

STUDI KONDISI DASAR PERAIRAN MENGGUNAKAN CITRA SUB-BOTTOM PROFILER DI PERAIRAN TARAKAN KALIMANTAN TIMUR

Eka Riadi, Muhammad Zainuri, Purwanto*), Priatin Hadi Wijaya**)

*) Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang. 50275 Telp/Fax (024) 7474698

Email : muhammad.zainuri@yahoo.co.id; purwantoirh@yahoo.co.id*)

***) Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan

Jl. Dr. Junjuran No. 236 Bandung 40174, Fax. 022-601788

Email : hadiwijaya.mgi@gmail.com **)

Abstrak

Eksplorasi dasar laut khususnya sumber daya non hayati telah banyak dilakukan untuk mengetahui karakteristik suatu perairan dengan menggunakan metode akustik bawah laut seperti yang telah dilakukan di cekungan Tarakan. Cekungan Tarakan merupakan daerah yang memiliki kedalaman yang sangat curam. Kondisi ini mengakibatkan terjadinya endapan sedimen di cekungan tersebut. Komposisi sedimen di cekungan Tarakan dapat menjelaskan kondisi dasar perairan. Pengambilan data lapangan dilakukan dengan menggunakan kapal survey Geomarin III milik Pusat Penelitian Pengembangan Geologi Kelautan (P3GL), Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral, pada tanggal 15-21 September 2012 diperairan Tarakan, Kalimantan Timur. Data yang digunakan berupa data arus, sedimen, dan pemeruman dasar laut. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif dan metode pengambilan data primer dengan menggunakan sistem DGPS (Differential Global Positioning System) C-NAV. Analisis data arus dilakukan dengan menggunakan CD Oseanografi, data sedimen di 19 (Sembilan belas) titik menggunakan analisis megaskopis, analisis data pemeruman dengan menggunakan interpretasi menggunakan software petrel 2008. Hasil penelitian menunjukkan Perairan Tarakan dikategorikan perairan dalam dengan kedalaman 5000 meter dengan morfologi dasar berupa cekungan dengan slope yang sangat curam. Sedimen yang mengisi cekungan tarakan berasal dari arah daratan (Barat) menuju ke arah laut lepas (timur) yaitu sedimen pasir, pasir lanauan, lanau pasiran, lanau dengan kecepatan arus laut pada lapisan permukaan (31.70 cm/detik), lapisan tengah (32.72 cm/detik), dan lapisan dalam (40.51 cm/detik). Interpretasi Sub-bottom profiler (SBP) menggambarkan gradasi warna yang menceritakan lapisan dasar laut berupa lapisan batuan sedimen permukaan yang mengendap dari butiran kasar menuju butiran halus dengan kecepatan pengendapan yang beragam Hasil tersebut menunjukkan sebaran sedimen yang terjadi berasal dari dataran Pulau Kalimantan dan terendapkan di laut lepas.

Kata Kunci : Arus, Sedimen, Sub-Bottom Profiler (SBP), Tarakan

Abstract

Seafloor exploration, especially non-biological resources have been carried out to investigate the characteristics of a body of water using underwater acoustic method as was done in the Tarakan basin. Tarakan Basin is an area that has a very steep morphology depth. These conditions resulted in the deposition of sediment in the basin . The composition of the sediment in the Tarakan basin can explain the condition of the bottom waters. Collection of field data used Geomarin III survey ship owned by the development research center of Marine Geology (P3GL), Ministry of Energy and Mineral Resources, on 15-21 September 2012 in Tarakan waters, East Kalimantan. The data used in the form of curren data, sediment , and

seafloor sounding. Research using descriptive method and method of primary data collection system using DGPS (Differential Global Positioning System) C-NAV. Analysis data is done by use CD Oceanographic currents, sediment data in 19 (nineteen) points using megaskopis analysis, analysis data using the interpretation of the seafloor soundings using software petrel 2008. The results showed Tarakan waters categorized with a depth of 5000 meters in the form of basic morphology of the basin with a very steep slope. Tarakan basin filled sediment from inland (West) towards the open sea (east) the sediments of sand, silt sand, sandy silt, silt with a speed of ocean currents on the surface layer (31.70 cm/second), the middle layer (32.72 cm/second), and the inner layer (40.51 cm/second). Interpretation of Sub-bottom profiler (SBP) describe shades that tell the seabed layer of sedimentary rock layers that settle from the surface to the coarse grained with deposition speed varied results showed the distribution of sediment that occurs comes from the plains of the island of Borneo, and sediment in high seas.

Keywords : Flow, Sediment, Sub-Bottom Profiler (SBP), Tarakan

I. Pendahuluan

Indonesia sebagai negara kepulauan yang memiliki wilayah pesisir yang kaya dan beragam akan sumber daya alam dan jasa-jasa lingkungan. Negara kepulauan yang memiliki garis pantai sepanjang 81.000 km termasuk negara kedua yang memiliki garis pantai. Luas wilayah laut negeri Indonesia, termasuk didalamnya zona ekonomi eksklusif, mencakup 5,8 juta kilometer persegi, atau sekitar tiga perempat dari luas keseluruhan wilayah Indonesia (Dahuri, 2002).

Survei hidrografi umumnya banyak dimanfaatkan untuk memetakan dasar laut yang digunakan untuk berbagai kegiatan di laut seperti pengerukan, navigasi, pengendalian sedimentasi dan banjir. Kondisi hidrografi di suatu perairan mengalami perubahan tanpa batas waktu tertentu. Perubahan kondisi hidrografi umumnya disebabkan oleh beberapa faktor seperti pengikisan pantai oleh gelombang, sedimentasi, penggunaan lahan di wilayah pesisir, dan lain sebagainya (Dianovita, 2011).

Batimetri adalah proses penggambaran dasar perairan sejak pengukuran, pengolahan, hingga visualisasinya (Poerbandono et. al., 2005). Kondisi batimetri di perairan merupakan hal yang sangat penting dalam hubungannya dengan pemanfaatan ruang di daerah pantai (Rampengan, 2009).

Dasar laut Indonesia terbagi menjadi tiga struktur besar yaitu lempeng Eurasia, lempeng Pasifik, dan Indo-Australia. Lempeng Eurasia mencakup pulau Sumatera, Jawa dan Kalimantan yang memiliki struktur laut dangkal karena adanya paparan sunda yang stabil dan memiliki endapan dari lumpur dan lumpur berpasir. Lempeng Pasifik dan Indo-Australia berperan dalam pembentukan Indonesia bagian timur, struktur dasar lautnya lebih kompleks dengan adanya deretan pulau - pulau yang berbentuk busur lengkung, dipisahkan oleh laut dalam yang mempunyai palung maupun gunung bawah laut dan memiliki endapan lumpur asal darat maupun lumpur vulkanik (Nontji, 2007). Berdasarkan ciri - ciri tersebut maka sedimen dasar laut di Indonesia tersusun oleh komponen sedimen endapan terigenik yang berasal dari batuan maupun aktivitas vulkanik dan endapan biogenik yang berasal dari aktivitas organisme. Sedimen di lingkungan laut yang dalam terdiri dari komponen biogenik yaitu berupa endapan cangkang organisme dan komponen terigenik berupa batuan berbutir halus dan mineral (Witasari, 2003). Sehubungan dengan hal tersebut, penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui kondisi dasar di perairan Tarakan Kalimantan Timur berdasarkan hasil pemeruman dasar laut.

II. Materi dan Metode Penelitian

Penelitian lapangan dilakukan pada tanggal 15 – 21 September 2012 diperairan Tarakan, Kalimantan Timur. Lingkup penelitian terletak pada koordinat 3°14'23"-3°26'37" LU 117°30'50" - 117°40'12" BT (Gambar 8). Selanjutnya analisa laboratorium dilakukan pada bulan November 2012 di laboratorium P3GL Cirebon dan Kantor P3GL Bandung.

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif yaitu meneliti suatu kondisi di alam dengan interpretasi yang sistematis, aktual, cermat dan tepat. Tujuannya adalah untuk membuat deskripsi atau gambaran faktual dan akurat mengenai fakta-fakta serta hubungan fenomena-fenomena yang diamati (Nasir, 1983). Sedangkan metode pengambilan data seperti penentuan lokasi sampling sedimen, *Sub-bottom Profiler (SBP)* dan arus dengan menggunakan metode pertimbangan (*Purposive Sampling Method*) yaitu menentukan lokasi pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan - pertimbangan tertentu dari peneliti (Sudjana, 1992).

Metode yang diterapkan dalam penentuan titik koordinat lokasi yaitu dengan menggunakan Sistem penentuan posisi kapal menggunakan sistem *DGPS (Differential Global Positioning System) C-NAV* yang dapat memberikan ketelitian pengukuran posisi hingga 0.1 meter.

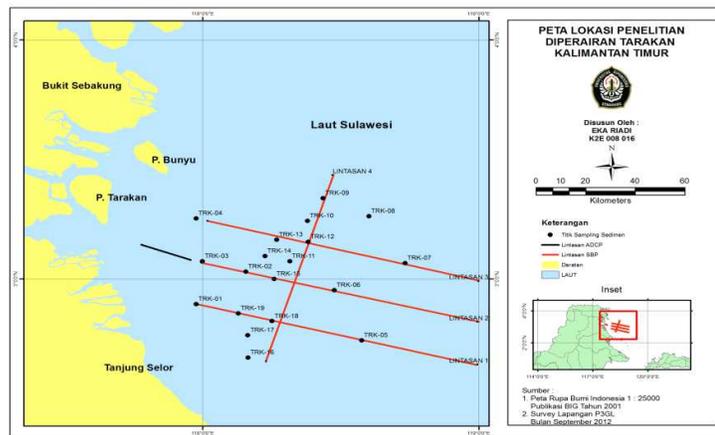
Pengukuran kedalaman dasar laut dilakukan dengan menggunakan *Echosounder SyQuest Bathy 2010* frekuensi sekitar 3.5 kHz, karena daerah survei termasuk perairan dalam (lebih dari 1000 m).

Peralatan ini bekerja mengirim pulsa suara, menerima pulsa terpantul oleh dasar laut, dan kemudian mengolahnya untuk dihitung kedalaman lautnya berdasarkan asumsi cepat rambat suara di air laut 1500 meter/detik. Dari data kedalaman terkoreksi dihasilkan suatu peta batimetri sehingga dapat diketahui gambaran topografi dasar laut. Data pemeruman digunakan untuk mendapatkan data kedalaman laut sebagai bahan pembuatan peta kedalaman laut atau peta batimetri, mengetahui morfologi dasar laut dan kemantapan lereng dasar laut (PPGL, 2004).

Pengambilan 19 sampel sedimen dasar laut dilakukan menggunakan alat gravity core. Alat ini berbentuk tabung yang ditambahkan beban sebesar 300 kg. Kemudian, diluncurkan dari atas kapal dan setelah mencapai kedalaman tertentu atau lebih dekat maka alat ini akan di jatuhkan bebas sehingga alat akan masuk kedalam lapisan sedimen tertentu.

Data arus diukur sepanjang 12 km dari 118°10'45,82 BT ; 3°19'17,46 LS sampai 118°0'33,05" BT ; 3°21'59,15" LS. Pengukuran karakteristik arus dilakukan dengan menggunakan metode Langrangian dengan menggunakan peralatan *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP) Workhorse Rio Grande 600 kHz diletakkan di bawah kapal dan pengukuran arus mengikuti lintasan yang sudah ditentukan.

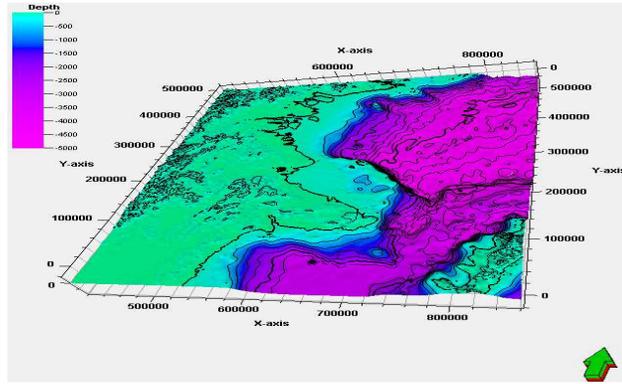
Metode analisis data kedalaman menggunakan perangkat *Schlumberger Petrel 2008*, Sedimen menggunakan metode pengayakan melainkan dengan metode analisa megaskopis, Citra-citra *Subbottom Profiler* menggunakan perangkat lunak MapInfo 7.5 SCP. pemodelan 3D dasar laut menggunakan perangkat lunak Petrel 2008, dan pengolahan data arus dengan menggunakan CD Oseanografi.



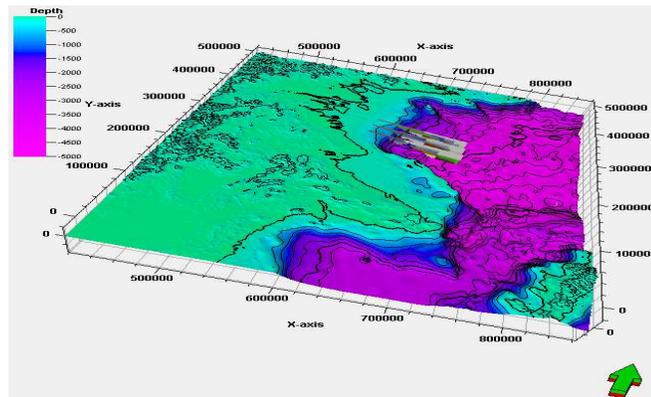
Gambar 1. Peta Lokasi Sampling

III. Hasil dan Pembahasan Pemeruman Dasar Laut

Hasil pengolahan data pemeruman dasar laut menggunakan perangkat lunak *Petrel Schlumberger 2008* menunjukkan kontur kedalaman dasar serta penggunaannya untuk pembuatan model 3 dimensi topografi dasar Perairan Tarakan, Kalimantan Timur. Peta Batimetri 3 Dimensi Perairan Tarakan-Kalimantan Timur (Gambar 2), tersusun berdasarkan hasil data pengukuran laut berupa nilai X dan Y sebagai koordinat dan nilai Z sebagai kedalaman. Berdasarkan peta Batimetri 3 Dimensi tersebut, bentuk morfologi sub cekungan Tarakan dapat tergambar dengan baik. Dalam peta tersebut digabungkan dengan data SBP dengan menggunakan alat pemeruman *Chirp Sub-bottom Profiler Bathy 2010* (Gambar 3). Hasil dari kedua proses tersebut menunjukkan terjadinya sinkronisasi antara lingkungan pengendapan sedimen dari data pemeruman dasar laut. Hasil tersebut diperoleh berdasarkan pengukuran kedalaman laut dilakukan sepanjang lintasan Kapal Geomarin 3 milik instansi Pusat Penelitian Pengembangan Geologi Kelautan (P3GL). Data-data yang diperoleh dari kedua model tersebut akan digunakan untuk pengolahan sebaran sedimen.



Gambar 2. Topografi 3 Dimensi daerah Perairan Tarakan, Kalimantan Timur



Gambar 3. Topografi 3 Dimensi daerah Perairan Tarakan, Kalimantan Timur

Sedimen Dasar Laut.

Hasil klasifikasi ukuran butir sedimen dasar laut ditampilkan dalam tabel 1 yang merupakan gambaran sampel sedimen diambil hingga kedalaman 5000 meter. Tebal lapisan sedimen yang didapat bervariasi sesuai dengan kemampuan sedimen untuk melekat pada paralon *core*

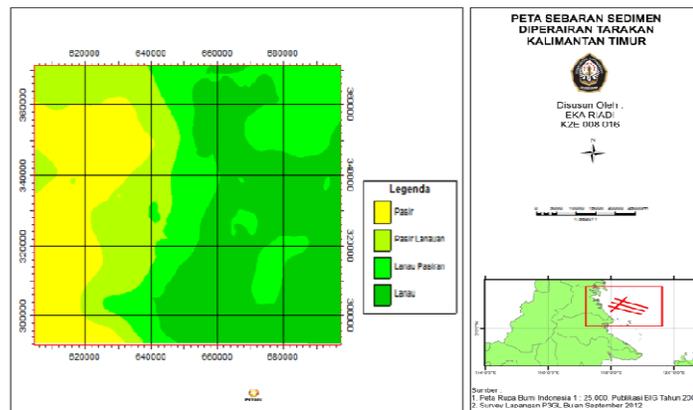
Tabel 1. Hasil klasifikasi ukuran butir sedimen dasar di Perairan Tarakan Kalimantan Timur

Nama Stasiun	Kedalaman Perairan (m)	Tebal Lapisan (cm)	Nama sedimen
Stasiun 1	93	32	Pasir
Stasiun 2	468	82	Pasir Lanauan
Stasiun 3	85	72	Pasir Lanauan
Stasiun 4	56	80	Pasir Lanauan
Stasiun 5	2554	98	Lanau
Stasiun 6	1950	115	Lanau
Stasiun 7	2480	110	Lanau
Stasiun 8	2256	127	Lanau
Stasiun 9	1394	108	Lanau
Stasiun 10	1401	122	Lanau
Stasiun 11	1153	124	Lanau Pasiran
Stasiun 12	1376	115	Lanau
Stasiun 13	618	145	Pasir Lanauan
Stasiun 14	572	103	Pasir Lanauan
Stasiun 15	702	135	Lanau Pasiran
Stasiun 16	585	138	Pasir Lanauan
Stasiun 17	522	127	Lanau Pasiran
Stasiun 18	1250	198	Lanau Pasiran
Stasiun 19	442	123	Pasir Lanauan

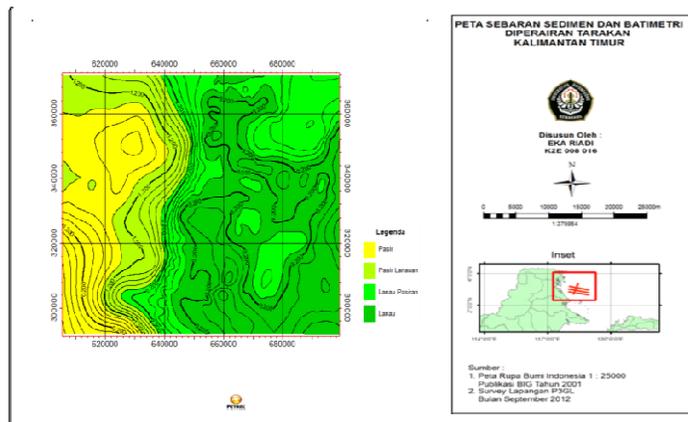
Sumber :Pengolahan Data Primer

Hasil pengamatan terhadap sembilan belas sampel sedimen yang diamati mengandung cangkang *microorganism* terutama foraminifera. Fragmen organik berupa karbon sisa tumbuhan ditemukan pada sampel stasiun 1 dan stasiun 19. Komponen penyusun sedimen umumnya terdiri dari endapan biogenik pelagik laut dalam yaitu foraminifera plankton yang bercangkang karbonat dan mineral. Analisis megaskopis menunjukan bahwa sampel sedimen yang diamati adalah jenis sedimen *biogeneuos*. Kennet (1992) menyatakan bahwa sedimen *biogeneuos* adalah sedimen yang bersumber dari sisa organisme hidup seperti cangkang dan rangka biota laut serta bahan-bahan organik yang mengalami dekomposisi atau merupakan sisa dari organisme yang mengandung karbonat, opal, dan kalium fosfat. Sedimen yang diamati berasal dari laut dalam dengan kedalaman laut mencapai 2500 meter, secara teori sedimen laut dalam memiliki tekstur sedimen masif atau laminasi, butirannya relatif seragam dan berukuran halus, berkisar 62 antar lanau sampai pasir sangat halus.

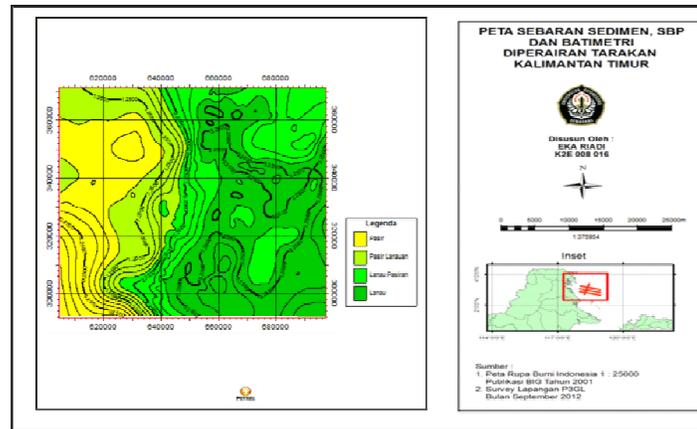
Berdasarkan analisis ukuran butir ini dapat digunakan untuk memprediksi pergerakan sedimen dan untuk menginterpretasi proses yang telah berlangsung. Persentase data sedimen yang telah didapatkan, kemudian digunakan sebagai masukan pada peta sebaran sedimen.



Gambar 4. Peta Sebaran Sedimen dan Batimetri daerah Perairan Tarakan, Kalimantan Timur



Gambar 5. Peta Sebaran Sedimen dan Batimetri daerah Perairan Tarakan, Kalimantan Timur



Gambar 6. Peta Sebaran Sedimen, Batimetri dan SBP (Sub-bottom Profile) daerah Perairan Tarakan, Kalimantan Timur

Berdasarkan hasil Peta Sebaran Sedimen di Perairan Tarakan (Gambar 4) dari arah daratan sebelah kiri peta sedimen berupa sedimen pasir. Persebaran ke arah laut dalam yaitu dari arah barat ke timur laut Sulawesi, ukuran butir menjadi semakin kecil atau halus yaitu pasir lanauan, lanau pasiran, lanau dan lanau. Pada ukuran butir sedimen, mempunyai pengaruh terhadap energi pengendapannya. Dengan meningkatnya ukuran butir, maka kemungkinan sedimen tersebut membutuhkan energi yang besar untuk mengendap atau terbawa. Sebaliknya, jika semakin kecil atau halus ukuran butirnya, maka kemungkinan sedimen tersebut tidak memerlukan energi yang besar untuk mengendap atau terbawa. Hal ini dapat dihubungkan dengan keberadaan arus laut yang melalui daerah studi tersebut. Menurut Noon dkk., (2003) dalam Wijaya (2009) sistem pengendapan di Cekungan Tarakan adalah sistem delta. Sistem delta merupakan sistem pengendapan yang paling produktif dalam menghasilkan hidrokarbon. Dengan demikian pemasukan sedimen yang paling besar ke dalam perairan Tarakan berasal dari daratan Kalimantan Timur yang melalui sungai-sungainya.

Rekaman Sub-Bottom Profiler (SBP).

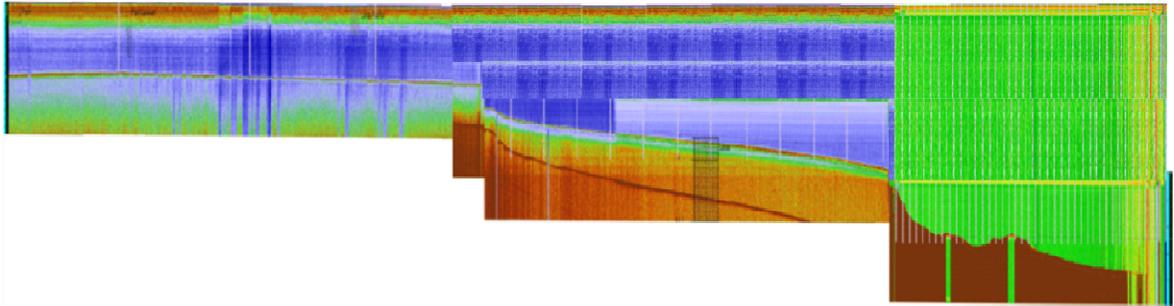
Hasil interpretasi SBP menunjukkan adanya lapisan-lapisan dasar laut yang merupakan sedimen hasil pengendapan di Perairan Tarakan. Hasil pengamatan lintasan pertama memiliki variasi sedimen yang terendapkan, dimana sedimen yang terendapkan mulai dari dekat pantai sampai laut lepas adalah pasir, pasir lanauan dan lanau. Bila dilihat dari hasil interpretasi dan hasil pengambilan sedimen, dapat diketahui bahwa sedimen mengendap dari butiran kasar menuju butiran halus. Menurut Purwanti (2009), kearah timur sedimen berubah facies menjadi batu halus dari prodelta. Di mana ke arah timur ukuran sedimen menjadi lebih halus dan membentuk system delta. Hal ini disebabkan oleh transportasi yang besar dan pengendapan yang relatif cepat.

Hasil pengamatan lintasan kedua memiliki variasi sedimen yang terendapkan, dimana sedimen yang terendapkan adalah pasir lanauan, lanau pasiran dan lanau. Hasil perekaman antara lintasan satu dan dua memiliki persamaan, dikarenakan pada lintasan dua terpengaruhi oleh adanya masukan sedimen dari daratan. Lebih lanjut ditambahkan bahwa stasiun dua juga dipengaruhi oleh kondisi dekat dengan muara Tarakan. Menurut Ranawijaya (2005), sumber-sumber utama sedimen permukaan dasar laut daerah selidikan teramat adalah sungai Berau dari arah barat, jajaran-jajaran kepulauan terumbu gamping dan sumber sedimen marin dengan lokasi jalur lepas pantai berarah barat laut-tenggara.

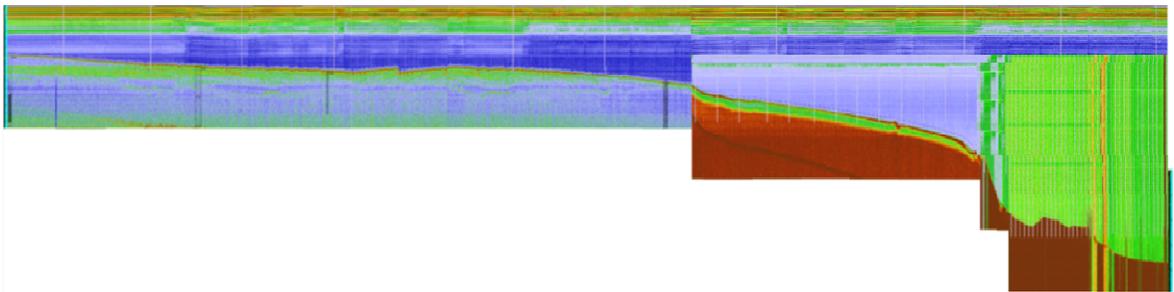
Hasil pengamatan lintasan ketiga menunjukkan bahwa sedimen diwilayah tersebut tersusun dari lanau, dimana hasil tersebut berbeda dengan lintasan pertama dan kedua. Hal ini dikarenakan sedimen tersebut terjebak dengan sitem pengendapan adalah sistem delta. Kondisi tersebut menyebabkan pembagian sub wilayah pengendapan yang terjadi tidak terbagi rata, yang dibuktikan dengan data sebaran sedimen berbeda. Sistem delta yang ada di Tarakan ini menjadikan daerah kajian ini mempunyai pembagian alur sedimen yang berbeda. Berdasarkan hal tersebut maka dapat diketahui bahwa input sedimen yang paling besar ke dalam perairan Sub-cekungan Tarakan berasal dari daratan Kalimantan Timur, melalui aliran sungai-sungainya. Menurut Manengkey, (2010), pola sebaran sedimen dimana sedimen berupa pasir terendapkan di dekat daratan atau di muara sungai dan ke arah laut lepas ukuran butir sedimen berangsur halus. Perpindahan atau pengangkutan sedimen terjadi bila ada arus yang bekerja dan biasanya arahnya mengikuti arah arus tersebut. Namun sistem delta yang terjadi di perairan Tarakan mengakibatkan adanya sedimen yang lebih halus terjebak dalam sistem tersebut.

Lintasan keempat dilakukan pengambilan data dari arah utara menuju selatan atau bisa dikatakan berada dari arah dekat perbatasan laut malaysia menuju perairan Kalimantan. Lintasan ini memotong antara lintasan pertama, kedua dan ketiga. Berdasarkan data yang diperoleh, menunjukkan bahwa hasil perpotongan daerah tersebut dominan dengan jenis sedimen lanau. Sedimen ini biasanya cenderung lebih halus. Bila dilihat dari penampilan batimetri,

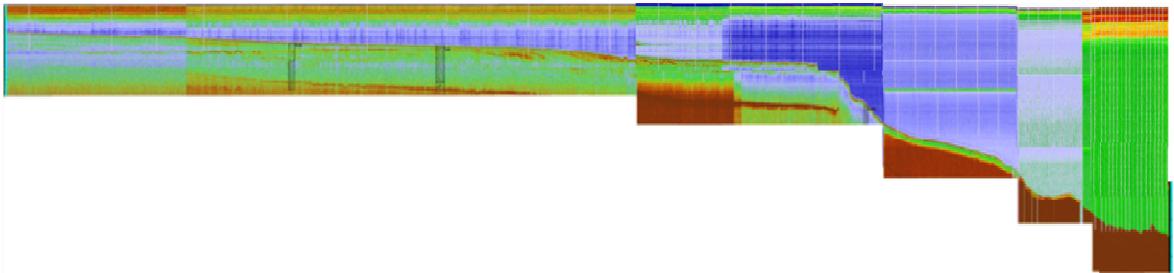
dapat diketahui daerah ini merupakan daerah slope yang sangat terjal. Berdasarkan data yang diperoleh dari gravity core, merupakan daerah pengendapan sedimen lanau. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada daerah slope ini adalah daerah pengendapan yang terbawa dari pantai menuju laut.



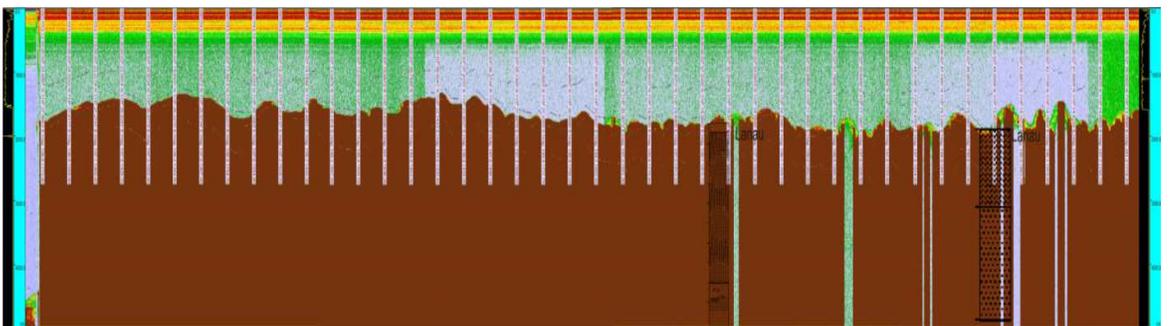
Gambar 7. Interpretasi SBP (Sub-Bottom Profiler) Lintasan 1



Gambar 8. Interpretasi SBP (Sub-Bottom Profiler) Lintasan 2



Gambar 9. Interpretasi SBP (Sub-Bottom Profiler) Lintasan 3



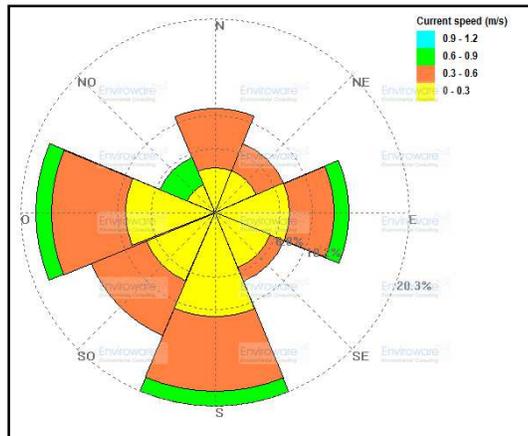
Gambar 10. Interpretasi SBP (Sub-Bottom Profiler) Lintasan 4

Arus Laut.

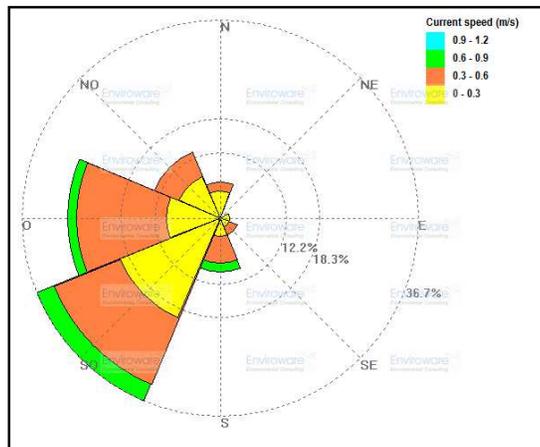
Berdasarkan data yang telah didapat, kemudian dibagi menjadi tiga bagian menurut kedalamannya, (1) arus laut lapisan permukaan 0,2d (4,94 meter – 19,94 meter), (2) lapisan tengah 0,6d (20,94 meter – 34,94 meter), dan (3) lapisan dalam 0,8d (35,94 meter – 50,94 meter) yang ditampilkan dalam gambar 22 - gambar 24 berikut. Tabel 2 merupakan hasil kecepatan perekaman data arus laut.

Tabel 2. Hasil kecepatan arus di Perairan Tarakan

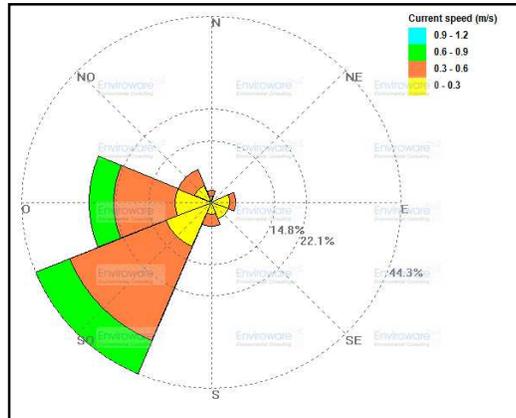
Kedalaman Kolom Air Laut (meter)	Kecepatan Maximal (cm/det)	Kecepatan Min (cm/det)	Kecepatan Rata-rata (cm/det)	Arah
Permukaan (4,94 – 19,94)	83.29	0.78	31.70	Selatan
Tengah (20,94 -34,94)	63.40	7.03	32.72	Barat Daya
Dalam (35,94 – 50,94)	86.25	6.49	40.51	Barat Daya



Gambar 11. Arah dan Kecepatan Hasil Data Arus Laut Lapisan Permukaan (4,94 – 19,94 meter)



Gambar 12. Arah dan Kecepatan Hasil Data Arus Laut Lapisan Tengah (20,94 -34,94 meter)



Gambar 13. Arah dan Kecepatan Hasil Data Arus Laut Lapisan Dalam (35,94 – 50,94 meter)

Berdasarkan hasil data arus laut di lapangan yang telah diolah menggunakan program CD Oceanography pada lapisan permukaan (Gambar 19.), lapisan tengah (Gambar 20.) dan lapisan dalam (Gambar 21) menghasilkan bahwa arah arus dominan dari tiap lapisan sama-sama condong ke arah tenggara. Berdasarkan tabel 2, hasil kecepatan arus pada tiap lapisan tidak jauh berbeda. Hal ini dapat disebabkan karena jumlah muara sungai yang banyak terdapat pada daerah sebelah barat lokasi studi. Kondisi ini dapat menggambarkan bahwa arus tersebut adalah arus ARLINDO yang berasal dari Samudera Pasifik masuk ke Selat Makassar. Efriyeldi (1999) menyatakan bahwa kecepatan dan arah arus secara tidak langsung dapat mempengaruhi substrat dasar perairan. Nybakken (1992) menyatakan bahwa perairan yang arusnya kuat akan banyak ditemukan substrat berpasir.

IV. Kesimpulan

1. Perairan Tarakan dapat di kategorikan sebagai perairan dalam yang memiliki kedalaman laut hingga 5000 meter dengan morfologi dasar berupa cekungan dengan slope yang sangat curam.
2. Sebaran sedimen di cekungan Tarakan berasal dari arah daratan (barat) menuju ke arah laut lepas (timur) yaitu sedimen pasir, pasir lanauan, lanau pasiran, lanau.
3. Hasil interpretasi *Sub-bottom profiler* (SBP) menggambarkan gradasi warna yang dapat menceritakan lapisan dasar laut berupa lapisan batuan sedimen permukaan yang diendapkan pada lingkungan berenergi rendah dengan kecepatan pengendapan yang beragam.

Ucapan Terima Kasih

1. Terima Kasih Kepada Prof. Dr. Ir. Muhammad Zainuri, DEA dan Ir. Purwanto, MT atas waktu, tenaga, dan pemikirannya sehingga dapat membimbing dalam penyusunan tugas akhir
2. Terima kasih kepada Pusat Pengembangan Geologi Kelautan (P3GL) yang telah memberi kesempatan untuk bisa diikuti sertakan dalam pelayaran, terutama kepada Bapak Priatin Hadi wijaya ST, MT (selaku Kepala Penelitian dan Pembimbing lapangan) sehingga bisa tersusunya tugas akhir ini.
3. Terima Kasih kepada Bapak Beben Rachmat, S.Si (Peneliti P3GL) yang telah memberikan info Pelayaran Tarakan Kalimantan.
4. Terima kasih kepada semua Crew Pelayaran Pulau Tarakan Kalimantan baik Peneliti, Teman Mahasiswa, Teknisi, Kapten Kapal, ABK dan semua yang terlibat yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Daftar Pustaka

- Dahuri, R, dkk. 1996. Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. P.T. Pradnya Paramitha, Jakarta, 305 hlm
- Dianovita, C. 2011. *Pemetaan Batimetri Perairan Dangkal Karang Congkak dan Karang Lebar Dengan Menggunakan Citra IKONOS Pan-Sharpned*. Skripsi. Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.42 hlm.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Kennet, J.P. 1982. *Marine Geology*. Pritince-Hall, Inc. Englewood Cliffs. New Jersey.
- Nasir, M. 1983. *Metode Penelitian*. Ghalia Indonesia, Jakarta, 622 hlm.
- Nontji, A. 2007. *Laut Nusantara*. Djembatan. Jakarta
- Noon, S., Harrington, J., dan Darman, H. (2003), The Tarakan Basin, East Kalimantan: Proven neogen fluvio-deltaic, prospective deep-water and paleogen plays in a regional stratigraphic context, *Proceedings of Indonesian Petroleum Association 29th Annual Convention*, Jakarta, **Vol.1**

- Nybakken, James W. 1992. *Biologi Laut : suatu pendekatan ekologis*. PT Gramedia : Jakarta 480 hlm
- P3GL. 2004. Laporan Identifikasi Potensi Energi dan Sumberdaya Mineral Pulau – pulau kecil Snnngihe Talaud Sulawesi Utara. Departemen ESDM. Bandung
- PoerbandonodanDjunarsjah, E. 2005. *Survei Hidrografi*. PT. Refika Aditama. Bandung. 163 hlm.
- Rampengan, R.M., 2009. *Bathymetry in Mokupa's Coastal Waters*. Jurnal Perikanan dan Kelautan. Vol V (3): 68-72.
- Ranawijaya D.A.S. Dewi K.T. dan Antasena Y. 2003. Peranan mikrofosil dalam isu perubahan iklim global: sebuah hasil riset dari kerjasama ekspedisi geologi kelautan. *Prosiding Seminar Riptek Kelautan Nasional BPPT*:1-8
- Witasari, Y. 2003. *Sedimen di Selat Sunda: Komposisi, Asal –Usul, Proses Pengendapan dan Pengaruh Lingkungan*. Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI. Jakarta, 8 hlm.