

KARAKTERISTIK DAN PROSES PENGENDAPAN SEDIMEN DASAR LAUT DI PERAIRAN GOSONG BUNGA, KUALANAMU KAB. SERDANG BEDAGEI, PROV. SUMATERA UTARA

Oleh:

Ediar Usman dan Dida Kusnida

Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Jl. Dr. Junjuran No. 236 Bandung-40174

Diterima : 12-02-2008; Disetujui : 19-06-2009

SARI

Daerah penelitian terletak di perairan Gosong Bunga, lepas pantai Kualanamu dengan kedalaman antara 10 – 20 meter dan di bagian tengah hanya 2 - 3 meter pada saat air laut surut. Hasil analisis besar butir di daerah penelitian diperoleh beberapa jenis satuan tekstur sedimen dasar laut, yaitu: pasir lanauan, pasir, pasir lumpuran sedikit krikilan, lumpur pasiran, lanau pasiran, krikil pasiran, lumpur pasiran sedikit krikilan dan pasir sedikit krikilan. Berdasarkan hubungan antara besar butir dan persentase jumlah/frekuensi butiran; pengendapan sedimen dipengaruhi oleh arus sungai dan arus pantai dengan pola pergerakan butiran adalah saltasi, rolling (gulungan) dan sliding (dorongan) serta suspensi, dan secara umum membentuk pola saltasi.

Sedangkan hasil analisis kimia pada beberapa contoh sedimen terpilih menunjukkan kandungan kuarsa (SiO_2) berkisar antara 66,33 - 74,21% dan kandungan rata-rata sebesar 69,88%. Analisis fotomikro memperlihatkan komposisi utama adalah butiran kuarsa hampir 85%, mineral berat (magnetit, ilmenit, hematit dan limonit) 10% dan cangkang foram dalam keadaan utuh 5%. Hasil interpretasi rekaman seismik menunjukkan ketebalan sedimen Kuartar di daerah penelitian antara 7 – 15 meter, di bagian tengah mencapai 20 meter.

Kata kunci: sedimen dasar laut, proses pengendapan, pola pergerakan, lepas pantai Kualanamu

ABSTRACT

The survey area is located on the Gosong Bunga waters, offshore of Kualanamu coast with waters depth between 10 – 20 meters, and part of central area only 2 – 3 meters depth on low sea level. Grain size analysis result from the survey area is several types of seafloor sediment textures silty sand, sand, slightly gravelly muddy sand, sandy mud, sandy silt, sandy gravel, slightly gravelly sandy mud and slightly gravelly sand. Based on relation between size, and cumulative and frequency percent of grains; depositional process of sediment influenced by river and coastal current with movement pattern are saltation, rolling, sliding and suspension, and generally to form a saltation pattern.

While, result of chemical analysis on some the samples indicates that the quartz content (SiO_2) content are between 66,73 – 74,21%, and the average content is 69,88%. Microphoto analysis indicates that the main content are quartz approximately 85%, 10% heavy minerals (magnetite, ilmenite, hematite and limonite) and good condition foram shell 5%. Seismic interpretation shows that the thickness of Quaternary sediments are about 7 to 15 meters except in the centre of the study area which is 20 meters.

Keywords: seafloor sediment, depositional process, movement pattern, offshore of Kualanamu

PENDAHULUAN

Secara administratif, lokasi penelitian terletak di perairan Gosong Bunga, lepas pantai (*offshore*) Kualanamu, Kabupaten Serdang Badagei, Provinsi Sumatera Utara. Lokasi penelitian terletak pada koordinat antara 98°58'00" – 99°09'30" BT dan 03°40'00" – 03°49'00" LU. Lokasi penelitian berjarak sekitar 5,5 mil laut dari garis pantai Kualanamu, termasuk dalam cakupan wilayah pengelolaan Pemerintah Provinsi Sumatera Utara (4 – 12 mil laut) dan wilayah tersebut termasuk bagian dari Selat Malaka (Gambar 1).

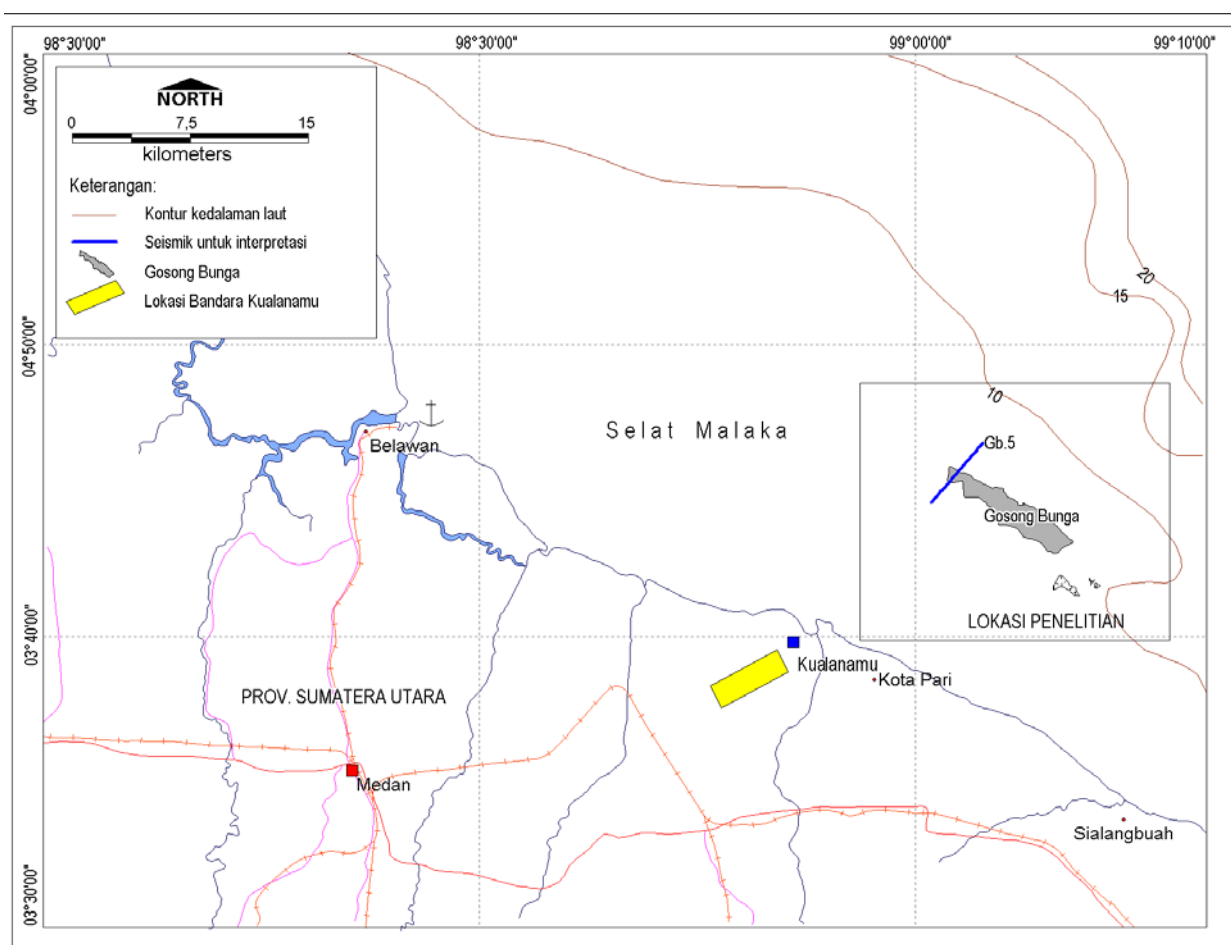
Daerah penelitian merupakan perairan laut dangkal (*shallow marine*) dengan kedalaman berkisar antara 10 – 20 meter. Di bagian tengah terdapat gosong pasir yang dikenal sebagai Gosong Bunga dengan kedalaman hanya 2 - 3 meter pada saat air laut surut.

Keberadaan Gosong Bunga yang berjarak sekitar 15 km dari garis pantai Kualanamu dan kedalaman laut antara pantai dan Gosong Bunga

mencapai kedalaman 20 meter menarik untuk dipelajari terutama mengenai proses transportasi dan kecenderungan pola pengendapannya berdasarkan variasi ukuran butir. Di samping itu butiran sedimen yang didominasi oleh butiran kuarsa dan pecahan batuan beku (*lithic*) berukuran pasir halus sampai kerikil memberikan gambaran tentang adanya arus yang kuat dalam menggerakkan sedimen tersebut dari tempat/batuan asalnya.

GEOLOGI REGIONAL

Geologi daerah Lembar Medan cukup rumit, dan tersusun oleh batuan Pra-Tersier, Tersier dan Kuartar. Batuan Pra-Tersier tertua yang tersingkap di Lembar Medan adalah batuan klastika Permo-Karbon, granit Perem, batuan karbonat Perem, batuan gunung api Jura-Kapur, batuan karbonat Jura-Kapur dan batuan malihan Karbon (Cameron et al., 1982). Selanjutnya diendapkan batuan sedimen dan terobosan Tersier, yaitu: terobosan Miosen, sedimen antar

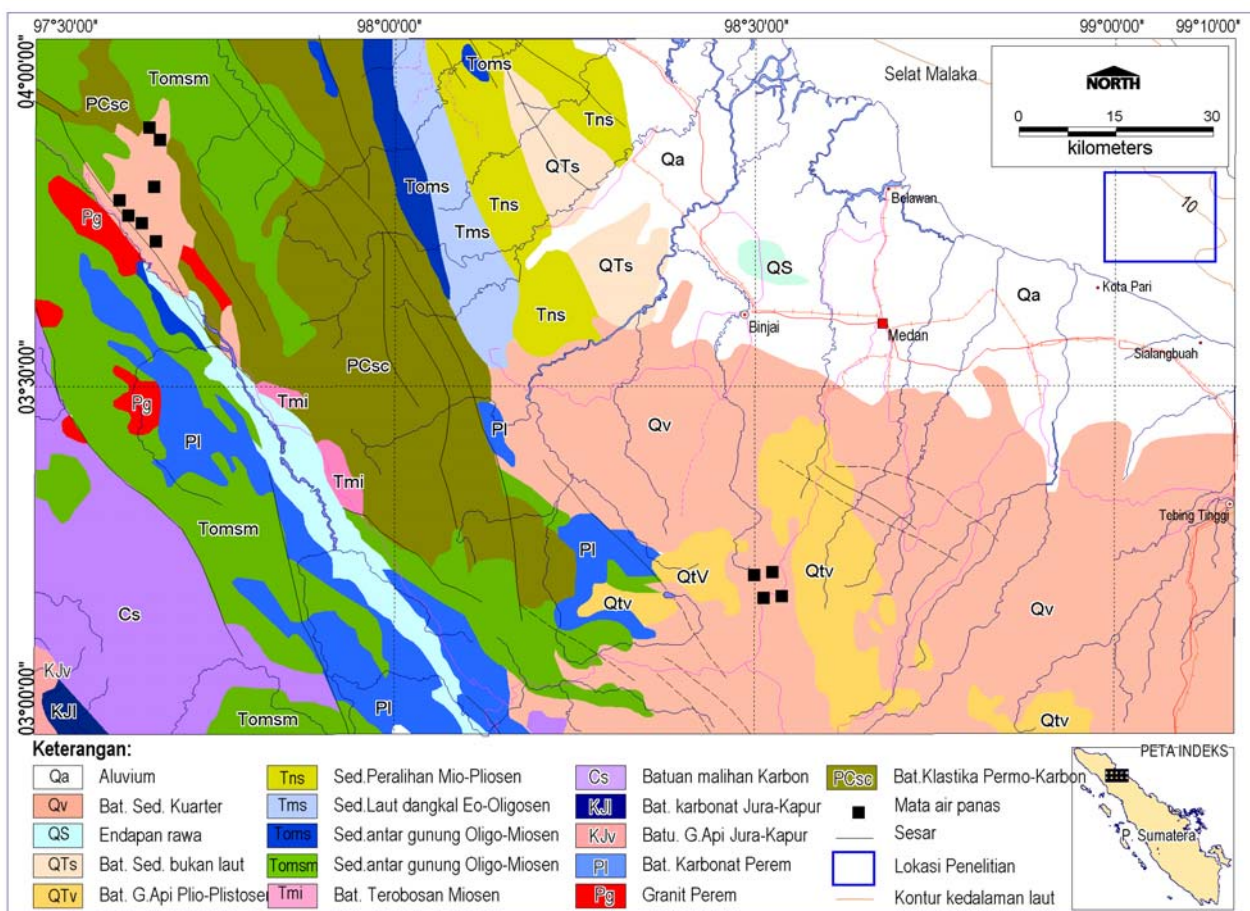


Gambar 1. Peta lokasi penelitian di perairan Kualanamu, Sumatera Utara (Usman dkk., 2007).

gunung Oligo-Miosen, sedimen genang laut Oligo-Miosen, sedimen laut dangkal Eosen-Oligosen dan sedimen peralihan Mio-Pliosen. Selanjutnya adalah endapan Kuarter, yaitu: batuan gunung api Plio-Plistosen, batuan sedimen bukan laut Plio-Plistosen, endapan rawa, batuan sedimen Kuarter dan aluvium (Gambar 2).

Litologi pada satuan batuan klastika Permo-Karbon, granit Perm, batuan Gunung Api Jura – Kapur dan batuan malihan Karbon, batuan terobosan Miosen, sedimen antar gunung Oligo-Miosen, sedimen genang laut Oligo-Miosen, sedimen laut dangkal Eosen-Oligosen dan sedimen peralihan Mio-Pliosen, umumnya didominasi oleh granit, malihan, sisipan batupasir, serpih dan batugamping. Batuan Pra-Tersier adalah batuan yang mendasari seluruh batuan di daerah Lembar Medan yang termasuk dalam Kelompok Tapanuli berumur awal Karbon - Permian berupa batuan metasedimen. Kelompok Tapanuli terdiri atas beberapa formasi, yaitu: Formasi Bahorok (PCsc),

Formasi Kluet (Cs) dan Formasi Alas (Tomsm) yang terdiri dari karbonat pantai dan basal Permian mengandung pasir kuarsa (Cameron et al., 1982). Formasi Bahorok (PCsc) terdiri atas batusabak, arenit kuarsa malihan, batulanau malihan dan konglomerat malihan. Formasi Kluet (Cs) terdiri atas slat, filit, arenit kuarsa malihan dan batugamping malihan. Formasi Alas (Tomsm) yang terdiri atas serpih, batulanau, batupasir dan konglomerat. Batuan Tersier yang kaya dengan pasir kuarsa adalah: Formasi Baong (Tms), Formasi Seureula (Tns) dan Formasi Bampo (Toms), sedangkan dalam sedimen Kuarter, adalah: Satuan Simbolon dan Mentar (QTV), Satuan Julu Rajeu (QTS), Formasi Medan (QS), Tufa Toba (QV) dan aluvium (QA). Batuan tersebut kemudian diterobos oleh batuan terobosan Miosen yang terdiri atas Mikrodiorit Sague, Sigalagala dan Komplek Kais (Pg). Peristiwa tektonik Oligosen dan Pliosen telah menimbulkan beberapa retakan-retakan dan pensesaran yang diikuti oleh proses perombakan



Gambar 2. Peta geologi daerah penelitian dan sekitarnya (Cameron et al., 1982).

batuan-batuan yang kaya mineral kuarsa (Cameron et al., 1982; Cobing, 1992).

Adanya sejarah geologi yang demikian menunjukkan, bahwa kawasan pantai timur Sumatera Utara terbentuk oleh proses geologi yang panjang sejak Permo-Karbon, sehingga membentuk dataran pantai yang luas. Berdasarkan peta Lembar Medan dan pengamatan di lapangan memperlihatkan adanya paparan pantai yang luas, umumnya adalah Satuan Simbolon dan Mentar (QTv), Satuan Julu Rajeu (QTs), alluvium (Qa) dan endapan pematang pantai dengan butiran kuarsa. Pada batuan sedimen Pra-Tersier mengalir beberapa sungai besar ke arah pantai timur Sumatera Utara. Pada batuan tersebut dikontrol pula oleh adanya sesar-sesar normal berarah baratlaut – tenggara (NW-SE), yang ditunjukkan oleh beberapa mata air panas sepanjang jalur sesar. Adanya sesar normal tersebut memicu terjadinya gejala deformasi dan retakan pada batuan (Karig et al., 1980). Di samping itu, sistem iklim tropis menyebabkan batuan-batuan tersebut mengalami perombakan dan pelapukan membentuk sedimen lepas yang diangkut oleh sungai-sungai ke arah laut.

Berdasarkan penyebaran batuan di daerah pesisir menunjukkan proses pembentukan pantai dan sedimen dasar laut yang dikontrol oleh sistem paparan pantai (endapan pantai) yang terdiri atas berbagai unsur sedimen Holosen - Resen, umumnya didominasi oleh mineral kuarsa berwarna putih bersih hingga kekuningan dengan bentuk fisik yang sama dengan sedimen di pantai dan dasar laut.

Selanjutnya, pengaruh arus regional mempengaruhi pembentukan gosong-gosong pasir, seperti: Gosong Bunga dengan bentuk bulat memanjang barat laut - tenggara menunjukkan adanya suplai dan transportasi sedimen oleh arus dan gelombang laut dengan arah pergerakan barat laut – tenggara; searah dengan arus umum di Selat Malaka (Wyrski, 1961).

Adanya indikasi pembentukan dan pertumbuhan gosong-gosong pasir tersebut memperlihatkan adanya sumber sedimen yang besar, dan bila eksploitasi pasir laut dilakukan, maka proses pembentukan akan tetap berjalan

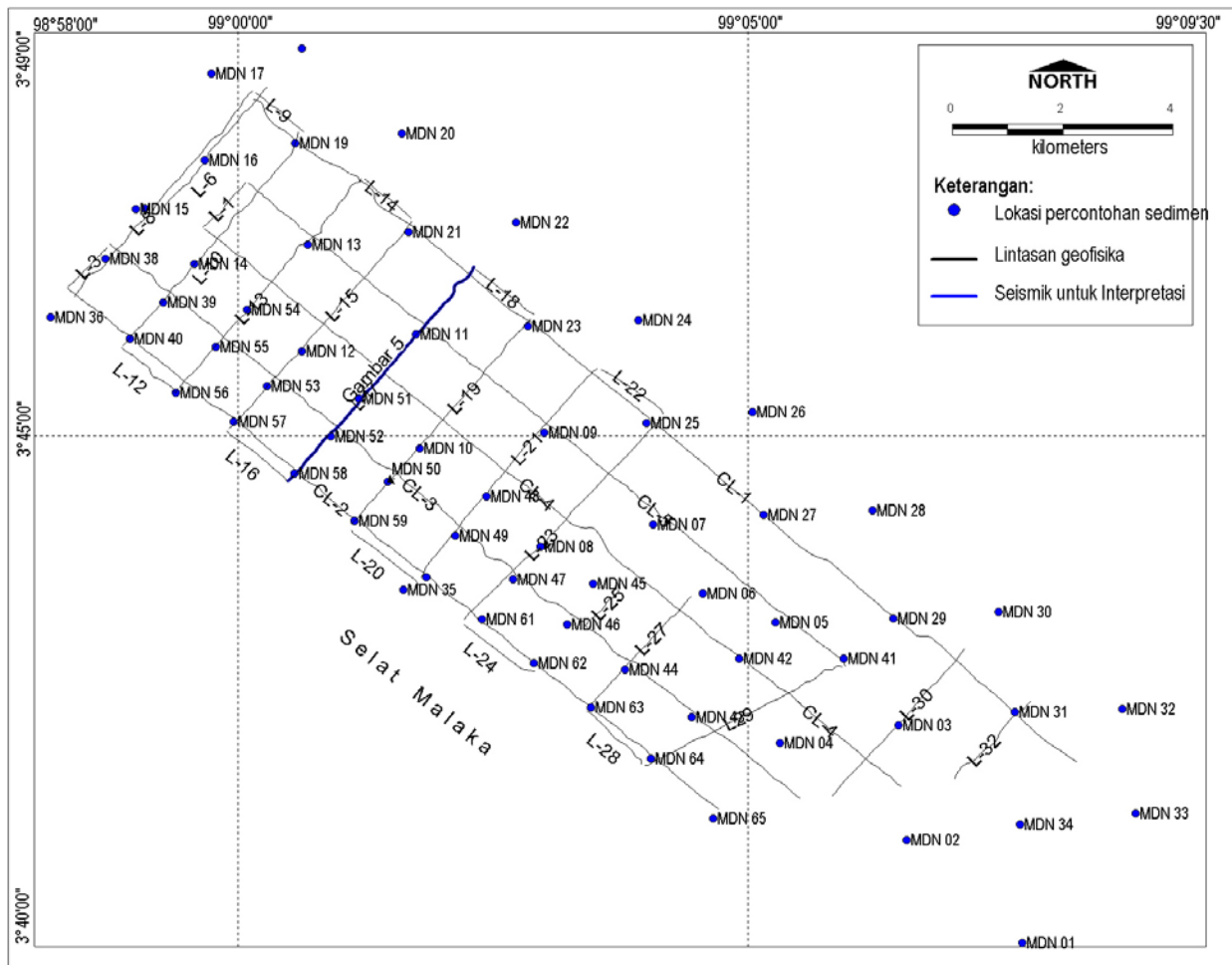
kembali, sepanjang kegiatan eksploitasi dilakukan secara bertahap.

Menurut Cobing (1992), daerah penelitian termasuk dalam jalur barat (*western province*) granit Asia Tenggara yang berumur Karbon, Perm dan Trias yang kaya dengan kandungan endapan kuarsa (SiO_2) dan timah (Sn). Granit ini terbentuk pada saat orogenesis Trias yang mengangkat batuan granit ke permukaan sebagai satu rangkaian pulau-pulau timah yang membujur dari daratan Thailand – Malaysia hingga Bangka – Belitung. Jalur endapan kuarsa dan timah ini dikenal sebagai *Tin Belt of SE Asia* (jalur timah Asia Tenggara).

Batuan granit yang mendasari perairan Sumatera Utara ini juga merupakan kesatuan batuan granit yang terdapat di Peninsula Malaysia yang melampar hingga ke Selat Malaka sebagai jalur granit utama (*main belt*) Asia Tenggara (Hall, 1996). Di Sumatera Utara, batuan granit ini termasuk dalam komplek granitoid Sibolga dengan kandungan SiO_2 berkisar antara 64,86 – 75,68% (Subandrio et al., 2007). Ciri-ciri batuan beku granit ini adalah: berwarna abu-abu kemerahan hingga kehijauan, berbutir kasar dengan komposisi mineral kuarsa, ortoklas, feldspar, hornblende dan biotit. Mineral utama umumnya adalah bertekstur primer dan membentuk suatu pluton batholit bertipe asam yang tersingkap dengan baik di daerah pantai. Batuan granit di perairan Sumatera Utara merupakan Granit Tipe I yang dicirikan oleh kandungan SiO_2 lebih besar dari 66% (Cobing, 1992).

Pengaruh jalur granit ini ditunjukkan oleh sedimen rombakan yang melampar di perairan daerah penelitian dan sekitarnya merupakan sedimen dengan butiran yang didominasi oleh mineral kuarsa. Sedangkan adanya kandungan pecahan batuan beku (*lithic*) dan mineral ilmenit dan magnetit (pasir besi) menunjukkan sedimen di daerah penelitian berasal dari darat.

Faktor lainnya yang mempengaruhi keterdapatan dan distribusi sedimen di perairan Selat Malaka adalah pengaruh arus dengan arah baratlaut – tenggara. Pengaruh arus yang demikian ditunjukkan oleh bentuk gosong-gosong sedimen yang membulat memanjang dengan arah yang relatif sama dengan arah arus yaitu baratlaut – tenggara.



Gambar 3. Peta lokasi pengambilan contoh sedimen dan lintasan geofisika (seismik dan pemeruman) (Usman dkk., 2007).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dipergunakan adalah percontohan sedimen dasar laut dan seismik (Gambar 3). Analisis laboratorium yang dilakukan adalah analisis besar butir (*grain size*), kimia dan fotomikro.

Analisis Besar Butir

Analisis besar butir (*grain size analysis*) dilakukan dengan memisahkan berat asal 100 gram (tanpa cangkang). Pemisahan butir dilakukan mulai dari fraksi -2.0 phi hingga 4.0 phi, dan 4.0 phi hingga 8.0 phi setelah melalui proses pengeringan.

Data tersebut kemudian diolah pada komputer dengan menggunakan program *Sel*, *Kum* dan *Kummod* untuk mendapatkan beberapa parameter, antara lain: X (phi), sortasi, *skewness*, *kurtosis* serta komposisi kerikil, pasir, lanau dan lempung (lumpur). Klasifikasi sedimen disusun berdasarkan Folk (1980)

dengan memperhatikan parameter persentase dari kandungan butiran yang terdapat tiap 100 gram sedimen.

Analisis Kimia dan Fotomikro

Analisis kuarsa dan mineral berat dilakukan secara megaskopis dan mikroskopis. Analisis ini dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan butiran kuarsa. Selanjutnya dilakukan analisis kimia di laboratorium secara *Atomic Absorption Spectrometry* (AAS). Analisis lainnya adalah analisis fotomikro dengan perbesaran 200 x. Hasil analisis tersebut diharapkan diperoleh kandungan kuarsa dan mineral berat sebagai penyusun utama butiran sedimen daerah penelitian.

Seismik Pantul

Untuk mendapatkan data mengenai ketebalan dan sebaran sedimen di bawah permukaan laut dipergunakan metoda seismik

pantul (*reflection seismic*). Penafsiran data seismik pantul menggunakan prinsip-prinsip Seismik Stratigrafi, yaitu pengenalan terhadap ciri-ciri reflektor batas atas, batas bawah dan bagian dalam (*internal reflector*) setiap unit seismik. Umumnya ciri-ciri reflektor seismik mengacu pada Sangree and Wiedmeyer (1979), Sherif (1980) dan Ringis (1993). Selanjutnya pengenalan dan penamaan ciri-ciri reflektor seismik mengacu pada ciri-ciri reflektor yang menggambarkan perbedaan karakter pantulan setiap lapisan batuan atau sedimen yang dilalui oleh gelombang.

Proses Pengendapan berdasarkan Visser (1965 dan 1969).

Proses pengendapan berdasarkan Visser (1965) merupakan metode untuk mengetahui suatu rezim yang menggerakkan butiran sedimen berdasarkan besar butir dan persentase frekuensi setiap besaran butir. Berdasarkan proses tersebut dapat diketahui rezim

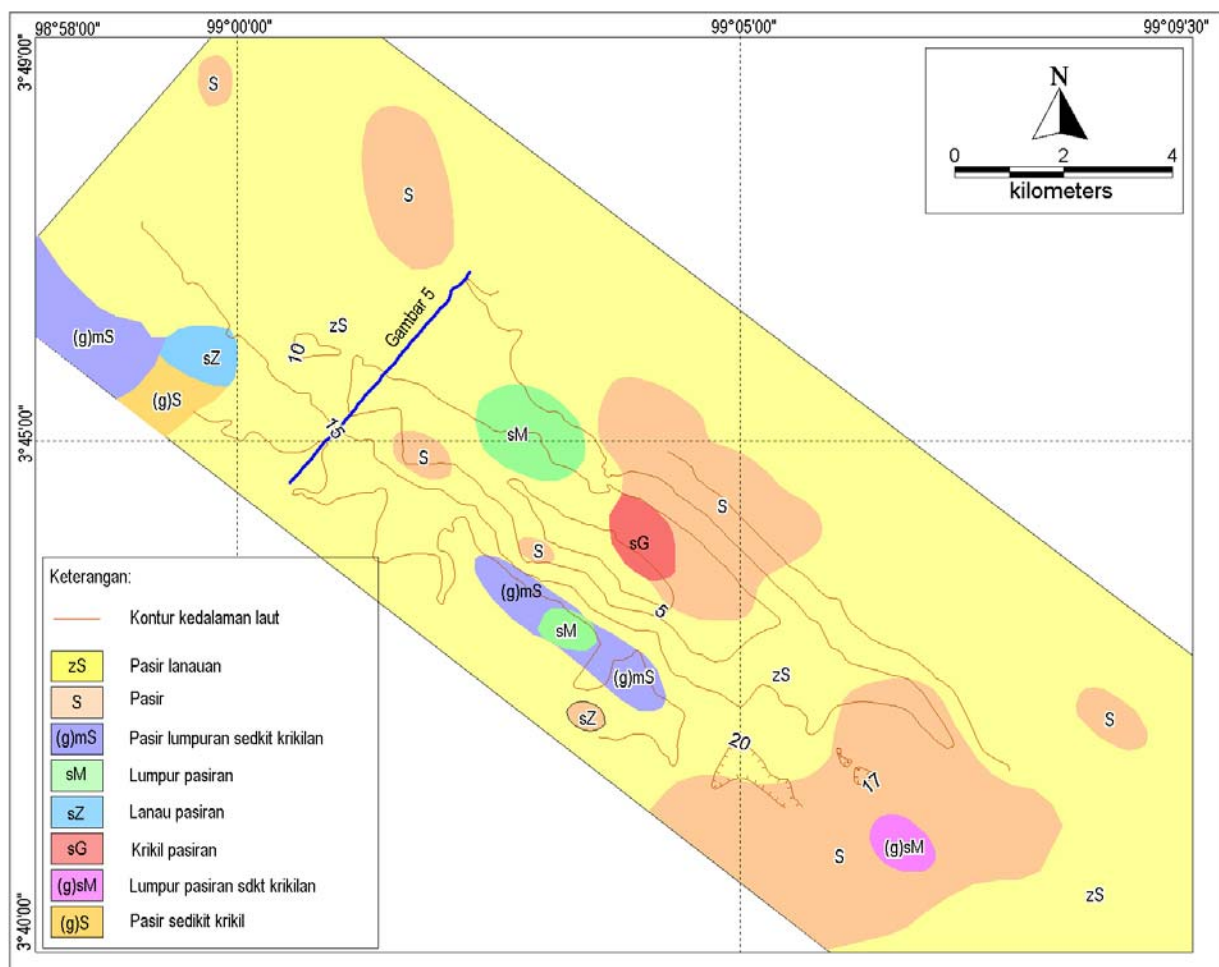
pengendapan yang membentuk *river sand* (pasir sungai) dan *beach sand* (pasir pantai). Sedangkan berdasarkan Visser (1969) merupakan metoda untuk mengetahui pola distribusi pengendapan yang dikelompokkan dalam suatu jenis populasi *rolling and sliding* (gulungan dan dorongan), *saltation* (saltasi) dan *suspension* (melayang).

HASIL PENELITIAN

Sedimen Permukaan Dasar Laut

Hasil analisis Besar Butir (Folk, 1980), di daerah penelitian diperoleh 8 jenis satuan tekstur sedimen dasar laut, yaitu: pasir lanauan (zS), pasir (S), pasir lumpuran sedikit krikilan (g)mS, lumpur pasir (sM), lanau pasir (sZ), krikil pasir (sG), lumpur pasir sedikit krikil (g)sM dan pasir sedikit krikil (g)S (Gambar 4).

Hasil analisis besar butir memperlihatkan bahwa sedimen permukaan dasar laut di daerah penelitian yang berjumlah 8 satuan sebagian



Gambar 4. Peta sebaran sedimen permukaan dasar laut perairan Kualanamu, Sumatera Utara (Usman dkk., 2007).

besar adalah satuan pasir lanauan. Pasir lanauan ini terdapat pada 37 percontoh atau sekitar 57% dari 65 percontoh yang diperoleh.

Komposisi butiran pada satuan sedimen dasar laut berdasarkan hasil analisis besar butir yang terdiri dari kerikil, pasir, lanau dan lempung diperoleh kandungan rata-rata butiran kerikil adalah 0,243%, pasir 74,89%, lanau 19,19% dan lempung 5,11%. Hasil deskripsi memperlihatkan bahwa butiran yang didominasi oleh kuarsa dan mineral berat adalah menyudut tanggung (*sub-angular*) hingga menyudut (*angular*), berwarna putih keabu-abuan dan bersifat lepas.

Hasil Analisis Kimia

Analisis unsur utama (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O dan TiO_2) dilakukan untuk mendapatkan data oksida utama penyusun batuan serta untuk mengetahui batuan sumber sedimen dasar laut (Tabel 1).

Analisis ini dilakukan pada semua jenis sedimen mulai ukuran pasir halus hingga pasir sangat kasar, sehingga diperoleh gambaran

sesungguhnya kandungan dan penyebaran oksida SiO_2 yang kemungkinan merupakan kuarsa dalam sedimen dasar laut di daerah penelitian. Mineral kuarsa (SiO_2) mempunyai kandungan berkisar antara 66,73 - 74,21% dengan kandungan rata-rata 69,88%.

Selanjutnya untuk memperoleh gambaran tentang butiran yang terdapat dalam sedimen dasar laut dilakukan analisis fotomikro. Percontoh yang dipilih untuk analisis fotomikro adalah sedimen yang mengandung butiran (lanau - pasir kasar). Hasil analisis tersebut yang bernilai lebih ekonomis bila dibandingkan dengan nilai pasir laut memperlihatkan kenampakan butiran yang dominan, yaitu: kuarsa, mineral berat (magnetit, ilmenit, hematit dan limonit), cangkang foram dan tanpa batu apung (Foto 1).

Secara umum memperlihatkan kuarsa hadir bersama-sama dengan mineral berat dan fragmen cangkang foram sebagai penyerta. Hasil analisis fotomikro memperlihatkan komposisi utama adalah butiran kuarsa sekitar 85%,

Tabel 1. Hasil analisis kimia 17 contoh sedimen terpilih di perairan Kualanamu, Sumatera Utara.

No	Contoh	Komposisi Kimia Unsur (%)										
		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	TiO_2	P_2O_5	LOI	
1	MDN-2	71,57	7,44	4,76	7,19	2,31	0,75	0,27	0,33	0,034	5,44	
2	MDN-4	69,19	6,76	6,74	4,54	2,56	1,16	2,47	0,69	0,032	5,72	
3	MDN-6	71,7	6,56	6,89	5,24	1,34	0,67	1,61	0,65	0,032	5,37	
4	MDN-7	71,47	5,56	5,62	4,93	2,67	0,75	2,28	0,58	0,057	4,18	
5	MDN-10	69,53	5,79	7,92	6,73	2,38	1,19	0,58	0,69	0,092	4,69	
6	MDN-16	71,37	4,86	5,94	4,56	2,72	0,98	2,73	0,67	0,064	5,37	
7	MDN-17	67,44	8,35	6,33	8,37	2,57	1,16	1,76	0,18	0,014	4,54	
8	MDN-20	68,77	7,53	6,54	5,93	1,36	2,86	0,64	0,43	0,076	5,77	
9	MDN-24	71,24	4,25	6,64	5,26	3,38	0,67	1,59	0,76	0,089	5,57	
10	MDN-25	73,4	7,49	5,9	4,81	1,36	1,34	0,94	0,32	0,056	4,56	
11	MDN-30	67,56	8,81	5,51	5,97	3,52	1,16	2,07	0,75	0,037	4,55	
12	MDN-34	69,51	6,75	6,74	5,67	2,94	1,76	1,89	0,29	0,074	4,48	
13	MDN-35	66,87	9,63	5,64	5,76	3,22	1,68	2,03	0,43	0,047	4,77	
14	MDN-44	69,19	6,76	6,74	4,54	2,56	1,16	2,47	0,69	0,032	5,72	
15	MDN-46	68,27	6,58	6,03	6,06	3,98	0,674	0,78	0,27	0,063	5,36	
16	MDN-63	74,21	5,74	5,35	4,24	2,29	1,68	0,89	0,47	0,085	4,63	
17	MDN-65	66,73	6,73	7,17	4,77	3,45	1,85	2,88	0,57	0,056	5,75	
Keterangan: Contoh di analisis dari bahan kering (105^0C - 10^0C)												



Foto 1. Fotomikro sedimen pasir menunjukkan kuarsa, magnetit, hematit, ilmenit, limonit dan cangkang foram pada lokasi percontoh MDN-35.

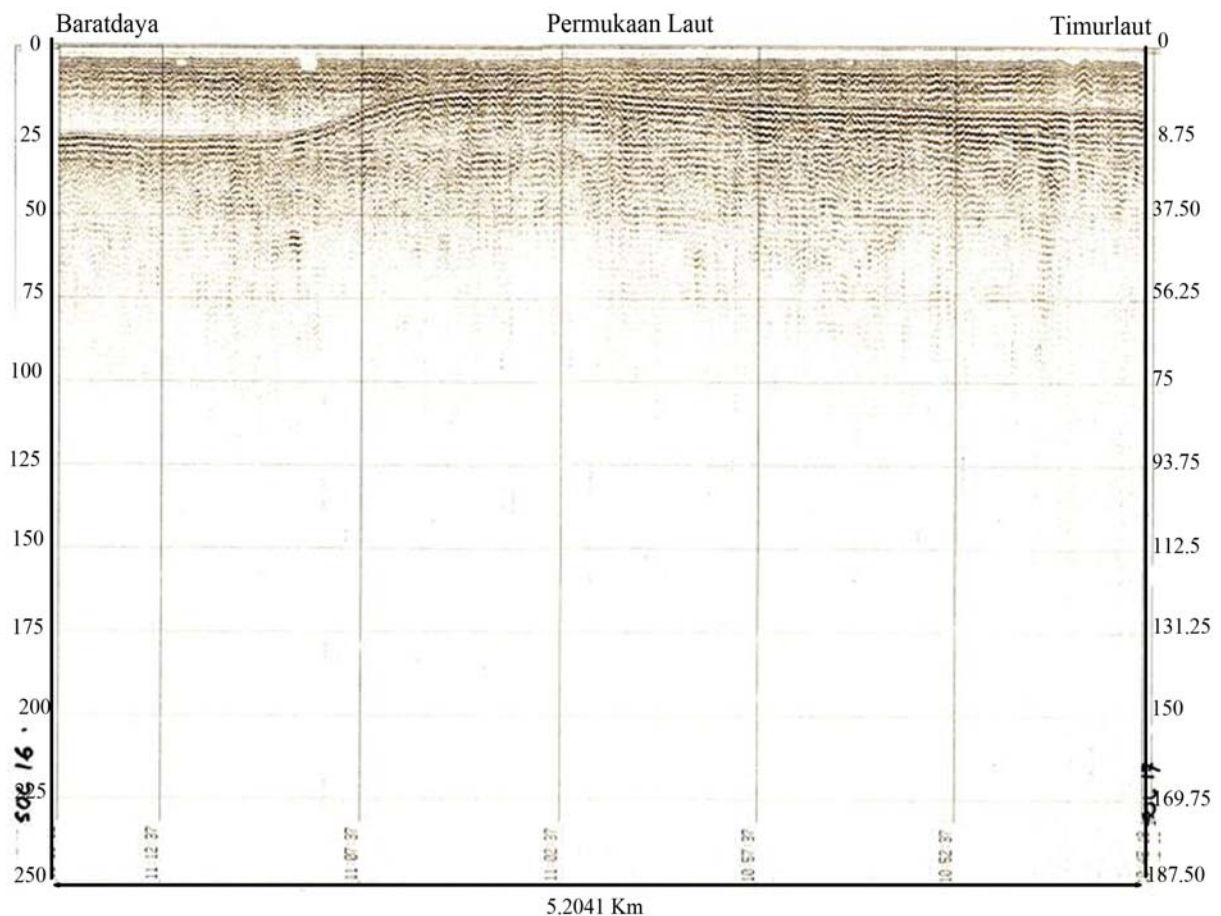
mineral berat (magnetit, ilmenit, hematit dan limonit) sekitar 10% dan cangkang foram dalam keadaan utuh sekitar 5%.

Ketebalan Sedimen Permukaan

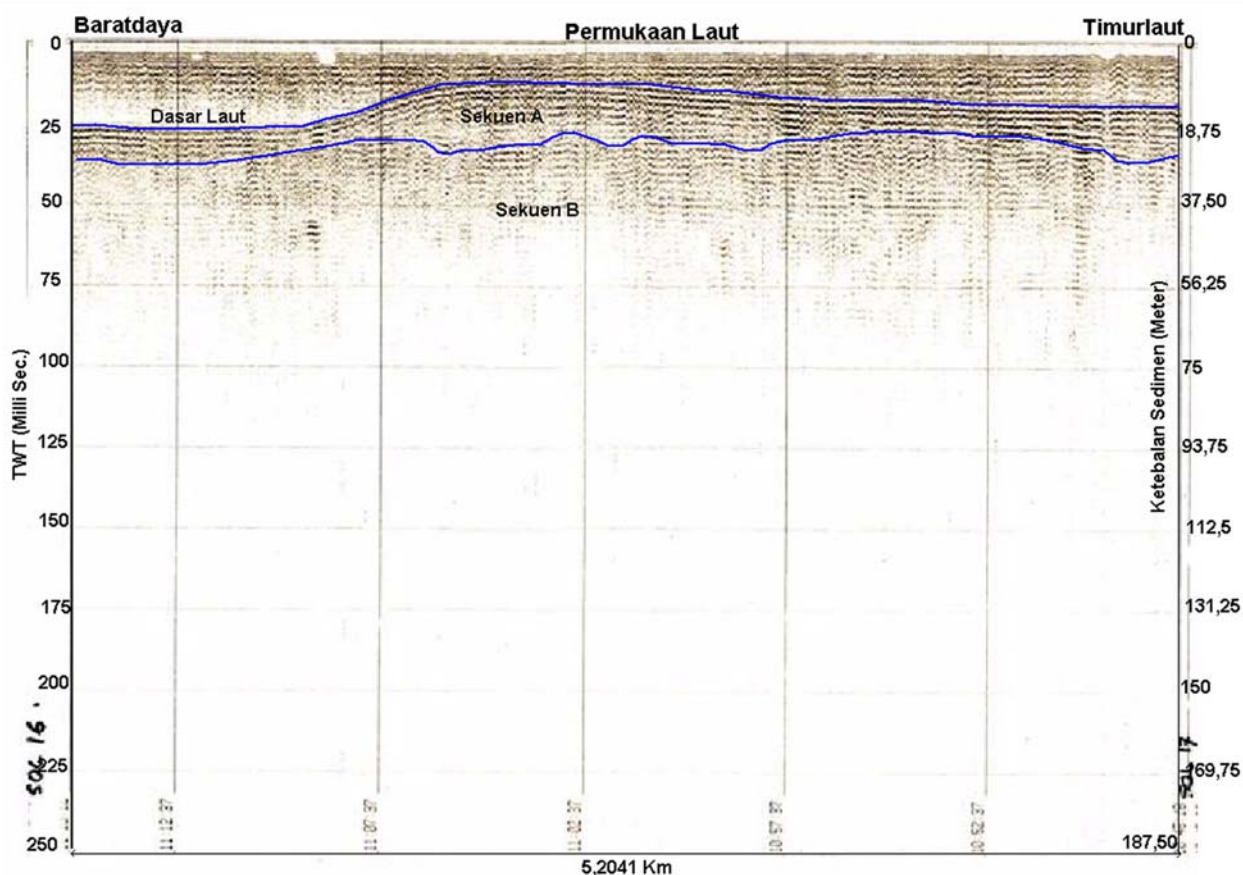
Dari hasil interpretasi rekaman seismik pantul secara garis besar di daerah penelitian dapat dibagi menjadi 2 (dua) sekuen yaitu: Sekuen A (sedimen kuarter) dan Sekuen B (*acoustic basement*) sebagai batuan dasar akustik. Antara Sekuen A dan Sekuen B dipisahkan oleh bidang ketidakselarasan atau pemat erosi (*erosional truncation*) (Gambar 5a dan b)

Sekuen A terletak di bagian atas yang dicirikan oleh bentuk reflektor *concordance* (selaras) dan bagian bawah terlipat, bergelombang terputus-putus (*wavy*) dan perlapisan terputus-putus (*hummocky*).

Berdasarkan pengenalan ciri-ciri reflektor tersebut dan dikorelasikan dengan geologi regional dan hasil percontohan sedimen berupa



Gambar 5a. Profil seismik pantul Lintasan 17 berarah baratdaya – timurlaut (Usman dkk., 2007).



Gambar 5b. Hasil interpretasi rekaman seismik pantul Lintasan 17 berarah baratdaya - timurlaut yang memperlihatkan dua sekuen sedimen (Sekuen A dan Sekuen B) (Usman dkk., 2007).

sedimen lanau hingga krikil, maka dapat diinterpretasikan bahwa Sekuen A merupakan batuan sedimen Kuartar. Sedimen Sekuen A ini diperkirakan berukuran lanau, pasir dan kerikil, bersifat lepas dan didominasi oleh mineral kuarsa dan sedikit mineral hitam. Pada penampang seismik ditandai oleh bentuk reflektor yang sejajar, sedikit terlipat dan kadang-kadang bersifat bebas pantul.

Sekuen B merupakan *acoustic basement* yang diinterpretasikan sebagai batuan alas akustik, dapat dilihat dari beberapa penampang seismik di daerah penelitian. Salah satu di antaranya adalah penampang seismik lintasan L-17 yang berarah baratdaya - timurlaut.

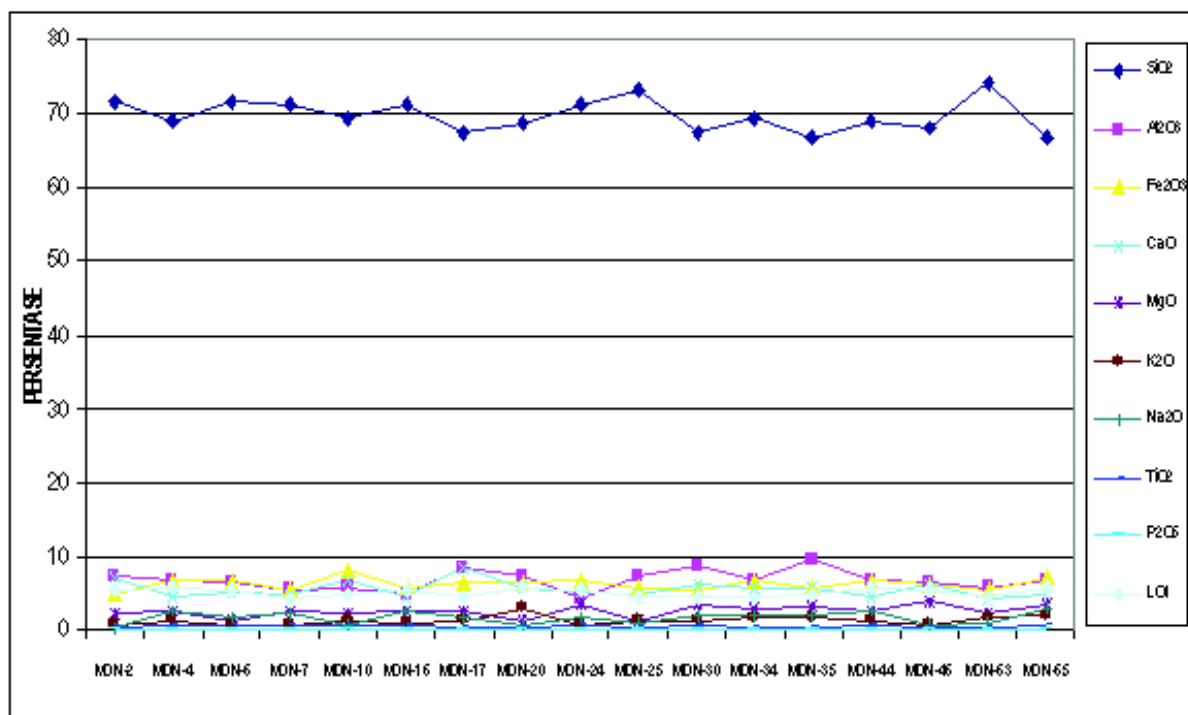
Ketebalan sedimen Sekuen A berkisar antara 7 – 15 meter dihitung berdasarkan kecepatan rambat gelombang dalam sedimen (V_{sedimen}) 1600 m/det (Hubral and Krey, 1980). Makin menebal ke arah bagian tengah daerah penelitian yang membentuk punggungan dengan ketebalan hampir 20 meter. Ketebalan

tersebut ditemukan hampir semua lintasan yang berarah timurlaut - baratdaya.

DISKUSI

Kecenderungan Kandungan SiO_2 dan Oksida

Hasil analisis kimia menunjukkan kandungan unsur SiO_2 mempunyai kecenderungan kandungan yang sama pada 17 contoh sedimen terpilih. Kandungnya berkisar antara 66,73 - 74,21% dengan kandungan rata-rata sebesar 69,88%. Kisaran kandungan tersebut hampir sama dengan kisaran kandungan SiO_2 pada batuan granit di Sumatera Utara, dengan kisaran antara 64,86 – 75,68% (Subandrio et al., 2007), dan termasuk dalam batuan beku asam karena lebih besar dari 63% (Peccerillo and Taylor, 1976). Kandungan SiO_2 terbesar terdapat pada lokasi percontoh MDN-63 sebesar 74,21% dan terkecil pada lokasi percontoh MDN-65 sebesar 66,73% dengan



Gambar 6. Grafik kecenderungan kandungan SiO₂ dan unsur/oksida Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO, K₂O, Na₂O dan TiO₂ lainnya dalam 17 contoh sedimen terpilih.

kandungan rata-rata sebesar 69,88% (Gambar 6).

Sedangkan adanya kandungan pecahan batuan beku (*lithic*) dan mineral ilmenit dan magnetit (pasir besi) menunjukkan sedimen di daerah penelitian kemungkinan berasal dari vulkanik yang terdapat darat. Kandungan pecahan batuan beku dan mineral ilmenit dan magnetit (pasir besi) tersebut hampir ditemukan pada semua mikrofotografi yang dianalisis.

Secara fisik, butiran penyusun sedimen sebagai endapan pasir laut di daerah penelitian berwarna putih keabu-abuan (pada fotomikro terlihat bening), mengandung cangkang dan bentuk butiran menyudut tanggung (*sub-angular*) hingga menyudut (*angular*). Kondisi fisik yang demikian merupakan indikasi, bahwa butiran berasal tidak jauh dari sumber. Sumber butiran kuarsa bisa berasal dari batuan granit atau dari batuan sedimen dari darat yang banyak mengandung mineral kuarsa seperti Formasi Bahorok, Formasi Kluet, Formasi Alas, Formasi Baong, Formasi Seureula, Formasi Bampo dan sedimen Kuartir. Pengaruh jalur granit sebagai batuan sumber ini ditunjukkan oleh sedimen dengan butiran kuarsa dan kandungan SiO₂ yang relatif sama dengan batuan granit di darat (Cobing, 1992; Subandrio et.al., 2007). Bukti

sedimen asal darat ditunjukkan pula kandungan litik dan mineral berat pada foto mikrofotografi. Hal ini membuktikan bahwa pembentukan gosong pasir di daerah penelitian dibentuk oleh sedimen asal laut dan asal darat.

Selanjutnya, berdasarkan interpretasi penampang seismik antara batuan dasar sebagai batuan alas dengan sedimen Kuartir (Sekuen A) di bagian atas dipisahkan oleh suatu bidang patah erosi (*erosional truncation*). Bidang tersebut mengalasi sekuen sedimen yang dibedakan dari perbedaan ciri-ciri reflektor. Secara umum bagian atas dari Sekuen A berbutir sedang – kasar, mengisi cekungan atau lembah bawah permukaan (*channel fill*) membentuk endapan fluvial dengan dominasi berbutir kasar (*coarse fluvial deposits*) berasal dari erosi bagian permukaan dari batuan alas (Ringis, 1992; Yoo and Park, 2000).

Hasil interpretasi ini menunjukkan adanya akumulasi sedimen yang cukup tebal membentuk punggungan di bagian tengah daerah penelitian. Pada bagian punggungan tersebut, pada Sekuen B yang merupakan *acoustic basement* masih memperlihatkan adanya bidang perlapisan, namun bidang perlapisan tersebut sulit ditarik batas yang jelas mengingat makin ke arah bawah makin bebas pantul (*free*

reflector). Bebas pantul tersebut disebabkan beberapa faktor antara lain, gelombang seismik melewati sedimen belum padu sehingga gelombang tidak dipantulkan dengan baik serta adanya kemungkinan gelombang melewati batuan yang keras (granit) sehingga gelombang tidak dapat dipantulkan dengan sempurna.

Secara umum ciri-ciri reflektor pada penampang L-17 mempunyai kesamaan dengan ciri-ciri penampang yang menggambarkan sedimen Kuartar di bagian atas dan batuan alas (*bedrock*) di bagian bawah sebagaimana yang dikemukakan oleh Ringis (1993).

Proses Pengendapan dan Pembentukan Gosong Pasir

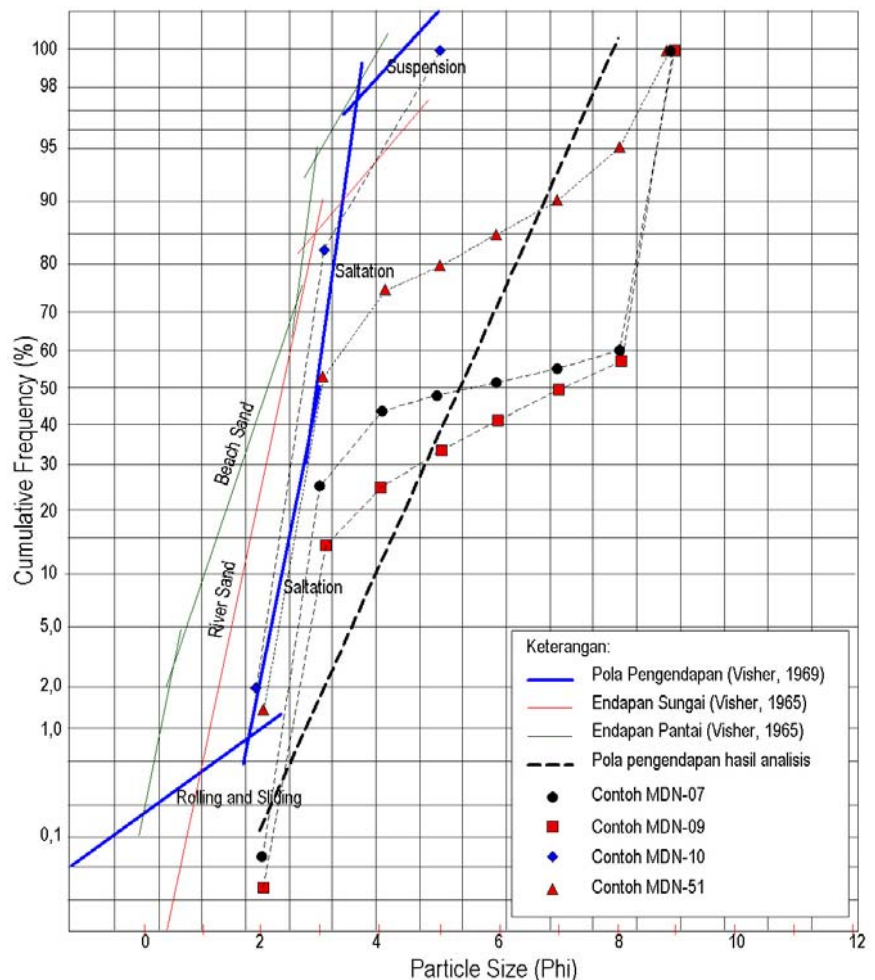
Kehadiran gosong pasir (Gosong Bunga) di lepas pantai daerah penelitian menarik untuk dipelajari lebih lanjut, karena keberadaan gosong pasir tersebut berdasarkan ciri-ciri fisik memiliki karakteristik pengendapan tersendiri. Di samping itu, jarak antara pantai dan gosong pasir tersebut sekitar 15 km dari garis pantai Kualanamu (lihat Gambar 1), sehingga proses transportasi sedimen dari darat ke arah gosong tersebut perlu diketahui.

Hasil analisis hubungan antara besar butir (Phi) dan persentase komulatif butiran pada empat contoh sedimen terpilih (MDN-07, MDN-09, MDN-10 dan MDN-51) yang diambil di perairan Gosong Bunga memperlihatkan pola dan proses pengendapan sedimen yang cenderung membentuk pola gabungan antara saltasi, *rolling* (gulungan) dan *sliding* (dorongan) serta suspensi, dan secara umum berdasarkan Visser (1969) membentuk pola saltasi (Gambar 7).

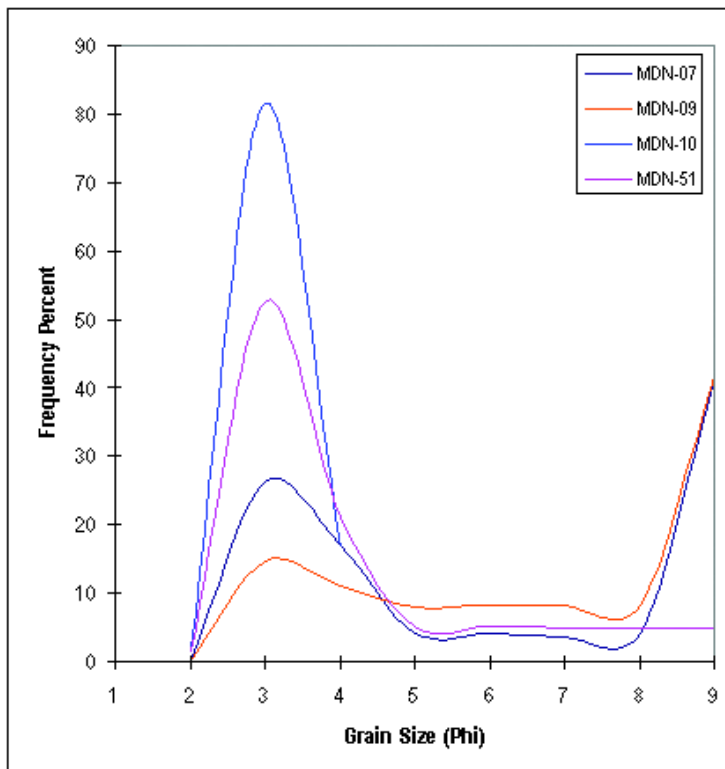
Pola saltasi tersebut terjadi pada ukuran butir antara 2 – 4 phi, pola *rolling*

dan *sliding* terjadi pada ukuran butir antara 4 – 8 phi, serta pola suspensi terjadi pada ukuran butir di atas 8 phi. Adanya proses gabungan dan pola saltasi yang dominan tersebut disebabkan oleh kondisi perairan yang dinamis dan berarus kuat; ditunjukkan oleh kemampuan arus di dasar laut dalam menggerakkan sedimen dengan pola tersebut.

Berdasarkan hubungan antara besar butir (Phi) dan persentase komulatif butiran memperlihatkan adanya rezim arus yang berperan dalam pengendapan sedimen di perairan Gosong Bunga. Hasil analisis tersebut sebagaimana Visser (1965), diperoleh dua rezim arus yang berperan, yaitu: rezim arus laut yang membentuk endapan pantai (*beach sand*) dan rezim arus sungai yang membentuk endapan sungai (*river sand*). Rezim arus laut yang membentuk endapan pantai (*beach sand*) pada



Gambar 7. Analisis pola pengendapan 4 contoh terpilih di lokasi Gosong Bunga, Perairan Kualanamu berdasarkan Visser (1965 dan 1969).



Gambar 8. Hubungan besar butir dan persentase jumlah butiran yang menunjukkan besar butir yang mendominasi proses pengendapan (Friedman and Sanders, 1978 in Friedman and Johnson, 1982).

kurva Visher (1965) ditunjukkan oleh pola yang bervariasi dan rezim arus sungai ditunjukkan oleh pola yang lebih sederhana. Hasil analisis empat contoh terpilih diperoleh bentuk kurva yang bervariasi pada contoh MDN-07, MDN-09 dan MDN-10, cenderung merupakan endapan pantai dan contoh MDN-51 cenderung merupakan pola endapan sungai. Kehadiran MDN-51 yang membentuk pola endapan sungai menjadi menarik untuk dipelajari lebih lanjut mengingat posisinya saat ini berada di laut, sehingga perlu dipelajari lebih lanjut hubungannya dengan sistem aliran sungai purba.

Selanjutnya berdasarkan hubungan antara besar butir dan persentase frekuensi butiran yang menunjukkan adanya besar butir tertentu yang mendominasi proses pengendapan (Friedman and Sanders, 1978 in Friedman and Johnson, 1982). Hasil kurva tersebut diperoleh ukuran butir yang paling berpengaruh dalam proses pengendapan dan pembentuk Gosong Bunga adalah ukuran butir antara 2 – 4 phi (*medium sand – very fine sand*) pada MDN-10 dan MDN-51 berkisar antara 50 – 80%, ukuran

butir antara 4 – 8 phi (*very coarse silt – fine silt*) dalam jumlah yang hampir sama yaitu rata-rata 20% dan pada MDN-07 dan MDN-09 ukuran butir di atas 8 phi (*very silt – clay*) (Gambar 8). Adanya butiran yang berukuran antara 2 - 4 phi (ukuran halus - sedang) sebagai butiran yang dominan di daerah Gosong Bunga yang membentuk morfologi berarah baratlaut – tenggara sejajar dengan arus regional di Selat Malaka, yaitu baratlaut – tenggara (Wyrтки, 1961) dapat membuktikan adanya arus yang kuat dalam menggerakkan sedimen dari darat ke laut membentuk suatu gosong.

Secara umum berdasarkan ke dua kurva di atas, pola pengendapan sedimen di daerah penelitian terutama di perairan Gosong Bunga dipengaruhi oleh rezim arus sungai dan arus pantai. Rezim arus sungai dapat menjadi petunjuk tentang asal sedimen dari daratan P. Sumatera melalui beberapa sungai yang mengalir ke arah laut. Selanjutnya pada saat mencapai laut dan membentuk gosong pasir terjadi perubahan rezim menjadi rezim arus laut membentuk endapan pantai dengan arus dominan yang berperan adalah baratlaut-tenggara (Wyrтки, 1961) yang ditunjukkan oleh bentuk morfologi Gosong Bunga yang berarah baratlaut-tenggara.

KESIMPULAN

Hasil analisis di atas menunjukkan sebagian besar sedimen dalam bentuk butiran (fragmen halus – kasar). Hasil analisis fotomikro memperlihatkan komposisi utama butiran adalah kuarsa sekitar 85%, mineral berat (magnetit, ilmenit, hematit dan limonit) sekitar 10% dan cangkang foraminifera dalam keadaan utuh sekitar 5%.

Selanjutnya analisis kimia yang menunjukkan persentase kandungan SiO_2 berkisar antara 66,73 - 74,21% dan kandungan SiO_2 rata-rata sebesar 69,88%. Hasil interpretasi seismik menunjukkan batuan granit sebagai dasar dari sedimen di daerah penelitian, serta

kandungan litik dan mineral berat menunjukkan sedimen di daerah penelitian berasal dari darat. Kondisi ini diperkuat dengan analisis pola pengendapan yang dipengaruhi oleh rezim arus sungai, sehingga dapat menjadi petunjuk tentang asal sedimen dari daratan P. Sumatera melalui aliran sungai. Di laut membentuk gosong pasir dan terjadi perubahan rezim menjadi rezim arus laut membentuk endapan pantai.

Pola pengendapan sedimen di daerah penelitian berdasarkan hubungan antara besar butir dan persentase jumlah/frekuensi butiran terutama di perairan Gosong Bunga; dipengaruhi oleh rezim arus sungai dan arus pantai. Adanya dua rezim arus tersebut dapat menjadi petunjuk tentang asal sedimen dari daratan P. Sumatera. Adanya pola arus pantai yang ditunjukkan oleh adanya endapan pantai yang mendominasi proses pengendapan sedimen di Gosong Bunga dapat menjadi petunjuk tentang adanya pantai purba. Kedua rezim arus tersebut terbentuk oleh arus yang kuat ditunjukkan oleh pola gabungan antara saltasi, *rolling* (gulungan) dan *sliding* (dorongan) serta suspensi, dan secara umum membentuk pola saltasi.

Hasil interpretasi rekaman seismik menunjukkan ketebalan sedimen berkisar antara antara 7 – 15 meter, dan di bagian tengah yang membentuk punggung Gosong Bunga mencapai ketebalan 20 meter.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan Ir. Subaktian Lubis, M.Sc. atas izin untuk melakukan penelitian di perairan Kualanamu, Sumatera Utara. Ucapan terima kasih disampaikan kepada I.G. Suratha, atas diskusi dan masukannya. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada anggota tim Kualanamu, Sumatera Utara, yaitu: A. Setyanto, T. Naibaho dan A. Ibrahim serta rekan-rekan teknisi atas kerjasamanya.

DAFTAR PUSTAKA

Cameron, N.R., Aspden, J.A., Bridge D.McD., Djunuddin, A., Ghazali, S.A., Harahap, H., Hariwidjaya, Johari, S, Kartawa, S., Keats, W., Ngabito, H., Rock, N.M.S. and Whandoyo, R., 1982, *The Geology of The Medan Quadrangle, Sumatera*. Pusat

Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Cobing, E.J., 1992, *The Granite of the South-East Asian Tin Belt*. British Geological Survey, London.

Folk, R.L., 1980, *Petrology of Sedimentary Rocks*. Hamphill Publishing Company Austin, Texas: 170 pp.

Friedman, G.M. and Johnson, K.G., 1982, *Exercises in Sedimentology*, John Wiley & Sons Inc, New York: 208 pp

Hall, R., 1996, Reconstructing Cenozoic SE Asia, in Hall R and Blundel D.J. (eds). *Tectonic Evolution of Southeast Asia, Geol. Soc. Publ.*, 106: p.153-184.

Hubral, P. and Krey, T., 1980, *Interval Velocities from Seismic Reflection Time Measurements*, Western Geophysical Company, Texas USA: 203 pp.

Karig, D.E., Lawrence, M.B., Moore, G.F. and Hehanusa, P.E., 1980, Structure and Cenozoic evolution of the Sunda Arc, In the Central Sumatra Region, *CCOP Tech. Bull.* 10 (1): p.5-17.

Peccerillo, A. and Taylor, S.R., 1976, Geochemistry of Eocene Calc-alkaline Volcanic Rocks from the Kastamonu Area, Northern Turkey, *Contrib. Mineral Petrol* 58: p.63-81.

Ringis, J., 1993, Deposit Models for Detrital Heavy Minerals on East Asian Shelf Areas and the Use of High Resolution Seismic Profiling Techniques in Their Exploration. *CCOP Publication*, XXX (2): 30 pp.

Sangree, J.B. and Wiedmeyer, J.M., 1979. Interpretation Facies from Seismic Data. *Geophysic* 44, N.2: 131 pp.

Sherif, R.E., 1980, *Seismic Stratigraphy*. International Human Resources Development Corporation, Boston: 222 pp.

Subandrio, A.S., Gatzweiler, R. and Friedrich G., 2007, Relationship Between Magnetite-Ilmenite Series and Porphyry Copper Tin Metallogenic Province of Sumatra Islands with Special Aspects of Sibolga and Bangka Granitoid Complex, *Proc. Ann. Conv of IAGI* in Bali.

- Usman, E., Kusnida, D., Setyanto, A., Naibaho, T. dan Ibrahim, A., 2007, *Eksplorasi Pasir Laut Perairan Gosong Bunga, Kualanamu, Sumatera Utara*. Kerjasama Puslitbang Geologi Kelautan dan PT. Citta Trahindo Pratama Jakarta, Laporan intern: 70 hal.
- Visher, G.S., 1965, Fluvial Processes as Interpreted from Ancient and Recent Fluvial Deposits, in Friedman, G.M. and Johnson, K.G., 1982. *Exercises in Sedimentology*, John Wiley & Sons Inc, New York: 208 pp.
- Visher, G.S., 1969, Grain Size Distributions and Depositional Processes, Jour. Sedimentary Petrology, in Friedman, G.M. and Johnson, K.G., 1982, *Exercises in Sedimentology*, John Wiley & Sons Inc, New York: 208 pp.
- Wyrtki, K., 1961. Physical Oceanography of Southeast Asian Waters, *Naga Report 2*, SIO La Jolla, CA: p.1-195.
- Yoo, D.G. and Park, S.C., 2000, High Resolution Seismic Study as a Tool for Sequence Stratigraphic Evidence of High Frequency Sea Level Changes: Latest Pleistocene-Holocene Example from Korea Strait, *Journal of Sedimentary Research*, 70(2): p.296-309.