

## **Pendangkalan Alur Pelayaran di Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu**

**L. Arifin, J.P. Hutagaol dan M.Hanafi**

Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan  
Jl. Dr. Junjuran 236 Bandung 40174

### **Abstract**

*Shoaling always occurs in the sailing channel of Pulau Baai Bengkulu Harbour. To know the reason of the shoaling, some information based on the result, of the analysis of several methods of marine geophysical survey are therefore presented. The methods are echo-sounding, sea current and tide measurement.*

*Result of sounding shows that the deepest depth in the lagoon area is around 12 metres and the depth in the channel area is also 12 metres.*

*Result of sea current measurement shows that current velocity during the spring tide is higher than the velocity during the neap tide. Sedimentation is higher in the spring tide, moreover it is increased by the existence of long shore current which transport the sediments into the channel. The type of the sea tide in the harbour is a mixed semi diurnal type which means that the spring and the neap will occur once or twice a day. The height of sea water level difference between spring tide and neap tide season is 1.53 metres.*

### **Sari**

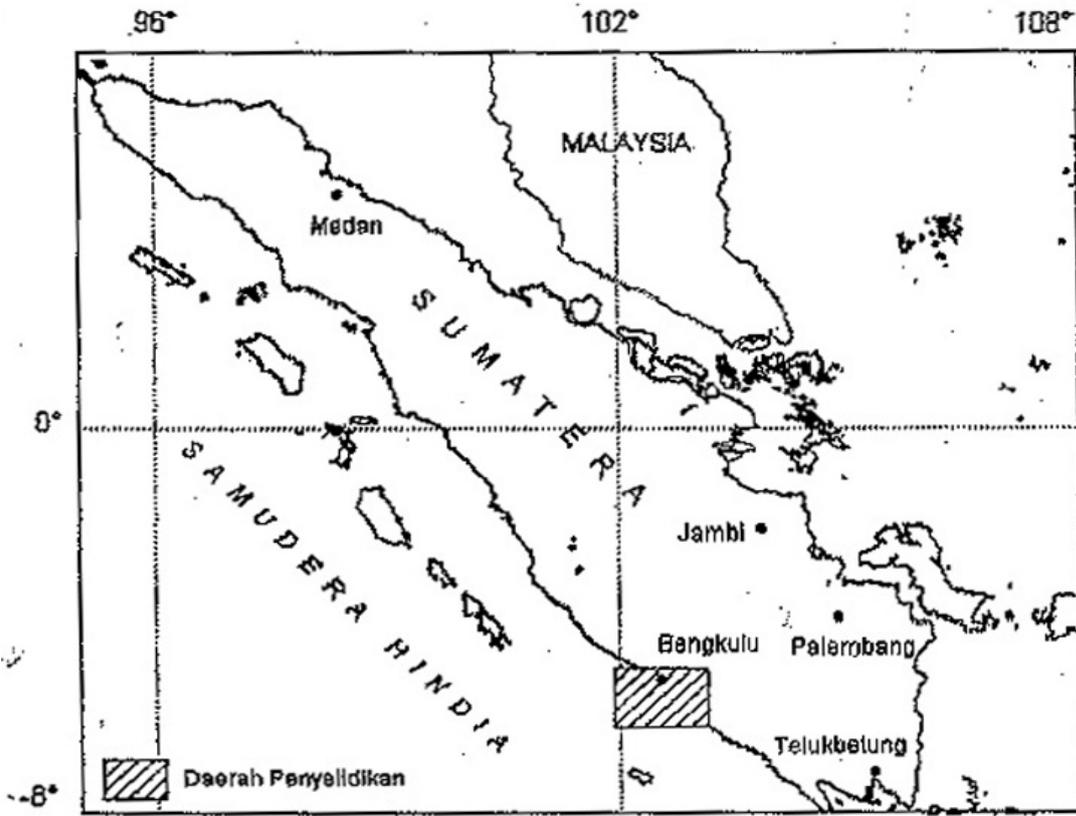
*Alur pelayaran di Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu selalu mengalami pendangkalan. Untuk mengetahui penyebab pendangkalan tersebut maka akan diberikan beberapa informasi hasil kajian geofisika kelautan dari beberapa metoda. Metoda tersebut terdiri dari pengukuran kedalaman laut, pengukuran arus dan pasang surut.*

*Hasil pengukuran kedalaman laut memperlihatkan bahwa kedalaman yang paling dalam di bagian kolam pelabuhan adalah sekitar 12 meter dan yang terdalam di daerah alur juga 12 meter. Pengukuran arus laut memperlihatkan bahwa kecepatan arus pada saat pasang tertinggi lebih tinggi daripada kecepatan arus pada saat surut terendah. Pengendapan lebih besar terjadi pada saat air pasang, apalagi ditambah dengan adanya arus sepanjang pantai yang membawa sedimen ke arah alur. Tipe pasang surut laut di pelabuhan ini adalah tipe campuran ganda, artinya pasang dan surut akan terjadi sekali atau dua kali dalam sehari. Adapun perbedaan tinggi muka air pada saat air pasang dan saat air surut adalah 1,53 meter.*

### **PENDAHULUAN**

Lokasi Pelabuhan Pulau Baai terletak di sekitar perairan Bengkulu Propinsi Bengkulu; dengan koordinat 102°16'00" - 102°19'20" BT dan 03°53'00" - 03°55'40" LS (Gambar 1). Perairan Pulau Baai telah dibuka menjadi daerah pelabuhan pada tahun tujuh puluhan. Proyek pembuatan pelabuhan ini juga telah direncanakan pada tahun 1895 saat pemerintahan Hindia Belanda. Lokasi ini telah dipilih menjadi pelabuhan karena pelabuhan Bengkulu yang ada sudah tidak memadai untuk dikembangkan. Pelabuhan Pulau Baai terletak sekitar 15 km ke arah

selatan kota Bengkulu. Pelabuhan Pulau Baai dijadikan sebagai daerah pelabuhan alternatif, daerahnya cukup luas dan relatif aman bagi kapal yang berlabuh. Pelabuhan ini berbentuk kolam dengan alur pelayaran ke arah laut lepas. Dengan bentuk pelabuhan yang demikian maka kapal yang berlabuh cukup aman dari pengaruh gelombang samudra. Pelabuhan Pulau Baai di Bengkulu merupakan sarana pengangkutan laut dan berpotensi sebagai pelabuhan pengangkut batubara untuk keperluan dalam negeri dan luar negeri.



Gambar 1. Peta lokasi daerah penyelidikan

Seringnya terjadi pendangkalan disepanjang alur pelabuhan, disebabkan oleh adanya pasokan sedimen yang berasal dari pantai. Untuk mengatasi pendangkalan di alur tersebut maka setiap tahun dilakukan pengerukan. Proses percepatan pendangkalan di daerah tersebut sering sekali disebabkan karena perubahan keseimbangan kawasan pesisir yang diakibatkan oleh aktivitas manusia itu sendiri. Pengembangan wilayah di kawasan daratan pantai dan pembangunan bangunan pantai merupakan salah satu faktor yang berkontribusi terhadap peningkatan proses pendangkalan dan erosi.

Untuk mengetahui pendangkalan yang terjadi di alur pelayaran maka, tim Puslitbang Geologi Kelautan melakukan penyelidikan dengan metoda pemeruman, pasang surut dan pengukuran arus. Maksud dan tujuan penyelidikan adalah memberikan masukan data kepada pemerintah daerah dengan harapan dapat dipergunakan untuk pengembangan pelabuhan di masa yang akan datang.

## METODA PENYELIDIKAN

Penyelidikan dilakukan dengan metoda pemeruman, pasang surut dan pengukuran arus.

Pengukuran kedalaman laut dilakukan dengan menggunakan seperangkat alat perum gema Odom Hydrotrac 200 KHz. Alat ini menghasilkan data kedalaman secara digital dan manual sepanjang lintasan yang telah direncanakan.

Pengukuran pasang surut dilakukan selama 15 hari dengan menggunakan rambu ukur yang diamati setiap satu jam sekali. Lokasi pengamatan pasang surut terletak di bagian dermaga pelabuhan Pulau Baai. Data pengamatan pasang surut dianalisis dengan metoda *The British Admiralty* (Doodson, dr., 1936). Dari analisa yang dilakukan akan diperoleh kedudukan muka air laut rata-rata dan tetapan/konstanta harmonik pasang surut.

Pengukuran arus dilakukan dengan menggunakan Current meter DMC-3M. Pengambilan data dilakukan pada saat pasang purnama dan pasang mati atau pada saat *spring* dan *neap*.

### Data Penyelidikan

Sistem penentuan posisi yang digunakan untuk pengambilan data adalah sistim GPS (*Global positioning System*) dengan memakai seperangkat GPS Garmin 210 yang dilengkapi dengan laptop Toshiba. Metoda ini digunakan untuk menentukan posisi kapal pada saat pemeruman dan pengukuran arus.

Pasang surut diamati selama 15 hari. Dari data hasil pengukuran pasang surut diperoleh kurva pasang surut seperti pada Gambar 2.

Panjang lintasan pemeruman yang diperoleh sekitar 300 kilometer. Adapun lintasan pemeruman seperti pada Gambar 3. Pengukuran kecepatan dan arah arus dilakukan selama 25 jam dan pengambilan data dibaca setiap 1 (satu) jam.

## HASIL PENYELIDIKAN

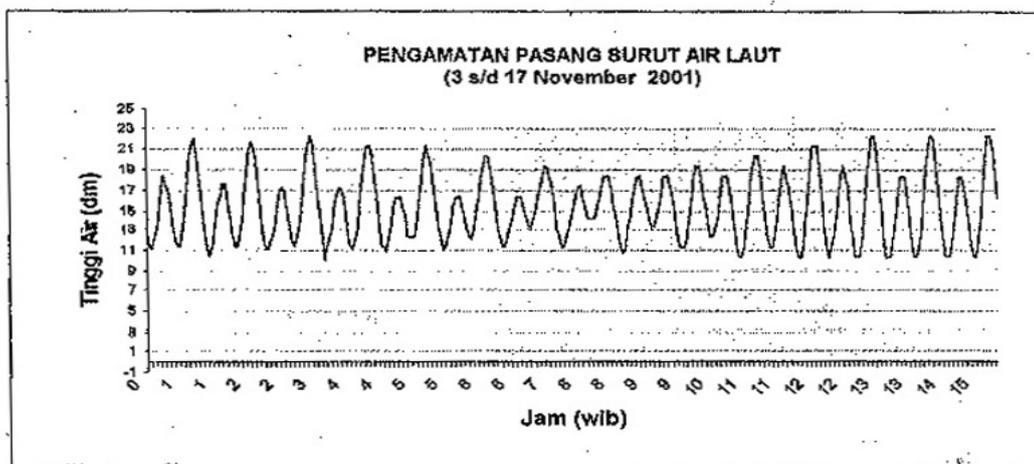
### 1. Morfologi Dasar Laut

Dari hasil pengukuran kedalaman dasar laut dibuat peta batimetri pelabuhan Pulau Baai dengan skala 1:10.000 seperti terlihat pada Gambar 4.

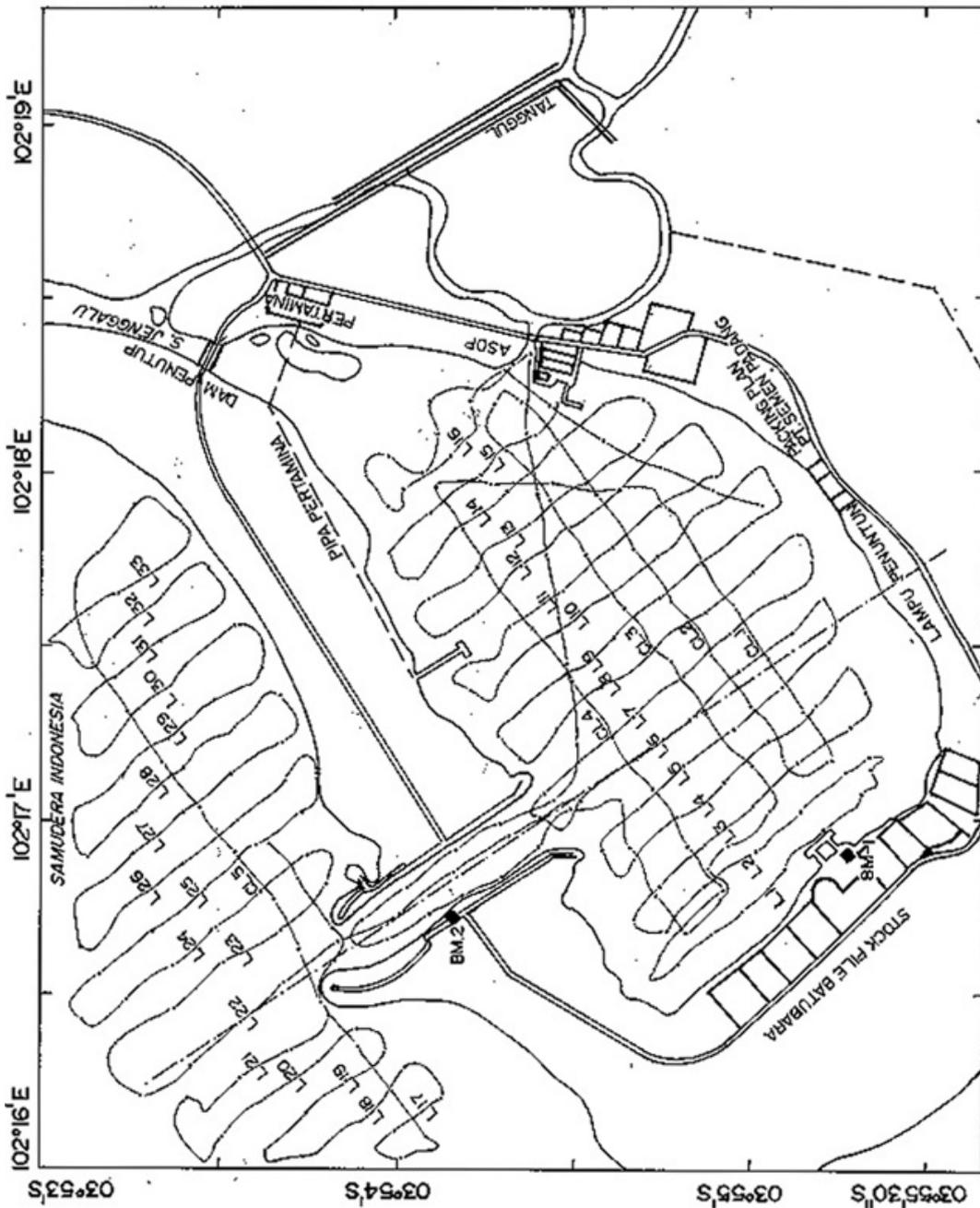
Kedalaman air di kolam pelabuhan antara 0 sampai 13 meter. Kedalaman 12 meter

terdapat di bagian tengah kolam dan di bagian alur (jalur pintu masuk kapal). Di bagian luar pelabuhan atau di bagian lepas pantai kedalaman laut mencapai 18 meter. Morfologi dasar laut di pelabuhan Pulau Baai umumnya tidak teratur dan membentuk cekungan di bagian tengah kolam (Arifin, drr., 2001). Kedalaman cekungan tersebut ditunjukkan oleh garis kontur dengan kedalaman 12 meter. Di bagian alur kapal morfologinya membentuk alur yang memanjang dari kolam pelabuhan sampai ke arah laut lepas dengan kedalaman alur antara 9 meter sampai 12 meter yang terdapat di bagian tengah alur. Di bagian pantai sampai lepas pantai morfologi dasar laut agak tidak teratur, terutama di bagian dekat pantai yaitu yang ditunjukkan oleh garis kontur 6 meter sampai 15 meter. Kontur kedalaman 12 meter sampai 18 meter menunjukkan morfologi dasar laut agak teratur di mana kedalaman laut semakin dalam ke arah barat.

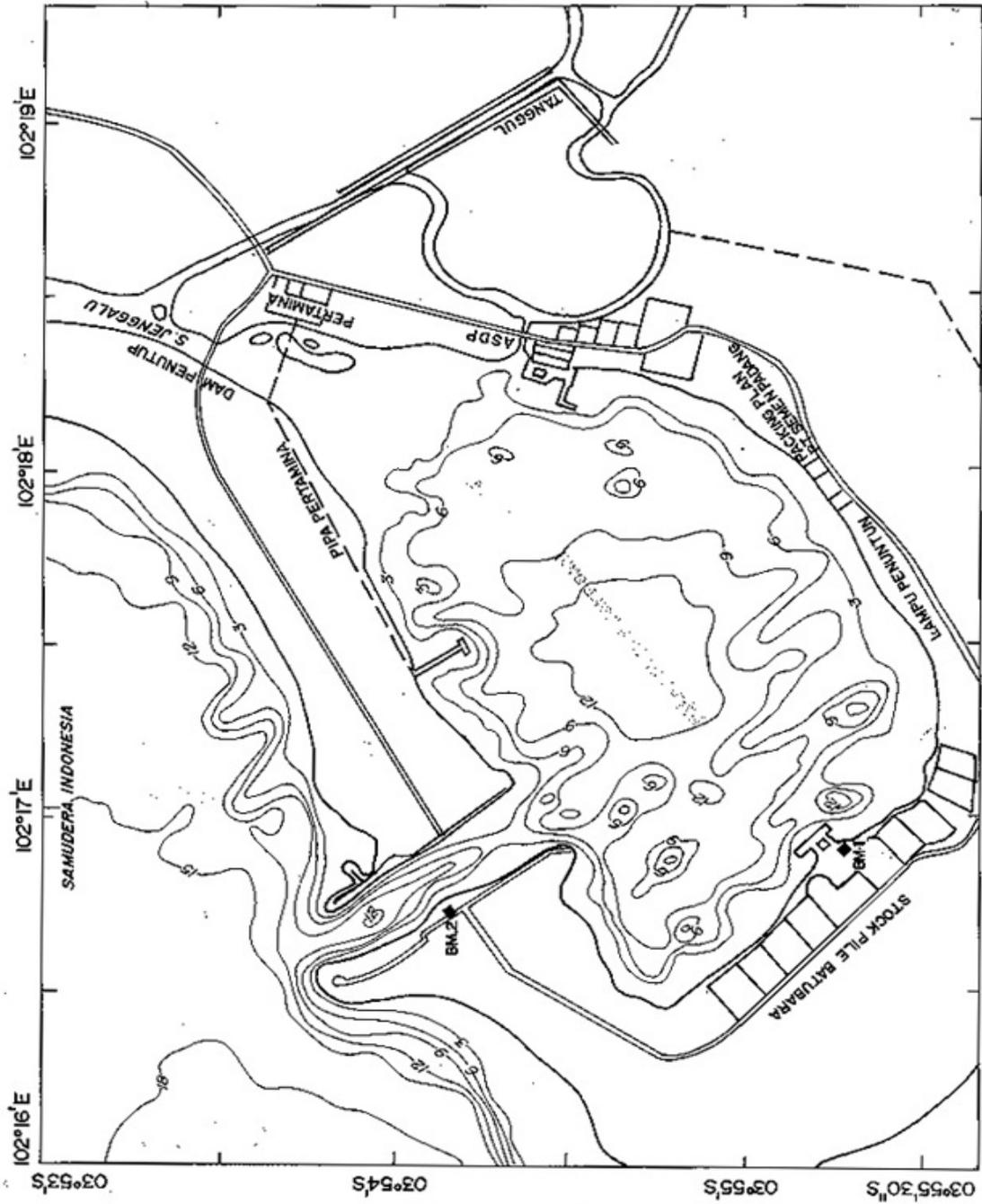
Untuk mengetahui gambaran runtunan di kolam pelabuhan, ditampilkan hasil rekaman seismik pantul dangkal (Gambar 5). Ditafsirkan bahwa runtunan sedimen terdiri atas runtunan A dan B (Nasrun, drr., 1996). Runtunan A mempunyai gambaran pantulan hampir paralel dan berbintik kacau dan runtunan B dengan gambaran pantulan hampir paralel dan terputus-putus yang membentuk bidang miring.



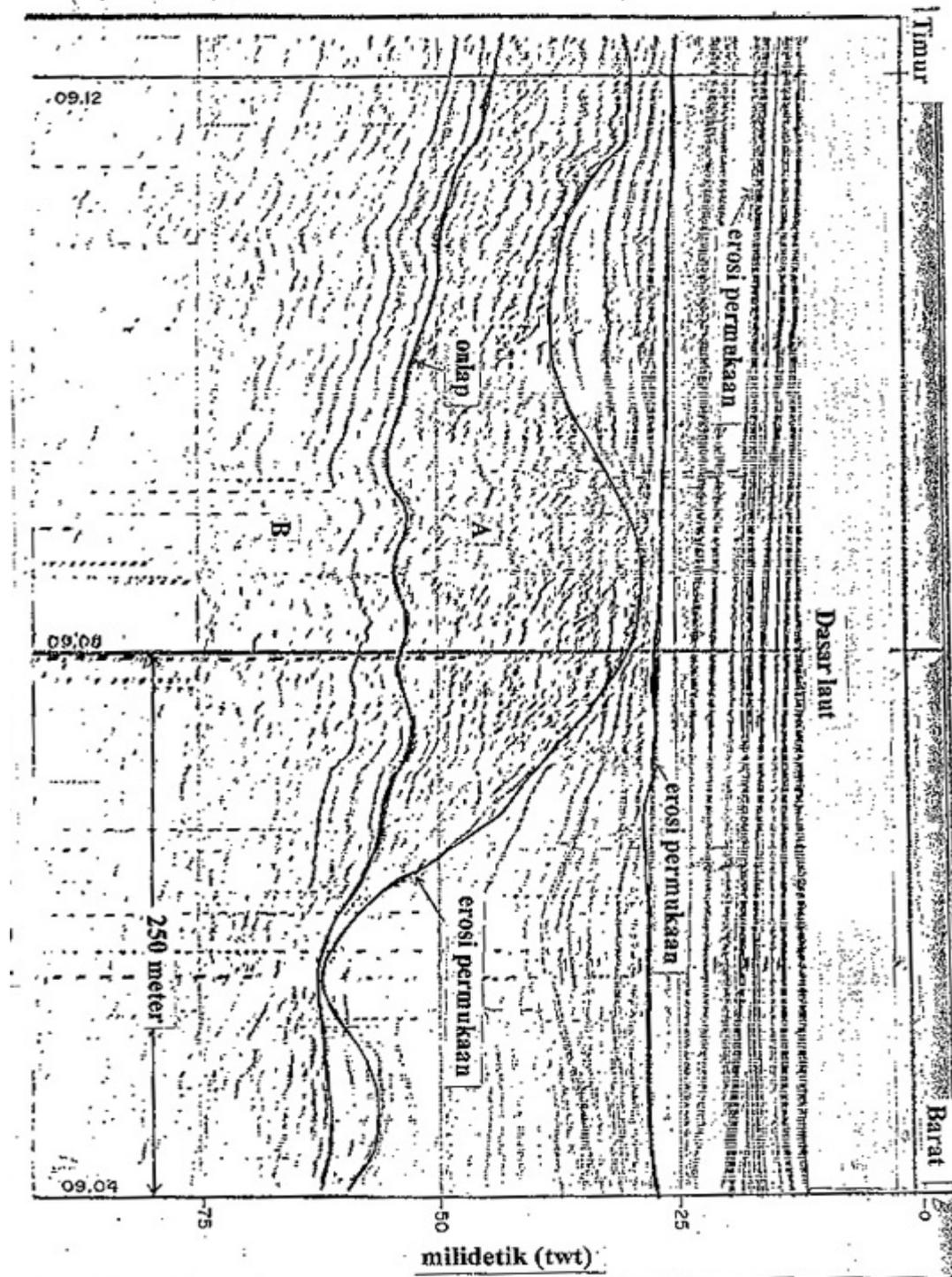
Gambar 2. Kurva pasang surut di Pelabuhan Padang Baai



Gambar 3. Peta lintasan pemeruman



Gambar 4. Peta batimetri daerah selidikan



Gambar 5. Penafsiran rekaman seismik di Pelabuhan Padang Baai (Nasrun, drr., 1996)

Dari penafsiran tersebut terlihat bahwa sedimen yang paling atas menutupi seluruh bagian runtunan yang ter-erosi dan runtunan yang menggelombang dan miring.

## 2. Karakteristik Pasang Surut

Data pasang surut hasil pengukuran selama 15 piantan (seri pendek) dianalisis dengan metoda *The British Admiralty*.

Hasil analisis berupa amplitudo dari masing-masing konstanta harmonik pasang surut ditunjukkan oleh tabel 1.

Tabel 1. Konstanta-konstanta Harmonik Pasang Surut

	So	M2	S2	N2	K2	K1	O1	P1	M4	MS4
A( cm)	153,6	32,7	18,3	7,7	4,2	12,8	5,9	4,2	0,3	1,1
g°		274,6	222,2	7,8	222,2	306,1	275	306,1	225,6	260,8

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh harga muka laut rata-rata adalah 1,53 meter. Tinggi muka laut tertinggi adalah 2,33 meter atau 70 dm diatas muka laut rata-rata. Sedangkan muka laut terendah adalah 83 dm di bawah muka laut rata-rata.

Dari perhitungan diperoleh harga bilangan Formzal (F) = 0.3686

Kondisi ini menunjukkan bahwa tipe pasang surut di Pelabuhan Pulau Baai adalah tipe *mixed semi diurnal*, artinya pasang dan surut akan terjadi sekali atau dua kali dalam sehari.

## 3. Arus

Hasil pengukuran arus yang dilakukan di alur pelabuhan Pulau Baai ditunjukkan oleh Gambar 6. Dari data tersebut dapat dihitung kecepatan dan arah dari arus pasang. Kecepatan dan arah arus pasang surut diperoleh dari perhitungan komponen arus utara dan timur. Perhitungan tersebut diperoleh dari data kecepatan dan arah permukaan yaitu pada kedalaman 1 meter.

Arus pasang surut terbesar yaitu pada saat pasang dengan kecepatan 0,54 meter/detik dan arahnya dari barat laut menuju tenggara. Arah tersebut menunjukkan bahwa pada saat air pasang, air laut memasuki kolam. Arah arus pada kedalaman 1,3 dan 5 meter menunjukkan juga bahwa pada saat air

pasang, air laut memasuki kolam dengan kecepatan cukup besar yaitu masing-masing 0,50, 0,46 dan 0,44 meter/detik. Sebaliknya pada saat air surut, air di pelabuhan ke luar menuju laut. Hal ini ditunjukkan oleh arah arus pada saat surut, dengan arah dari tenggara menuju ke barat laut dengan kecepatan terbesar sekitar 0,03 meter/detik. Demikian juga arah arus dikedalaman 1,3 dan 5 meter menunjukkan bahwa air di pelabuhan menuju ke arah luar dengan kecepatan paling besar yaitu 0,46 meter/detik.

## PEMBAHASAN

### 1. Morfologi Dasar Laut

Dari hasil kedalaman laut di pelabuhan dihasilkan peta batimetri terlampir. Pada saat penelitian dilakukan kedalaman laut di bagian alur menunjukkan kedalaman maksimum adalah 12 meter. Kedalaman tersebut hampir sama dengan keadaan di bagian kolam pelabuhan. Hasil pemetaan kedalaman ini menunjukkan bahwa alur telah dikeruk pada saat pengukuran dilakukan. Pengukuran kedalaman laut yang dilakukan tim Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (Nasrun, drr., 1996) menunjukkan bahwa kedalaman di bagian tengah kolam (terdalam) adalah sekitar 10 meter. Dengan kedalaman antara 10 sampai 12 meter, kapal pengangkut batubara dan kapal lainnya dapat lewat dengan aman. Dari data kedalaman alur hasil pengukuran yang dilakukan Pelindo pada bulan April 2001 menunjukkan bahwa kedalaman alur sekitar 5 meter. Pada kedalaman tersebut alur harus dikeruk sampai kedalaman tertentu yaitu sekitar kedalaman 12 meter. Dari hasil pengukuran kedalaman laut ini tidak dapat diketahui berapa besar kecepatan sedimentasi yang terjadi di alur, karena tidak ada data perbandingan dari pengukuran sebelumnya. Volume pengangkutan sedimen (*sediment*

*transport rate*) dan kecepatan pengendapan sedimen (*depositional rate*) di perairan Padang Baai dapat diperkirakan melalui pendekatan parameter hidrodinamika laut dan unsur kimia partikel sedimen. Berdasarkan perhitungan maka kecepatan pengangkutan sedimen sejajar pantai (*longshore sediment transport rate*) di sekitar alur Pulau Baai yaitu sekitar  $0.4 \times 10^6 \text{ m}^3$  per tahun. Dari hasil kajian dapat diketahui bahwa sedimentasi yang paling besar terjadi yaitu di bagian pir sebelah barat. Pelamparan sedimentasi ini melebar ke arah timur sehingga pendangkalannya meluas ke arah pir bagian timur. Berdasarkan hasil analisis contoh sedimen, pendangkalan di bagian kolam umumnya diisi oleh sedimen lanau dan pasir. Hal ini sesuai dengan hasil penafsiran rekaman seismik yang umumnya mempunyai gambaran pantulan sejajar dan hampir sejajar.

## 2. Pasang surut

Perbedaan tinggi air pada saat pasang tertinggi dan surut terendah adalah 1.2 meter. Perbedaan tinggi ini perlu diperhatikan oleh kapal yang akan memasuki alur pelabuhan. Untuk kapal dengan draft 10 meter sebaiknya masuk ke pelabuhan pada saat air pasang. Peta batimetri terbaru dan data pasang surut sangat perlu dimiliki oleh nakhoda kapal, karena kedua data ini dapat memandu kapal sewaktu melewati alur. Perhitungan pasang surut yang dilakukan menghasilkan pembacaan muka laut rata-rata pada kedudukan 1,52 meter. Untuk keperluan pelayaran maka peta batimetri yang dibuat disurutkan sampai 70 dm di bawah muka laut rata-rata.

## 3. Arus

Hasil perhitungan arus menunjukkan bahwa pada saat air pasang, air laut masuk ke kolam pelabuhan dengan kecepatan rata-rata 0,54 meter/detik, sedangkan pada saat air surut, air dari kolam pelabuhan menuju ke laut lepas dengan kecepatan 0,03 meter/detik. Bila dibandingkan terlihat bahwa kecepatan arus pada saat air pasang lebih besar dari kecepatan arus pada saat air surut. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa pada saat air pasang purnama lebih banyak sedimen yang diendapkan ke kolam pelabuhan khususnya dibagian alur. Pada saat air

pasang mati, sedimen yang diendapkan menuju keluar, tetapi tidak sebanyak yang dibawa pada saat air pasang. Ketidakseimbangan ini diduga karena kecepatan arus pada saat pasang purnama lebih besar dari kecepatan pada saat air pasang mati dan juga dipicu oleh arus sejajar pantai yang mengendapkan sedimen dengan arah ke baratdaya.

## KESIMPULAN

Dari kajian data tersebut di atas menunjukkan bahwa proses sedimentasi di pelabuhan Padang Baai berlangsung cukup cepat. Peta batimetri hasil pengukuran menunjukkan kedalaman laut di alur sekitar 12 meter. Bila dibandingkan dengan hasil pengukuran sebelumnya (PT. Pelindo), maka kedalaman pada saat penelitian dilakukan telah mengalami pengerukan. Dari peta batimetri dapat dilihat bahwa pendangkalan yang terjadi yaitu di bagian alur terutama di bagian pir sebelah barat. Keadaan ini sesuai dengan arah arus pasang, di mana pada saat pasang terjadi, sedimentasi diendapkan ke arah tersebut. Demikian juga dari data arus, menunjukkan bahwa sedimen yang dibawa arus sepanjang pantai cenderung ke arah yang sama. Dari pemetaan sedimen permukaan dasar laut diketahui bahwa sedimen yang diendapkan adalah pasir yang berasal dari sekitar pantai. Untuk mengatasi pendangkalan yang terjadi, pihak pelabuhan melakukan pengerukan setiap tahunnya. Pengerukan dilakukan setelah dilakukannya pengukuran kedalaman laut. Untuk mengurangi volume sedimentasi yang terjadi perlu dikaji lagi penentuan arah pondasi pir. Posisi pir yang ada sekarang ini tampaknya juga sebagai perangkap sedimen yang menyebabkan pendangkalan terjadi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, L., J.P. Hutagaol, M. Hanafi, Y. Darlan., Supryadi, 2001, *Laporan Kajian Proses Sedimentasi Untuk Alur Transportasi Batubara di Pulau Baai Bengkulu*. Tidak dipublikasi.
- Doodson, A.T., H.D. Warburg., 1936, *Admiralty Tide Tables Part III, Hydrographic Department Admiralty, London*.

- Nasrun, S. Lubis, H. Kurnio, M. Situmorang, Y. Noviadi., Suprijadi, Budiman, Hartono, 1996, *Laporan Penyelidikan Geologi dan Geofisika Dalam Pengelolaan, Pengembangan dan Pemanfaatan Kawasan P. Baai dan Sekitarnya, Bengkulu*. Pusat Pengembangan Geologi Kelautan Bandung. Tidak dipublikasi.
- PT. Pelindo, 2000, *Peta Batimetri Pelabuhan Pulau Baai, Skala 1:10.000*. Tidak dipublikasi. ❖