circ}$ ) dengan lebar pantai antara 3 meter sampai 15 meter merupakan daerah sedimentasi.

**Kata Kunci:** Selat Bali, karakteristik pantai, sedimentasi, erosi

## ABSTRACT

*Coastal characteristics mapping is an early step to know erosion and sedimentation potencies in west and east Bali Strait. Analysis factors in erosion and sedimentation potencies are lithology, current, and wave. The harbour western Bali Strait consist of Commodity Harbour, Pertamina Harbour (Meneng), and Ferry Harbour (Ketapang), was is sedimentation area, while eastern Bali Strait is Ferry Harbor (Gilimanuk).*

*The lithology in eastern Bali Strait consists of young volcanic (lava, breccia and tuff). The lithologi in western Bali strait consists of limestone, conglomerate, sandstone, lava, breccia and tuff. In eastern Bali Strait coastal area is dominated by sandy beach (slope  $5^{\circ}$  -  $20^{\circ}$ ). Coastal in this area has 10 to 20 meters wide. It is a sedimentation process area. Eastern Bali Strait area is characterized by a lower beach (slope  $0^{\circ}$  -  $10^{\circ}$ ). Coastal in this area has 3 to 15 meters wide, It is a sedimentation process area.*

*Keywords: Bali Strait, coastal characteristic, sedimentation, abration*

## PENDAHULUAN

Faktor-faktor yang berperan dalam menganalisis proses sedimentasi dan erosi adalah faktor litologi, angin, gelombang dan arus. Faktor tersebut merupakan gejala alam yang saling berkaitan, selain itu faktor manusia baik langsung maupun tidak langsung dapat mempengaruhi proses tersebut.

Pemetaan karakteristik pantai serta parameter oseanografi di kawasan perairan Selat Bali merupakan kegiatan awal untuk mempelajari potensi sedimentasi dan erosi di sekitar pantai daerah penelitian.

Gejala perubahan garis pantai tersebut sangat erat kaitannya dengan frekuensi aksi gelombang bersamaan dengan arus sejajar pantai (*longshore current*). Oleh sebab itu, analisis faktor oseanografi di kawasan perairan Selat Bali adalah untuk mempelajari arah pergerakan sedimen serta mengantisipasi daerah potensi erosi dan sedimentasi. Daerah penelitian merupakan selat yang memisahkan Pulau Jawa dan Pulau Bali dan menghubungkan Samudera Hindia dan Laut Jawa yang termasuk kategori perairan semi terbuka, dengan horizon pantai di sebelah utara berhadapan langsung dengan Selat Madura dan di sebelah selatan berhadapan dengan Samudera Hindia. Oleh sebab itu energi gelombang menuju pantai sangat berpengaruh terhadap dinamika pantai di daerah tersebut. Energi gelombang selain menimbulkan erosi, juga berfungsi sebagai komponen pembangkit arus sejajar pantai (*longshore current*) yang dapat menyebabkan sedimentasi.

Maksud penelitian proses sedimentasi dan erosi sepanjang pantai Selat Bali bagian barat dan bagian timur adalah untuk mendukung data dan informasi proses sedimentasi dan erosi di sepanjang pantai bagian barat dan bagian timur Selat Bali. Sedangkan tujuan penelitian proses sedimentasi dan erosi sepanjang pantai Selat Bali bagian barat dan bagian timur adalah untuk memperoleh data geologi, arus, gelombang untuk mengetahui proses sedimentasi dan erosi hubungannya dengan keberadaan pelabuhan di sepanjang Selat Bali.

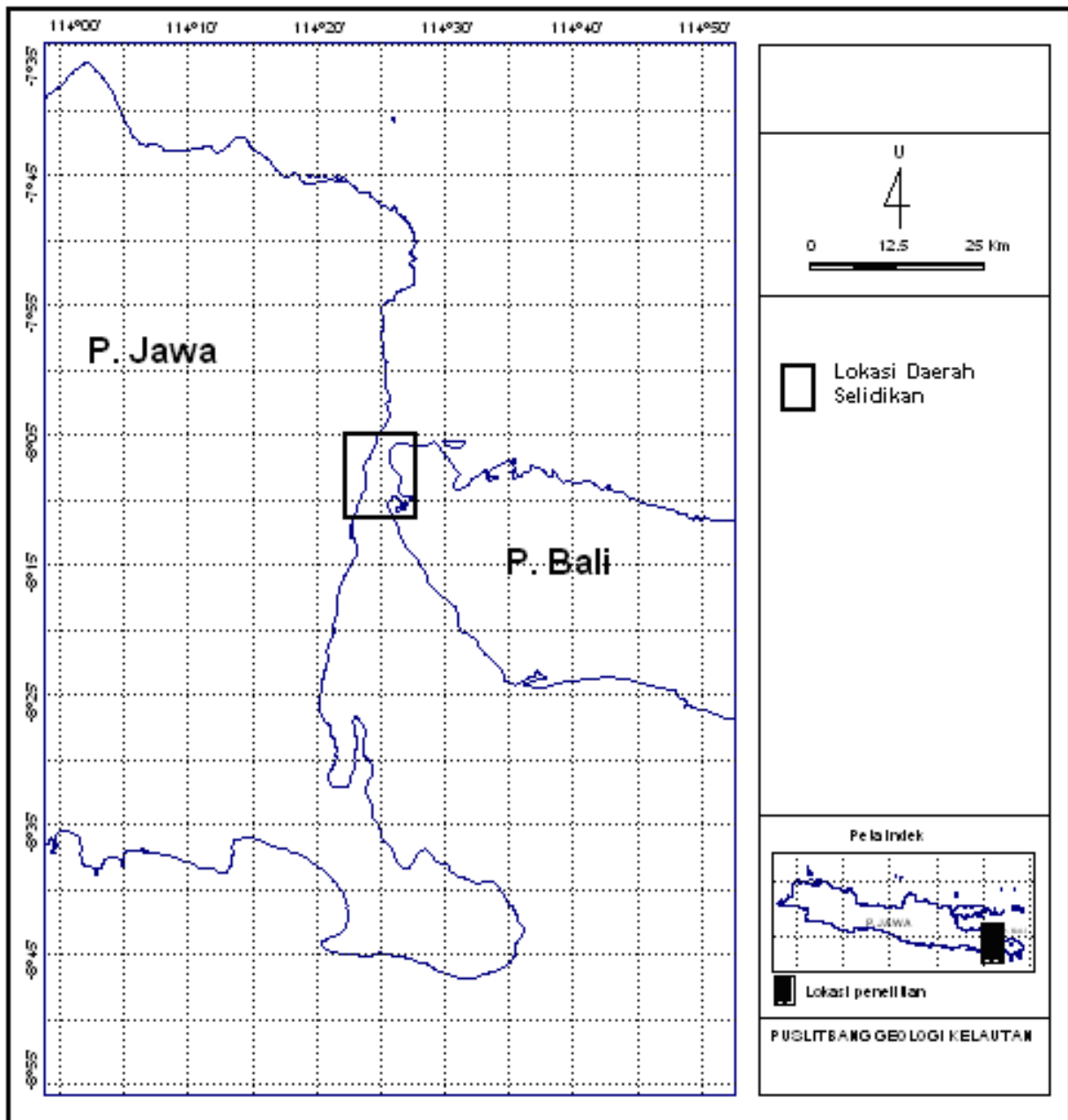
Lokasi penelitian adalah sepanjang pantai barat dan timur Selat Bali, dan secara geografis terletak pada koordinat antara 114°21' – 114°29' BT dan 08°05' – 08°12' LS (Gambar 1).

## GEOLOGI REGIONAL

Kondisi geologi daerah penelitian dapat diketahui berdasarkan Peta Geologi Daerah Banyuwangi (Sidarto, dr., 1993) dan Peta Geologi Daerah Gilimanuk (Purbo-Hadiwidjojo, 1971) (Gambar-1)

Secara stratigrafis geologi lembar Banyuwangi dan sekitarnya menurut Sidarto, dr., 1993: formasi yang tersingkap di daerah selidikan dari tua ke muda adalah sebagai berikut: (Gambar 1.)

- Batugamping Terumbu (Q1), terdiri dari batugamping terumbu, tuf dan aglomerat. Batugamping terumbu, berwarna kuning – putih, setempat banyak mengandung pecahan banyak mengandung pecahan cangkang moluska dan koral, agak keras, berongga, permukaannya kasar. Konglomerat, berwarna hitam, putih hingga kelabu, berbutir pasir kasar hingga kerakal, membundar tanggung membundar; berkomponen pecahan andesit, basalt, batugamping, kuarsa dan cangkang kerang-kerangan, dengan massa dasar pasir kasar gampingan, agak padu. Tuf, bersifat gampingan, berwarna putih keruh hingga kuning keruh, berbutir pasir halus – menengah. Batuan ini diduga berumur Holosen berdasarkan hubungannya yang menjemari dengan batuan hasil erupsi Gunungapi Merapi. Sebaran batuan ini terletak di pantai timur bagian utara Lembar, meliputi daerah Watu Dodol, Bangsring dan Selogiri.
- Batuan Gunungapi Rante, Merapi (Qv(r,m), breksi gunungapi, lava, lahar dan tuf. Breksi gunungapi, berwarna kelabu kecoklatan, komponennya terdiri dari basalt dan batuapung, berbutir kerikil sampai bongkah menyudut tanggung, massa dasar tuf kasar, kemas terbuka, dan padu. Tuf pasiran, coklat kelabu, berukuran halus, rapuh, banyak mengandung batu-apung, yang berukuran lapili-pasir. Lava, andesitik-basaltik. porfiritik, setempat berstruktur skorja; fenokris plagioklas, piroksen dan mineral mafik, dalam massadar kaca gunungapi. Lahar, kelabu kecoklatan, berkomponen andesit-basal dan pecahan batuan gunungapi, berbutir lumpur sampai bongkah, berstruktur aliran.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

- Formasi Kalibaru (Qpvk), breksi lahar, konglomerat, batupasir tufan dan tuff. Breksi lahar dan konglomerat, berwarna kelabu kecoklatan, komponennya andesit-basal, di beberapa tempat dijumpai fragmen dasit, berukuran kerikil sampai 50 cm, terpilah buruk, massa dasarnya tuf, kemas terbuka, per lapisannya kurang baik, di beberapa tempat menunjukkan struktur aliran. Batupasir tufaan, berwarna kelabu-coklat, terpilah buruk, cukup baik, tidak padu dan berlapis baik. Tuf, coklat keabuan, berukuran

halus, rapuh, banyak mengandung batuapung.

- Aluvium (Qa), kerakal pasir, lanau dan lempung.

Berdasarkan peta geologi lembar Bali dan sekitarnya menurut Purbohadiwidjojo (1998), Formasi yang tersingkap di daerah selidikan dari tua ke muda adalah sebagai berikut:

- Formasi Prapatagung, batugamping, batupasir gampingan dan napal.

- Batuan Gunungapi Jembrana, lava, breksi gunungapi dan tuf
- Formasi Palasari, konglomerat batupasir dan batugamping terumbu
- Aluvium, kerakal kerikil, pasir, lanau dan lempung.

Akhir Pliosen–Awal Pliosen terjadi kegiatan gunungapi yang diikuti oleh pengendapan batuan karbonatan Formasi Prapatagung pada akhir Pliosen Akhir. Pada Pliosen Akhir sampai Awal Plistosen kegiatan gunungapi menghasilkan breksi gunungapi, lava, tuf dan setempat batuan sedimen klastika halus – kasar juga karbonat.

## METODE PENELITIAN

Pemetaan karakteristik pantai dilakukan secara diskriptif kualitatif menggunakan metoda seperti diusulkan oleh Doland, dkk (1972) meliputi pengukuran dan pengamatan penampang pantai (*beach profile*) pengambilan contoh sedimen pantai (*beach sediment*), serta faktor-faktor lainnya, baik itu erosi, sedimentasi, arus dan gelombang.

Pengamatan gelombang dilakukan dengan pengukuran posisi ketinggian dan kedudukan garis pantai, dimana rambu ukur sebagai dasar dalam pengukuran oseanografi. Sedangkan pengamatan arus adalah untuk mengetahui pergerakan massa air yang menyangkut arah dan kecepatan gerak massa air, diamati dengan menggunakan peralatan "*current meter*" yang dilakukan di daerah lepas pantai.

Jumlah contoh sedimen yang diperoleh dalam penelitian ini adalah contoh pantai dan lepas pantai sebanyak 31 lokasi (PKB-1 s/d 31), dilakukan analisis megaskopis dan analisis besar butir.

Pengukuran oseanografi sangat menunjang dalam menganalisa perubahan garis pantai. Ada 3 (tiga) faktor oseanografi yang sangat berperan dalam menganalisa proses maju mundurnya pantai, yaitu faktor angin, gelombang dan arus. Ketiga faktor tersebut merupakan gejala alam yang saling berkaitan dalam mempengaruhi proses sedimentasi dan erosi pantai

## HASIL PENELITIAN.

Kawasan pesisir perairan Selat Bali di sebelah barat Selat Bali, batuan penyusunnya terdiri dari: breksi gunungapi, breksi lahar, dan aluvium yang merupakan hasil erupsi gunungapi

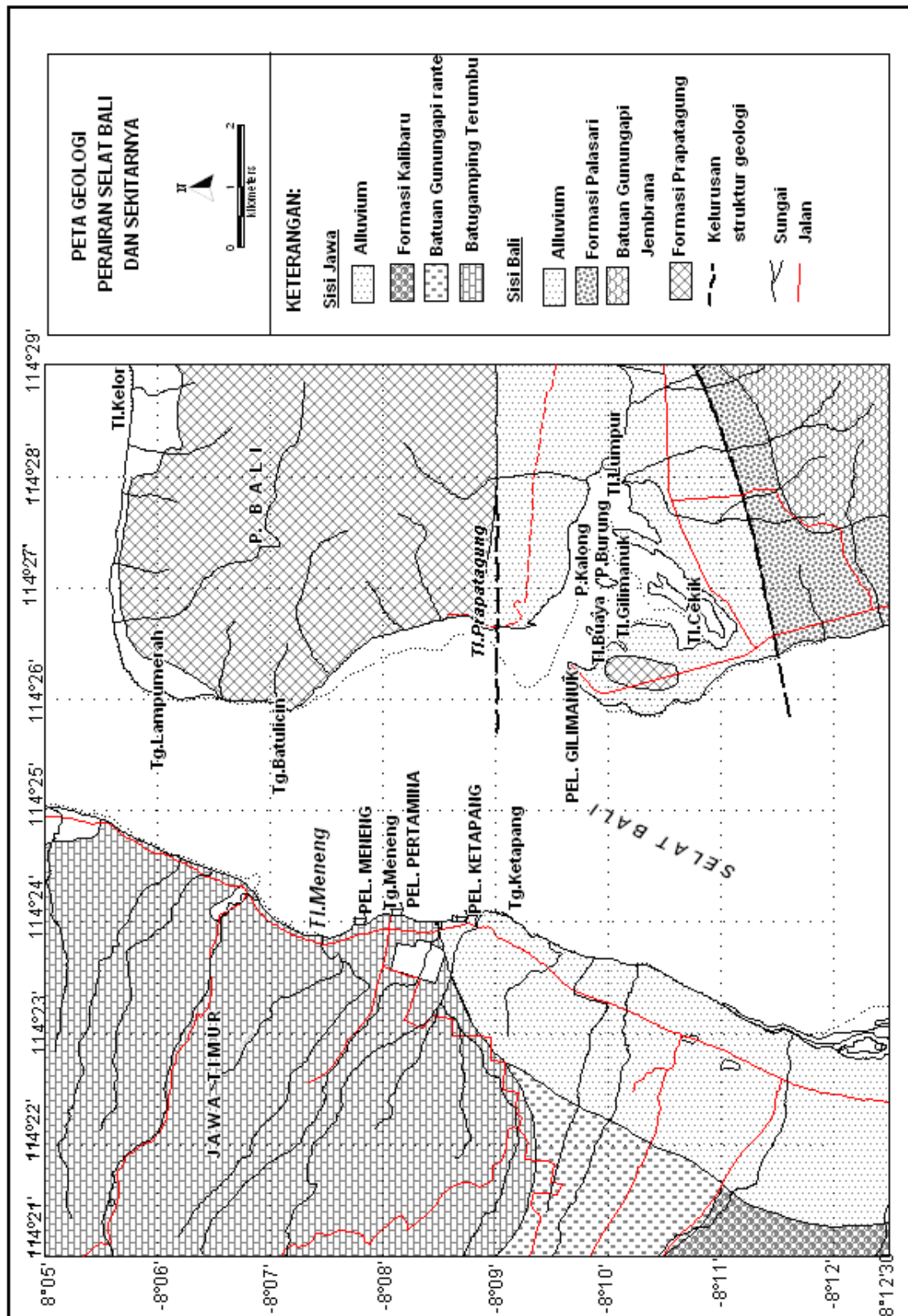
yang terdiri dari lava, breksi dan tuf. Sedangkan disebelah timur berdasarkan peta geologi (Gambar-2), terdiri dari batugamping dan batupasir, konglomerat, batupasir, lava, breksi, tufa dan aluvium. Secara litologi pasir di sepanjang pantai barat Selat Bali sebagian besar terdiri dari pasir hitam keputihan dan pasir hitam kecoklatan dengan ukuran butir sangat halus sampai halus, bersifat lepas mengandung magnetit, felspar, kuarsa dan pecahan terumbu. Setempat ditemukan kerikil sampai boulder. Sedangkan di sisi pantai sebelah timur Selat Bali dari Tanjung Prapat Agung sampai Tj. Kelor berupa batugamping. Dari Pelabuhan Gilimanuk ke arah Tl. Cekik di bagian selatan berupa aluvium

Berdasarkan karakteristik pantai, pantai bagian barat Selat Bali dicirikan oleh karakteristik pantai yang terdiri dari (Gambar-3):

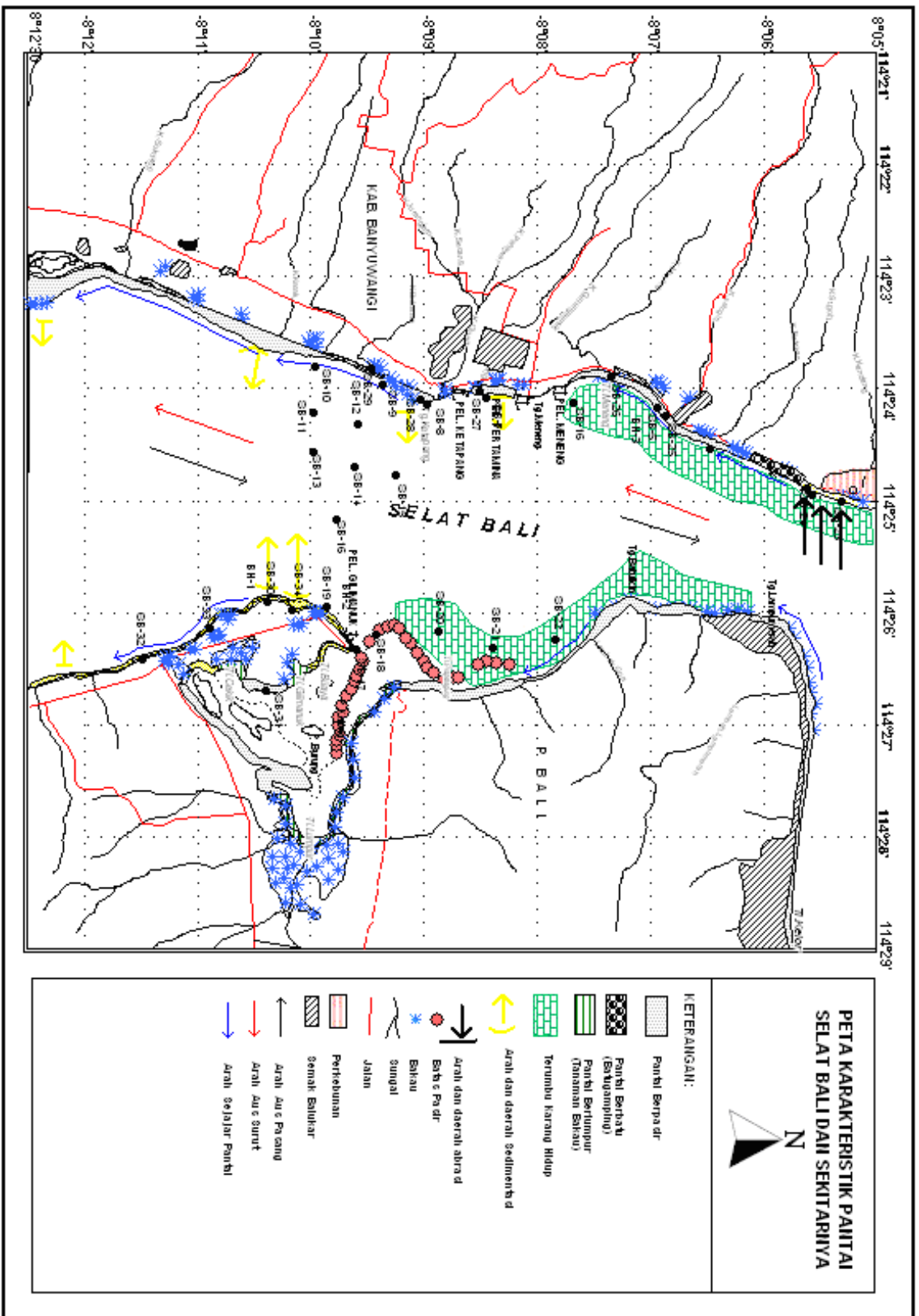
1. Pantai datar yang memiliki kemiringan pantai rendah hingga sedang (*slope*  $0^{\circ}$  -  $10^{\circ}$ ) yaitu lokasi-6, 7, dan 8, dengan lebar pantai antara 3 meter sampai 15 meter sedangkan di bagian belakang berupa tanaman palawija (Gambar-4). Pelabuhan besar terdapat disini yaitu Pelabuhan Barang, Pelabuhan Pertamina (Meneng), Pelabuhan Penyeberangan (Ketapang), dan Pelabuhan Nelayan. Pantai di sini merupakan daerah sedimentasi yang menerus sampai selatan daerah penelitian
2. Pantai berbukit dengan relief sedang sampai tinggi, terdapat secara setempat-setempat dengan litologi batuan beku dan batugamping di bagian perairannya terdapat mulai dari lokasi 1, 2 dan 3 (Gambar-5). Daerah ini merupakan daerah erosi karena terdapat banyak terumbu di bagian pantainya sampai sebelah utara daerah penelitian.

Bagian pantai sebelah timur dari Selat Bali (Pulau Bali), sebagian besar merupakan pantai datar:

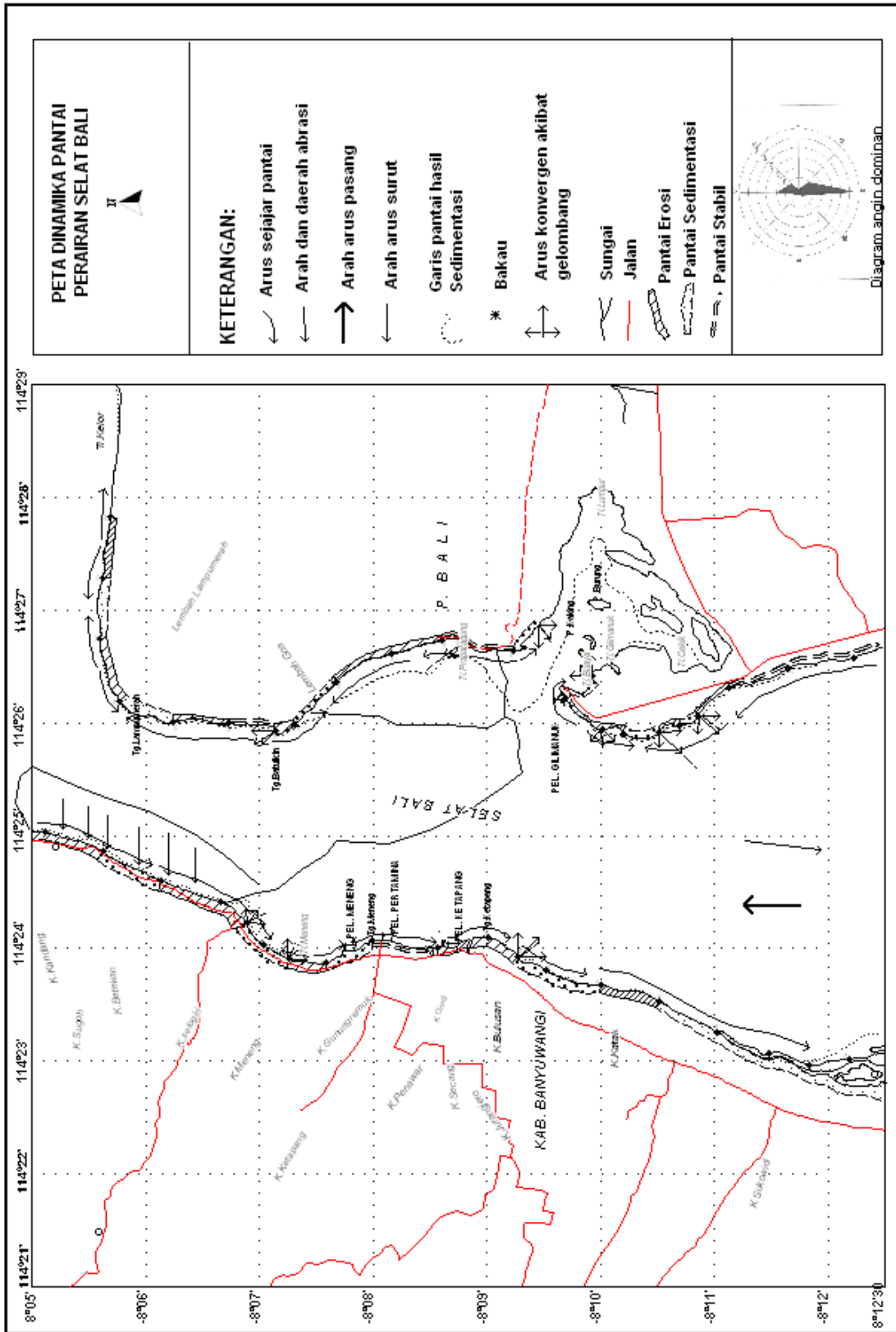
- Dari Pelabuhan Gilimanuk ke arah selatan merupakan pantai berpasir datar (*slope*  $0^{\circ}$  -  $10^{\circ}$ ), merupakan daerah sedimentasi dengan lebar pantai antara 10 sampai 20 meter.
- Di bagian utara Gilimanuk merupakan pantai berpasir, sedangkan dari Tg. Lempung



Gambar 2. Peta geologi perairan Selat Bali dan sekitarnya (Purbo Hadiwidjojo, 1974).



Gambar 3. Peta karakteristik pantai Selat Bali dan sekitarnya



Gambar 4. Peta dinamika pantai Perairan Selat Bali





Gambar-5. Dataran pantai datar hasil sedimentasi di sebelah barat Selat Bali



Gambar-6. Pantai berbukit dengan relief sedang sampai tinggi di sebelah barat Slat Bali

sampai Tg. Kelor merupakan pantai berbatu. Daerah ini lebih dominan merupakan daerah erosi.

Berdasarkan data gelombang Peta Dinamika Pantai (Gambar-4), proses perubahan pantai di sebelah barat Selat Bali yaitu proses erosi (abrasi) pantai mulai dari utara daerah selidikan sampai Muara Sungai Selogiri. Proses erosi ini terjadi karena adanya terumbu karang di sekitar pantai daerah tersebut, secara setempat terjadi proses sedimentasi akibat adanya pasokan sedimen karena arus sejajar pantai dari utara ke selatan. Proses erosi yang kuat terjadi di muara

sungai Kandang, Sugoh, Betekan, Selogiri dan Meneng. Sedangkan daerah yang mengalami proses sedimentasi adalah muara sungai Meneng, Olong, Bulusa, Katak dan Sukowidi. Daerah Pelabuhan Meneng dan Pelabuhan Pertamina serta Pelabuhan Ketapang merupakan daerah yang relatif stabil karena energi gelombang yang relatif kecil dan seragam, dimana pasokan sedimen dari muara sungai dialirkan oleh arus sejajar pantai menuju selatan, sehingga sedimen diendapkan di daerah selatan daerah selidikan.

Bagian timur daerah penelitian mulai dari daerah Teluk Kelor sampai ke sebelah selatan Gilimanuk merupakan daerah yang relatif stabil berselingan dengan potensi sedimentasi, ditunjukkan dengan nilai energi gelombang yang relatif kecil dan seragam yaitu berkisar antara  $-6.53$  sampai dengan  $7.49$  Nm/det/m. Pada bagian utara merupakan daerah sedimentasi.

Berdasarkan pengukuran arus, secara keseluruhan kecepatan arus permukaan berkisar antara  $0.19$  m/det -  $1.47$  m/det dengan arah dominan pada saat surut menunjukkan arah relatif ke selatan dan pada saat "slack" (surut terendah) arah arus relatif ke baratdaya, sedangkan pada saat pasang memperlihatkan arah utara relatif barat laut kemudian berbelok ke arah tenggara pada saat "slack"

(pasang tertinggi).

## PEMBAHASAN

Penelitian karakteristik pantai dan oseanografi sangat menunjang dalam menganalisis sedimentasi dan erosi sepanjang pantai barat dan timur Selat Bali. Ada 3 (tiga) faktor oseanografi yang sangat berperan dalam menganalisis proses maju mundurnya pantai, yaitu faktor angin, gelombang dan arus. Ketiga faktor tersebut merupakan gejala alam yang saling berkaitan, selain itu faktor manusia baik



langsung maupun tidak langsung dapat mempengaruhi proses perubahan pantai

Dengan memperhatikan bentuk garis pantai daerah penelitian dan arah angin dominan yang berpengaruh (Gambar-7) maka pembahasan mengenai besarnya energi gelombang dan pengaruhnya pada proses pantai dapat dibagi menjadi dua yaitu barat dan bagian sebelah timur Selat Bali.

Arus yang dominan adalah arus Selat Bali yang bergerak dari utara ke selatan pada waktu pasang, sedangkan pada waktu surut arus sangat cepat bergerak dari selatan ke utara. Arus yang kuat, baik di daerah pantai maupun di dasar laut, menyebabkan material berukuran lempung dan pasir halus jarang dijumpai. Pada umumnya material yang dijumpai adalah dari satuan pasir dan kerikil dengan fragmen batuan beku dan terumbu koral berukuran 0,5 – 4 cm. Proses pantai yang terjadi cenderung didominasi arah angin dari arah selatan dan utara yang juga menyebabkan komponen arus sejajar pantai (*longshore current*) cenderung bergerak ke arah selatan di bagian barat dan ke utara di bagian timur, sehingga mengakibatkan sedimentasi sepanjang pantai

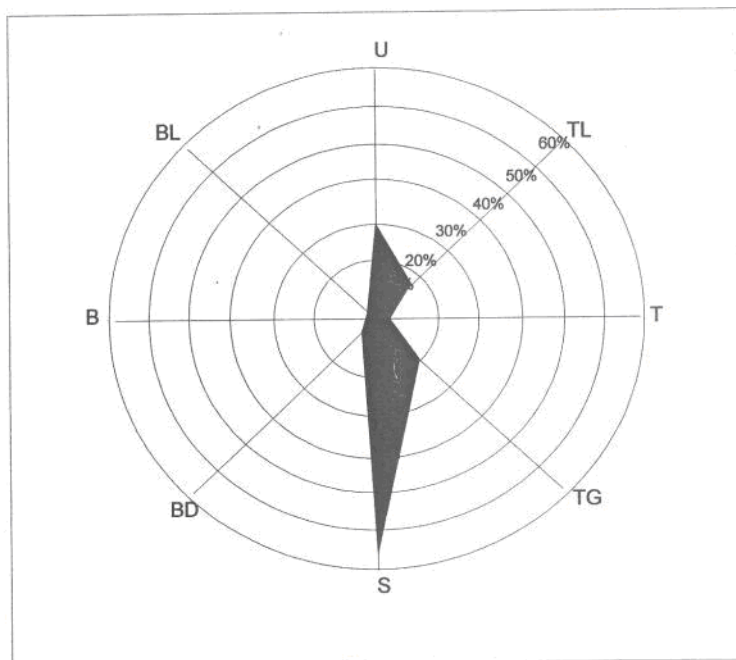
Pada bagian barat Selat Bali, di bagian utara mempunyai bentuk pantai yang relatif bertebing curam (*cliff*) serta disusun oleh batuan berdaya

tahan tinggi berasosiasi dengan teluk-teluk kecil yang terisi oleh sedimen pasir (*pocket beach*), sedangkan di bagian selatan pantainya landai. Di daerah Selat Bali timur bentuk garis pantai relatif landai dan pada umumnya tersusun oleh batuan aluvial yang memiliki resistensi rendah terhadap aktifitas gelombang dan pasang surut.

Di bagian barat daerah penelitian energi gelombang relatif besar dan lebih berfluktuasi sedangkan untuk bagian timur daerah penelitian energi gelombang relatif lebih kecil dan kurang berfluktuasi, hal ini terjadi karena pengaruh angin dominan yang bertiup di daerah ini yaitu angin selatan dimana bagian barat daerah selidikan horizon pantainya relatif menghadap ke tenggara sehingga proses pantai di daerah ini sangat dipengaruhi oleh angin selatan.

Bagian barat daerah penelitian (Pantai Banyuwangi) mulai dari daerah Kelapa sampai Grobogan energi gelombangnya relatif tinggi dan berfluktuasi dengan nilai energi berkisar antara -0.29 sampai dengan 57.36 Nm/det/m. Fluktuasi energi gelombang terjadi karena bentuk garis pantai pada bagian barat bertebing dan berkelok-kelok, sehingga terjadi perbedaan nilai energi gelombang pada setiap titik tinjau. Pengaruh energi gelombang yang sangat dominan dari arah selatan menyebabkan fluktuasi nilai energi gelombang di sepanjang pantai barat daerah selidikan, dimana untuk daerah yang masih dipengaruhi angin selatan nilai energi gelombang relatif tinggi dan sebaliknya untuk daerah yang sama sekali tidak dipengaruhi angin selatan nilai energi gelombang relatif kecil.

Bagian timur daerah penelitian (Pantai Bali) mulai dari daerah Teluk Kelor sampai ke sebelah selatan Gilimanuk merupakan daerah yang relatif stabil berselingan dengan potensi sedimentasi, ditunjukkan dengan nilai energi gelombang yang relatif kecil dan seragam yaitu berkisar antara -6.53 sampai dengan 7.49 Nm/det/m. Dari perbedaan nilai energi gelombang yang cukup mencolok antara bagian timur daerah penelitian dengan daerah di sebelah barat menunjukkan bahwa di daerah ini proses pantai yang terjadi



Gambar-7 Diagram bunga angin Tahunan Perairan Selat Bali

cenderung di dominasi oleh monsoon timur dengan arah angin dominan dari arah selatan dan utara yang juga menyebabkan komponen arus sejajar pantai (*longshore current*) cenderung bergerak ke arah selatan di bagian barat dan ke utara di bagian timur.

Berdasarkan hal tersebut diatas maka keberadaan pelabuhan besar di sebelah barat Selat Bali yaitu Pelabuhan Barang, Pelabuhan Pertamina (Meneng), Pelabuhan penyeberangan (Ketapang), dan Pelabuhan Nelayan, merupakan pantai datar yang relatif stabil karena proses sedimentasi yang terjadi terbawa oleh arus laut yang besar dari utara ke selatan berupa arus sejajar pantai, sehingga sedimen diendapkan di sebelah selatan daerah penelitian.

## KESIMPULAN

Pada bagian barat Selat Bali, di bagian utara mempunyai bentuk pantai yang relatif bertebing curam (*cliff*) serta disusun oleh batuan berdaya tahan tinggi berasosiasi dengan teluk-teluk kecil yang terisi oleh sedimen pasir (*pocket beach*), sedangkan di bagian selatan pantainya landai. Di daerah sebelah timur Selat Bali bentuk garis pantai relatif landai dan pada umumnya tersusun oleh batuan aluvial yang memiliki resistensi rendah terhadap aktifitas gelombang.

Daerah Pelabuhan Meneng dan Pelabuhan Pertamina serta Pelabuhan Ketapang merupakan daerah yang relatif stabil karena energi gelombang yang relatif kecil dan seragam. Dimana pasokan sedimen dari muara sungai dialirkan oleh arus sejajar pantai menuju selatan, sehingga sedimen diendapkan di daerah selatan daerah selidikan. Sedangkan Pelabuhan Gilimanuk merupakan daerah yang relatif stabil berselingan dengan potensi sedimentasi

## Ucapan terima kasih.

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada rekan-rekan satu tim di lapangan, Purnomo Raharjo, Nineu Geurhaneu, Franto Novico, atas kerja samanya sampai selesainya tulisan ini.

## ACUAN

- Dolan, R., Hayden, B.P., and Vincent, M.K., 1972. *Classification of Coastal Land form of the America, Zeithschr Geomorfology, Encyclopedia of Beaches and Coastal Environment.* 3-6
- Folk, RL., 1980. *Petrology of Sedimentary Rocks, Hamphill Publishing Company Austin, Texas,*
- Purbo-Hadiwidjojo, H. Samudra, T.C. Amin, 1971. *Peta Geologi Daerah Gilimanuk, skala 1:250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, (PPPG), Bandung*
- Purnomo, K. Budiono, E. Usman., 2003, *Kompilasi Pantai Utara Jawa Timur, Lap. PPPGL, tidak Dipublikasikan.*
- Sidarto, T. Suwarti, D. Sudana., 1993. *Peta Geologi Daerah Banyuwangi, skala 1:250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, (PPPG), Bandung.*
- Usman, E., Setiady, D., Raharjo, P., Yuningsih, A., Novico, F. dan Yuyu, N., 2003. *Laporan Penelitian Aspek Geologi dan Geofisika Selat Bali dan Sekitarnya, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Bandung (Lap. Intern).*