

PROSES SEDIMENTASI DASAR LAUT DI TELUK KUMAI, KALIMANTAN TENGAH, DAN HUBUNGANNYA DENGAN CEBAKAN EMAS DAN PERAK

E. Usman dan Imelda R. Silalahi

Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan
Jl. Dr. Junjungan No. 236 Bandung 40174
Telp. 022.6017887, Email: ediaru.sman@gmail.com

SARI

Hasil analisis kandungan emas dan perak dalam sedimen dasar laut di Teluk Kumai menunjukkan kandungan tertinggi terdapat pada lokasi TPL-43, TPL-44, TPL-54, TPL-74 dan TPL-75, yang berkisar antara 0,09 – 0,19 ppm emas dan 1,6 – 3,75 ppm perak. Kurva hubungan antara besar butir dan persentase kumulatif butiran sedimen mengandung emas dan perak menunjukkan proses pengendapan sedimen membentuk pola gabungan antara saltasi dan suspensi. Pola saltasi terjadi pada ukuran butir antara -1,5 phi hingga 2 phi dan pola suspensi pada ukuran butir antara 2 - 4 phi. Berdasarkan kurva hubungan besar butir dan persentase frekuensi butiran menunjukkan adanya butiran tertentu yang mendominasi proses pengendapan. Ukuran butir yang paling berpengaruh dalam proses pengendapan tersebut adalah antara 0,5 - 2,5 phi (*medium sand – very fine sand*) dengan jumlah berkisar antara 10 - 28%. Pola pengendapan sedimen di daerah penelitian dipengaruhi oleh rezim arus teluk sebagai gabungan arus laut dan arus sungai yang membentuk endapan pasir pantai. Hasil analisis di atas dapat menjadi arahan dalam kegiatan pendulangan emas dan perak di daerah penelitian, sehingga diperoleh hasil yang optimal, yaitu pada sedimen berukuran sedang sampai halus di sekitar garis pantai.

Kata kunci: sedimen, emas dan perak, proses pengendapan, ukuran butir, Teluk Kumai

ABSTRACT

Results of analysis of gold and silver contents within the sea floor sediments in the Kumai Bay show that the highest contents are at the location of TPL-43, TPL-44, TPL-54, TPL-74 and TPL-75 locations with ranging from 0,09 to 0,19 ppm for gold and 1,6 to 3,75 ppm for silver. A curve showing the relationship between grain size and percentage of grain cumulative of gold and silver bearing sediments indicates that the deposition process is a combination pattern between saltation and suspension. The saltation pattern happened at the grain size between -1,5 to 2 phi and suspension pattern 2 - 4 phi. Based on relation curve of the grain size and frequency percentage of the grains indicate the present of a certain grain dominated the depositional process. The most influenced grain size on depositional process are between 0,5 - 2,5 phi that are a medium sand to very fine sand of about 10 - 28%. The depositional pattern of the sediment in the survey area is influenced by the regime of bay current as a combination of the sea and river currents to form the coastal sand sediments. Result of the analysis can become a guidance in gold and silver mining activities in the study area in order to obtain optimal results, that is on sediments with size ranging from medium - very fine sand around the coastline area.

Keywords: sediment, gold and silver, depositional process, grain size, Kumai Bay

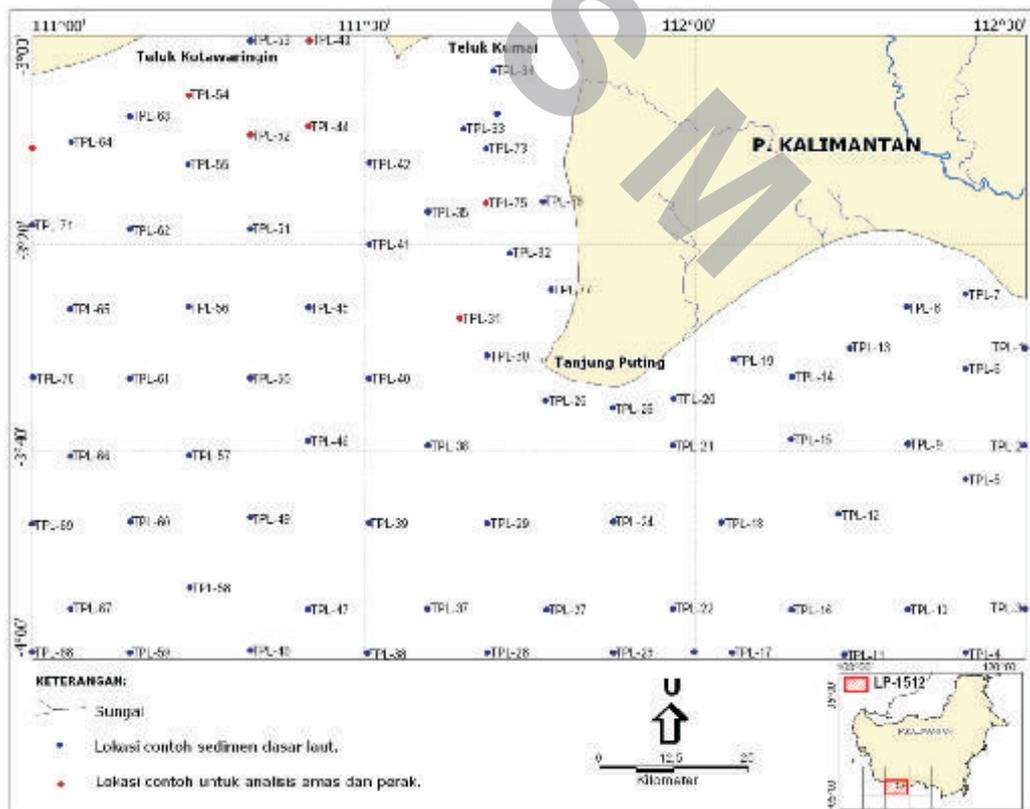
PENDAHULUAN

Daerah penelitian, termasuk kedalam Lembar Peta 1512 (LP-1512, Teluk Kumai) Provinsi Kalimantan Tengah. Secara geografis, daerah penelitian terletak pada koordinat antara 111°00' – 112°30' BT dan 03°00' – 04°00' LS (Gambar 1), dan secara administratif, termasuk dalam perairan Kabupaten Kotawaringin Timur dengan ibukota Pangkalanbun, Provinsi Kalimantan Tengah. Sebagian besar daerah penelitian merupakan wilayah laut dan sebagian adalah kawasan pantai. Bagian utara daerah penelitian merupakan dua teluk, yaitu Teluk Kotawaringin di bagian barat dan Teluk Kumai di bagian timur. Kedua teluk tersebut merupakan daerah muara dari dua sungai besar yang mengalir dari daratan Kalimantan Tengah yaitu Sungai Kotawaringin di bagian barat dan Sungai Kumai di bagian timur.

Secara regional, kedua sungai tersebut mengalir melalui batuan yang kaya akan mineral kuarsa dan pirit, seperti Formasi Kuayan, Batuan Gunung Api Karabai, Formasi Dahor, endapan rawa dan aluvium

(Hermanto drr., 1994). Oleh sebab itu, Teluk Kumai menjadi menarik untuk diteliti kandungan emas dan perak nya di dalam sedimen permukaan dasar laut. Diharapkan hasil penelitian ini akan bermanfaat bagi upaya inventarisasi mineral-mineral yang bernilai ekonomis di wilayah laut, terutama di LP-1512.

Emas dan perak primer umumnya terbentuk oleh aktivitas hidrotermal yang membentuk tubuh bijih dengan kandungan utama silika, dan jebaknya berupa urat-urat yang tersebar dalam batuan induk. Proses oksidasi dan pengaruh sirkulasi air yang terjadi pada cebakan primer menyebabkan terurainya penyusun bijih emas dan perak primer yang berakibat juga terlepas dan terdispersinya batuan tersebut membentuk endapan letakan (Van Leeuwen, 1994). Emas dan perak letakan tersebut dapat dijumpai pada tanah residu sebagai endapan koluvium, kipas aluvium, dan juga endapan fluviatil. Sebaran endapan letakan pada umumnya menempati lembah sungai yang membentuk morfologi pedataran atau undak, endapan koluvium, endapan pantai dan fluviatil hingga ke dasar sungai dan laut (Cronan, 1980).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian dan percontohan sedimen dasar laut perairan Lembar Peta 1512, Teluk Kumai, Kalimantan Tengah.

Dengan adanya kegiatan penambangan di sekitar aliran Sungai Kotawaringin dapat diperkirakan, bahwa emas dan perak sekunder tersebut membentuk endapan letakan hingga ke perairan Teluk Kumai. Proses transportasi dan sedimentasi di sepanjang aliran sungai dan muara sungai tersebut dipengaruhi oleh pola gelombang, arus sungai, dan pasang surut (Woodroffe, 1996). Interaksi ketiga faktor tersebut akan membentuk karakteristik sedimentasi dan morfologi pantai yang berbeda-beda, bergantung pada faktor dominan ketiga pola oseanografi tersebut. Menurut Komar (1998), proses pengendapan pasir di sekitar muara disebabkan oleh dominasi pengaruh gelombang yang membentuk endapan pasir mulai daerah pantai di sekitar muara hingga ke bagian tengah muara. Daerah penelitian menunjukkan dominasi sedimen pasir, baik di dasar teluk maupun di pantai, sehingga dapat ditentukan proses dominan yang mempengaruhi proses sedimentasi adalah gelombang.

Proses-proses sedimentasi bekerja di daerah muara dan penyebaran sedimen secara lateral karena hasil interaksi gelombang terhadap arus sungai dan pasang surut dengan dominasi gelombang, sehingga penyebaran sedimen berbutir kasar terjadi hanya di sekitar garis pantai pada muara kedua sungai tersebut.

GEOLOGI REGIONAL

Daerah penelitian termasuk ke dalam Peta Geologi Lembar Pangkalanbun, Kalimantan (Hermanto dr., 1994). Sedimen Tersier diendapkan di atas batuan Pratersier yang terbentuk mulai Trias Atas hingga Kapur Atas. Di bagian utara daerah penelitian terdapat Lembar Pangkalanbun, dan secara geologis seluruh batuanya dialasi oleh batuan Pratersier. Batuan Pratersier ini kemudian diterobos oleh batuan intrusi bertipe asam dari Kelompok Granit Mendahan yang kaya kuarsa dan pirit (Gambar 2).

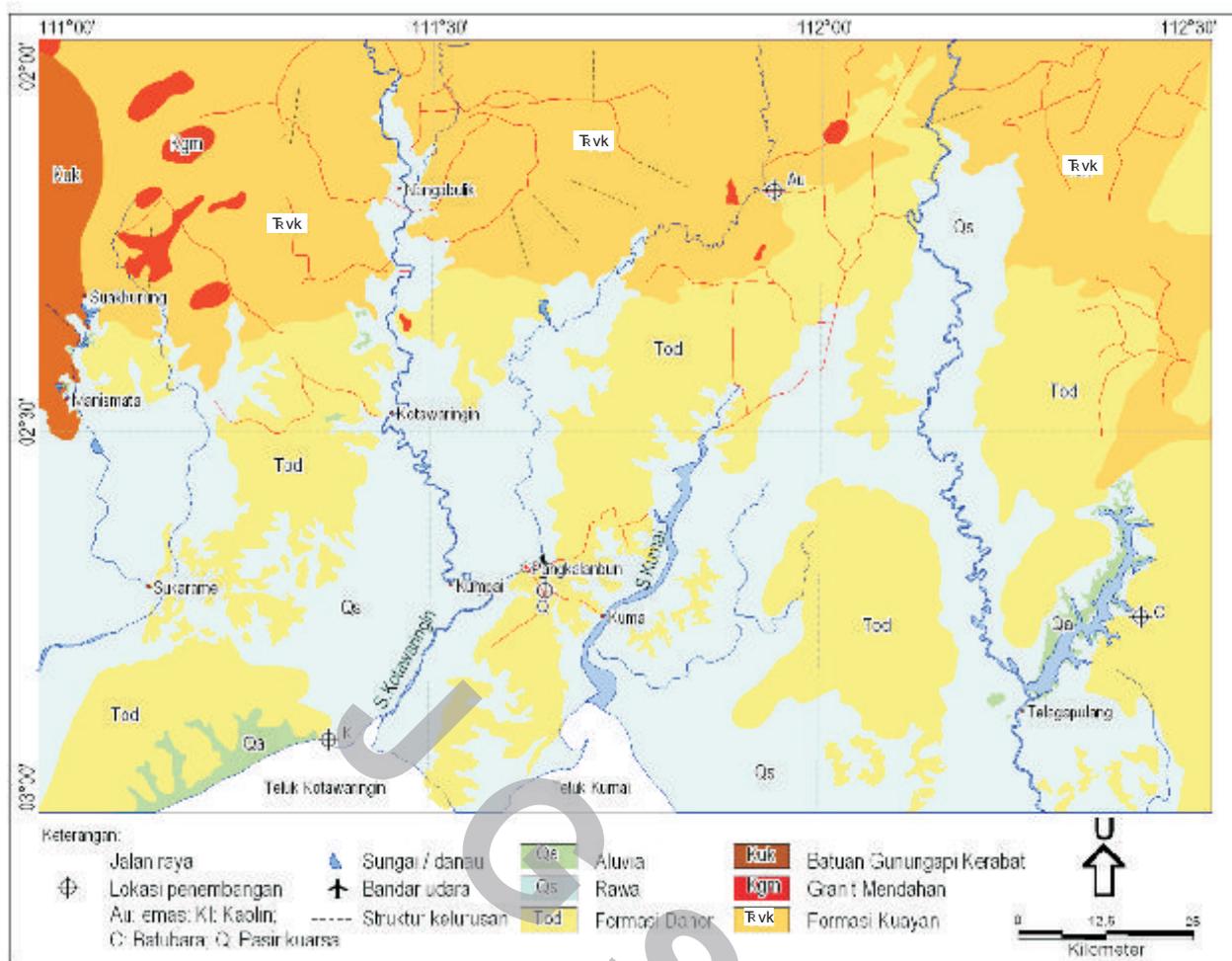
Di bagian utara daerah penelitian terdapat muara sungai-sungai besar yang mengalir dari daratan Kalimantan Tengah, yaitu Sungai Kotawaringin yang bermuara di Teluk Kotawaringin dan Sungai Kumai yang bermuara di Teluk Kumai. Sungai-sungai tersebut mengalir melewati batuan yang kaya mineral kuarsa dan pirit yang terdapat di daratan

Kalimantan Tengah bagian selatan. Sungai Kotawaringin yang terletak di bagian barat pantai Kotawaringin Timur lebih panjang dan mencakup daerah aliran yang lebih luas dibandingkan dengan Sungai Kumai. Cabang-cabangnya mencapai daerah Kalimantan Barat. Sungai Kotawaringin juga memotong lebih banyak formasi batuan, sedangkan, Sungai Kumai, mengalir dari daratan Kalimantan Tengah bagian utara dengan cabang-cabang yang lebih pendek.

Berdasarkan kedudukan stratigrafi, batuan tertua di bagian utara daerah penelitian adalah Formasi Kuayan (Kvk) yang terdiri atas breksi gunung api, lava, dasit, riolit, andesit dan tuf. Formasi Kuayan merupakan batuan tertua yang tersingkap di Lembar Pangkalanbun, yang berumur Trias (Hermanto dr., 1994). Penyebaran formasi ini ke bagian utara, dan telah mengalami pelapukan lanjut. Formasi Kuayan diintrusi oleh Granit Mandahan (Kgm) yang terdiri atas granit, granit biotit, dan diorit. Satuan batuan ini menerobos batuan gunung api yang lebih tua dan diperkirakan terbentuk pada waktu terjadi pengangkatan Kapur Akhir.

Di atas Formasi Kuayan secara selaras diendapkan batuan Gunung Api Karabai (Kuk) dan Formasi Dahor (Tod). Batuan Gunung Api Karabai berumur Kapur Atas - Paleosen, terdiri atas tuf sela, breksi tufan, lava, batupasir kuarsa tufan, dan batulempung tufan. Setempat dijumpai lapisan tipis karbon dengan struktur silang siur. Formasi Dahor berumur Miosen Tengah sampai Plio-Plistosen terdiri atas konglomerat, batupasir, dan perselingan lempung yang mengandung sisipan lignit dengan lingkungan pengendapan peralihan, dengan tebal formasi sekitar 500 m. Tidak dijumpai fosil sebagai penunjuk waktu, tetapi umur didasarkan pada posisi stratigrafinya terhadap formasi yang lebih tua dan lebih muda.

Selanjutnya, batuan yang lebih muda adalah Endapan Rawa (Qs) dan Aluvium (Qa). Endapan rawa terdiri atas gambut, lempung kaolinit, lanau sisipan pasir dan dan sisa tumbuhan. Diperkirakan endapan rawa tersebut berumur Plistosen Akhir hingga Holosen Awal. Aluvium terdiri atas lumpur, lempung, pasir, kerikil, dan kerakal. Pada umumnya aluvium dijumpai sebagai endapan sungai dan pantai.



Gambar 2. Geologi regional daerah penelitian berdasarkan Peta Geologi Lembar Pangkalanbun, Kalimantan (Hermanto dr., 1994).

METODE PENELITIAN

Pengambilan percontoh sedimen dasar laut dilakukan pada 77 lokasi pada LP-1512 yang meliputi perairan bagian selatan Teluk Kumai. Sedimen dasar laut diperoleh dengan menggunakan peralatan pemercontohan jatuh bebas (*gravity corer*). Panjang percontoh yang diperoleh berkisar antara 50 – 180 cm. Analisis besar butir (Folk, 1980) dilakukan dengan memisahkan berat asal 100 gr (tanpa cangkang). Butiran yang dihitung mulai dari ukuran -2.0 phi hingga 4.0 phi, sedangkan untuk yang lebih halus dihitung mulai 4.0 phi hingga 8.0 phi, sehingga seluruh ukuran butiran dapat dihitung, kecuali cangkang yang tidak termasuk dalam klasifikasi ukuran besar butir. Selanjutnya, berdasarkan hubungan ukuran butir dan persentase frekuensi jumlah butiran (Friedman and Sanders, 1978: in Friedman and Johnson, 1982), dapat diketahui ukuran butir yang

terkandung dalam proses pengendapan sedimen pembawa emas dan perak.

Prosedur dan klasifikasi tekstur sedimen dasar laut disusun berdasarkan Folk (1980) dengan memperhatikan parameter persentase dari kandungan butiran yang terdapat tiap 100 gr sedimen. Data tersebut kemudian diolah pada komputer dengan mempergunakan Program *Sel*, *Kum* dan *Kummod* untuk mendapatkan beberapa parameter, antara lain: X (phi), sortasi, *skewness*, kurtosis, persentase lempung (lumpur), lanau, pasir, dan kerikil. Dari pemisahan besaran lempung, lanau, pasir, dan kerikil akan diperoleh klasifikasi tekstur sedimen dasar laut.

Selanjutnya, untuk mengetahui kandungan emas (Au) dan perak (Ag), terlebih dahulu dilakukan analisis sedimen yang mengandung butiran kuarsa dan pirit. Kedua mineral tersebut merupakan mineral penciri batuan beku yang bertipe asam yang berasosiasi dengan mineral sulfida mengandung

emas (Au) dan perak (Ag). Sedimen yang dipilih mengandung mineral kuarsa dan pirit berukuran pasir halus hingga kasar. Kadang-kadang pirit menempel pada butiran kuarsa atau butiran batuan beku. Percontoh sedimen tersebut dianalisis secara kimia di laboratorium dengan Metode Uji (*Essay Method*).

Sementara untuk mengetahui proses pengendapan digunakan pendekatan model Visher (1965). Metode ini dapat mengetahui suatu rezim yang menggerakkan butiran sedimen berdasarkan besar butir dan persentase frekuensi kumulatif setiap besaran butir. Berdasarkan proses tersebut dapat diketahui rezim pengendapan yang membentuk *river sand* (pasir sungai) atau *beach sand* (pasir pantai). Selanjutnya berdasarkan pendekatan model Visher (1969) dapat diketahui pola pergerakan dan distribusi pengendapan butiran sedimen yang dikelompokkan dalam suatu jenis populasi *rolling and sliding* (gulungan dan dorongan), *saltation* (saltasi) dan *suspension* (melayang).

HASIL PENELITIAN

Sebaran Sedimen Dasar Laut

Dari hasil analisis Besar Butir (Folk, 1980) diperoleh enam satuan faies sedimen dasar laut yang terdiri atas: Lanau (Z), lanau pasiran (sZ), lumpur kerikilan (gM), pasir sedikit kerikilan (g)S, lumpur pasiran sedikit kerikilan (g)sM, dan pasir lumpuran sedikit kerikilan (g)mS (Tabel 1).

Selanjutnya, berdasarkan klasifikasi Folk (1980) tersebut, dapat dibuat peta sebaran fasies sedimen dasar laut (Gambar 3).

Berdasarkan data pengamatan megaskopik dan analisis besar butir, kondisi fisik sedimen dasar laut di daerah penelitian memperlihatkan kecenderungan kesamaan bentuk fisik dan komposisi butiran. Perbedaannya pada ukuran dan volume masing-masing butiran, walaupun di beberapa tempat terdapat sedimen berbutir halus dan lempung mengandung cangkang. Kesamaan kondisi fisik tersebut adalah kandungan butiran rata-rata kerikil 0,801%, pasir 29% dan lanau 68,1% terdiri atas butiran kuarsa, pecahan batuan beku (*lithic*), mineral hitam, dan pirit dengan ukuran lanau sampai kerikil dan bentuk

butir membulat tanggung (*subrounded*). Warna sedimen secara umum adalah putih kekuningan, terutama di bagian tengah Teluk Kumai. Warna butiran yang lebih halus umumnya berwarna kuning emas yang diidentifikasi sebagai pirit, dijumpai pada semua percontoh berbutir halus - kasar terutama di sekitar teluk.

Kandungan Emas dan Perak

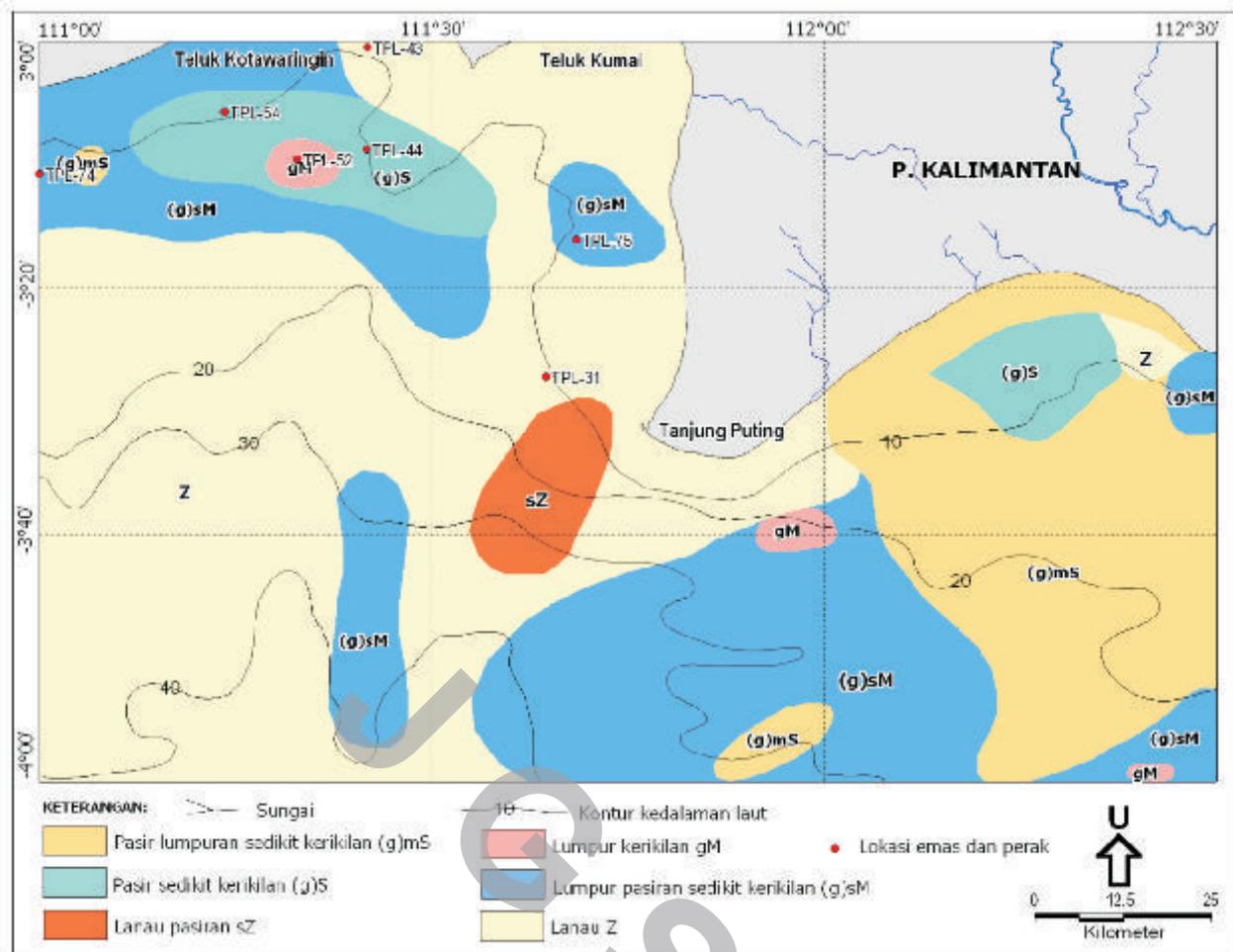
Sedimen yang dipilih untuk analisis kandungan emas dan perak adalah sedimen dengan kandungan butiran kuarsa antara 45 – 60%, pecahan batuan beku (*lithics*) lebih kecil dari kuarsa antara 20 – 30%, dan pirit antara 10 – 20%. Berdasarkan kondisi tersebut, pada penelitian ini dipilih tujuh percontoh untuk dilakukan analisis emas dan perak. Hasil analisis tersebut memperlihatkan kandungan emas tertinggi (>0,10 ppm) terdapat di lokasi percontoh TPL-44 sebesar 0,15 ppm, TPL-54 sebesar 0,10 ppm, dan TPL-75 sebesar 0,10 ppm. Kandungan perak tertinggi (>2 ppm) terdapat di lokasi percontoh TPL-31 sebesar 2,50 ppm, TPL-43 sebesar 3,75 ppm, dan TPL-54 sebesar 3,60 ppm (Tabel 2).

Hasil analisis tersebut memperlihatkan kandungan emas dan perak tertinggi terdapat pada fasies sedimen pasir sedikit kerikilan (g)S, ukuran butir pasir halus sampai sedang dengan kandungan butiran kuarsa mencapai 60% dan pirit 20%. Kenaikan kandungan emas dan perak tidak selalu sama pada setiap percontoh yang dianalisis. Pada percontoh TPL-44 mengandung emas tertinggi dari seluruh percontoh yang dianalisis, tetapi kandungan perak jauh lebih kecil, yaitu 1,20 ppm. Demikian pula sebaliknya pada TPL-43, kandungan emas 0,07 ppm tetapi kandungan perak mencapai kandungan tertinggi dari seluruh percontoh yang dianalisis, yaitu 3,75 ppm.

Secara umum, perbandingan kandungan emas dan perak pada dua teluk memperlihatkan kandungan emas tertinggi terdapat di sekitar Teluk Kotawaringin, yaitu pada TPL-31, 44 dan 54 yang merupakan muara Sungai Kotawaringin (Gambar 4). Kondisi ini diperkuat dengan kegiatan penambangan emas, perak dan kuarsa di sekitar Sungai Arut yang merupakan cabang Sungai Kotawaringin.

Tabel 1. Hasil Analisis Besar Butir Berdasarkan Segitiga (Folk, 1980) yang Diolah Dengan Program Sel-Kum-Kummod Untuk Mendapatkan Jenis Fasies Sedimen Dasar Laut.

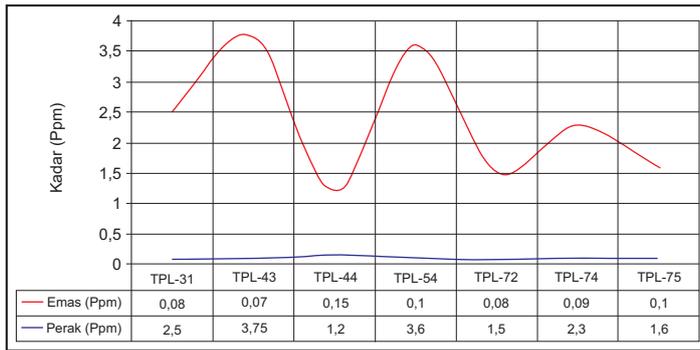
No	Nomor Cliché	X (Phi)	Sort	Skew.	Kurt.	Komposisi (%)				Klasifikasi (Folk, 1980)	
						Kerikil	Pasir	Lanau	Lempung	Nama Fasies	Fasies
1	TPL-1	3,7	2,8	-0,9	1,8	1,6	4,7	49,2	44,5	Lumpur pasiran sedkit krikilan	lgsm
2	TPL-2	3,1	2,3	0,4	2,2	0,7	64,7	33,6	1,1	Pasir lumpuran sedkit krikilan	lgms
3	TPL-3	4	2,3	0,4	1,9	0,4	46,7	61,8	1,2	Lumpur pasiran sedkit krikilan	lgsm
4	TPL-4	3,8	2,7	-0,8	2,4	0,6	36,2	56,2	0,7	Lumpur krikilan	gm
5	TPL-5	3,4	2,3	0,2	1,9	0,2	64,0	43,2	0,9	Pasir lumpuran sedkit krikilan	lgms
6	TPL-6	3,4	2,6	0,1	2,3	3,4	56	37,6	3	Pasir lumpuran sedkit krikilan	lgms
7	TPL-7	5,9	1,1	0,9	2	0	0	89,1	1,0	Lanau	Z
8	TPL-8	0,8	0,8	-0,0	3,5	1,8	88,1	0	0	Pasir sedkit krikilan	lgS
9	TPL-9	3,5	2,2	0,3	2	0,1	67,1	42,2	0,6	Pasir lumpuran sedkit krikilan	lgms
10	TPL-10	3,5	2,6	0,1	2,1	3	50,1	42,3	1,4	Pasir lumpuran sedkit krikilan	lgms
11	TPL-11	3,5	2,5	0,1	1,8	1,5	67,4	45,1	1	Pasir lumpuran sedkit krikilan	lgms
12	TPL-12	3,7	2,4	-0,1	2,1	1,7	50,4	46,9	1	Pasir lumpuran sedkit krikilan	lgms
13	TPL-13	-2	-	-0,3	3,3	2,0	97,0	0	0	Pasir sedkit krikilan	lgS
14	TPL-14	3	2,8	0,5	1,8	0	80,1	37,3	2,6	Pasir lumpuran sedkit krikilan	lgms
15	TPL-15	3,7	2,5	0,1	1,7	0,4	50	47,4	2,1	Pasir lumpuran sedkit krikilan	lgms
16	TPL-16	3,8	2,4	-0,1	2,2	1,7	48,2	46,8	1,3	Lumpur pasiran sedkit krikilan	lgsm
17	TPL-17	3,9	2,5	0,1	2,1	2	46,2	50	1,4	Lumpur pasiran sedkit krikilan	lgsm
18	TPL-18	3,7	2,8	-0,9	1,9	3	48,1	45,9	5	Lumpur pasiran sedkit krikilan	lgsm
19	TPL-19	3,4	2,7	0,1	1,7	0,4	62,4	45,8	1,4	Pasir lumpuran sedkit krikilan	lgms
20	TPL-20	5,9	1,2	0,3	1,9	0	0	87,8	2,2	Lanau	Z
21	TPL-21	3,5	2,8	-0,2	2	6,1	41,6	49,3	3	Lumpur krikilan	gm
22	TPL-22	3,8	2,4	-0,1	2,2	2,1	48,5	47,5	0,8	Pasir lumpuran sedkit krikilan	lgms
23	TPL-23	3,7	2,4	0,2	2,2	1,4	51	46,8	1,2	Pasir lumpuran sedkit krikilan	lgms
24	TPL-24	3,9	2,5	0,3	1,9	0,6	47,5	40,3	3	Lumpur pasiran sedkit krikilan	lgsm
25	TPL-25	8	1,2	0,3	2	0	0	90,8	0,4	Lanau	Z
26	TPL-26	8	1,3	0,3	2,1	0	0,9	91,8	7,6	Lanau	Z
27	TPL-27	4,9	2,3	0,7	3	1,1	26,2	70,6	3,3	Lumpur pasiran sedkit krikilan	lgsm
28	TPL-28	4,2	2,3	-0,3	2,2	1	38,5	50,3	1,2	Lumpur pasiran sedkit krikilan	lgsm
29	TPL-29	4,2	2,4	-0,2	2,1	0,7	40,5	56,5	3,4	Lumpur pasiran sedkit krikilan	lgsm
30	TPL-30	5,2	1,6	0,5	2,2	0	37,4	56	6,6	Lanau pasiran	az
31	TPL-31	6	1,2	0,3	2,1	0	1,1	89,2	5,7	Lanau	Z
32	TPL-32	8	1,2	0,2	1,9	0	0	87,8	2,2	Lanau	Z
33	TPL-33	5,5	-	0,5	2,3	0	0	96,5	1,6	Lanau	Z
34	TPL-34	5,9	1,1	0,3	1,9	0	0	90,4	1,0	Lanau	Z
35	TPL-35	5,8	1,1	0,3	1,8	0	0	87,8	2,2	Lanau	Z
36	TPL-36	5,1	2,2	-0,8	2,0	0	20,2	78,3	1,4	Lanau pasiran	az
37	TPL-37	5,2	1,9	-0,9	3,7	0,2	15,6	62	1,9	Lumpur pasiran sedkit krikilan	lgsm
38	TPL-38	5,5	1,8	-0,1	1,9	0	4,8	84,2	1,0	Lanau	Z
39	TPL-39	5,5	1,4	-0,5	3,2	0	8,4	90,7	0,9	Lanau	Z
40	TPL-40	5,9	1,1	0,4	2,2	0	0	97,9	2,1	Lanau	Z
41	TPL-41	4,1	2,4	0,2	1,9	0,6	61,5	60,6	0,6	Lumpur pasiran sedkit krikilan	lgsm
42	TPL-42	1,3	0,8	-0,3	3	0,7	89,5	0	0	Pasir sedkit krikilan	lgS
43	TPL-43	5,9	1,2	0,3	2	0	0	97,1	2,6	Lanau	Z
44	TPL-44	1,3	0,8	0,5	4,2	0,6	99,1	0	0	Pasir sedkit krikilan	lgS
45	TPL-45	3	1,2	0,3	2	0	0	90,4	4,5	Lanau	Z
46	TPL-46	4,8	2,1	-0,5	2,4	0	5,8	71,2	0,8	Lumpur pasiran sedkit krikilan	lgsm
47	TPL-47	4,9	2,2	0,7	2,8	0,4	23,1	75,3	1,6	Lumpur pasiran sedkit krikilan	lgsm
48	TPL-48	5,9	1,1	0,3	1,9	0	0	98,2	1,8	Lanau	Z
49	TPL-49	5,7	1,2	0,3	2,0	0	3,3	89,8	1,1	Lanau	Z
50	TPL-50	5,8	1,1	0,3	2	0	0	88,7	1,3	Lanau	Z
51	TPL-51	6,7	1	0,4	2,3	0	0	95,9	1,1	Lanau	Z
52	TPL-52	3,3	2,8	-0,1	1,6	5,4	43	51,3	0,3	Lumpur krikilan	gm
53	TPL-53	4,8	2,7	-0,7	2,4	0,4	64,8	72,8	2,2	Lumpur pasiran sedkit krikilan	lgsm
54	TPL-54	1,4	1	-0,2	2,6	0,7	99,3	0	0	Pasir sedkit krikilan	lgS
55	TPL-55	3,5	2,6	-0,0	1,7	0,3	48,5	50,2	1	Lumpur pasiran sedkit krikilan	lgsm
56	TPL-56	5,9	1,1	0,2	1,9	0	0	88,8	1,1	Lanau	Z
57	TPL-57	5,8	1	0,5	2,6	0	0	98,1	1,9	Lanau	Z
58	TPL-58	5,9	1,1	0,3	1,9	0	0	98,2	1,8	Lanau	Z
59	TPL-59	5,9	1,2	0,4	2	0	0	97,4	2,6	Lanau	Z
60	TPL-60	5,7	1,3	-0,2	3	0	4,8	84,2	0,8	Lanau	Z
61	TPL-61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
62	TPL-62	5,9	1,2	0,3	2	0	0	97,1	2,9	Lanau	Z
63	TPL-63	1,1	1	-0,1	2,4	1,5	88,5	0	0	Pasir sedkit krikilan	lgS
64	TPL-64	3,3	2,4	0,3	2	0,2	58,3	47,4	1	Pasir lumpuran sedkit krikilan	lgms
65	TPL-65	5,4	1,2	0,4	2	0	0	94,9	5,1	Lanau	Z
66	TPL-66	5,9	1,1	0,3	2	0	0	99	1	Lanau	Z
67	TPL-67	5,8	1,3	0,3	2,4	0	2,3	93,1	4,8	Lanau	Z
68	TPL-68	5,7	1,2	0,3	2,2	0	2,9	94,8	2,3	Lanau	Z
69	TPL-69	5,8	1,2	0,3	2,1	0	3,3	94,8	1,8	Lanau	Z
70	TPL-70	5,8	1,2	0,3	2	0	0	88,5	3,5	Lanau	Z
71	TPL-71	5,9	1,2	0,3	1,9	0	0	97,6	2,4	Lanau	Z
72	TPL-72	5,9	1,1	0,3	1,9	0	0	98,8	1,2	Lanau	Z
73	TPL-73	3,7	2,6	0,1	2,3	3,4	46,4	48,7	1,4	Lanau	Z
74	TPL-74	4,1	2,7	0,0	1,7	0,3	44,2	48,1	7,3	Lumpur pasiran sedkit krikilan	lgsm
75	TPL-75	5,2	2	-0,1	3,6	0,3	14,5	83,9	1,3	Lumpur pasiran sedkit krikilan	lgsm
76	TPL-76	5,1	2,2	1,2	4,6	1,8	16,3	81,7	1,3	Lanau	Z
77	TPL-77	5,9	1,1	0,3	2	0	0	96	2	Lanau	Z
Rata-rata butiriran dan lempung						0,301	58	88,1	2,07		



Gambar 3. Peta sebaran fasies sedimen dasar laut perairan Lembar Peta 1512, Teluk Kumai, Kalimantan Tengah (Sitalahi dr., 1998).

Tabel 2. Hasil Analisis Kandungan Emas dan Perak Dalam Tujuh Percontoh Sedimen Terpilih di LP 1512, Teluk Kumai, Kalimantan Tengah (Sitalahi, dr., 1998).

No	Lokasi	Pemerian Megastropis	Fasies Sedimen (Folk, 1980)	Kadar Emas (Ppm)	Kadar Perak (Ppm)
1.	TFL-31	Warna putih kekuningan, ukuran butir pasir halus, komposisi butir-butir kuarsa (50%), ilik (20%), pirit (20%) dan cangkang sebagian hih (10%).	Lanau	0,06	2,50
2.	TFL-43	Warna putih kekuningan, ukuran butir pasir halus, komposisi butir-butir kuarsa (50%), ilik (20%), pirit (20%) dan cangkang sebagian hih (10%).	Lanau	0,07	3,75
3.	TFL-44	Warna putih kekuningan, ukuran butir pasir halus - besar, komposisi butir-butir kuarsa (50%) dan ilik (20%), pirit (10%), dan cangkang kondisi rusak (10%).	Fasir sedikit kerikilan	0,15	3,20
4.	TFL-54	Warna putih kekuningan, ukuran butir pasir halus, komposisi butir-butir kuarsa (50%), ilik (20%), pirit (20%) dan cangkang sebagian hih (10%).	Fasir sedikit kerikilan	0,10	3,60
5.	TFL-72	Warna putih kekuningan, ukuran butir pasir halus, komposisi butir-butir kuarsa (50%), ilik (20%), pirit (20%) dan cangkang sebagian hih (10%).	Lanau	0,06	1,50
6.	TFL-74	Warna putih kekuningan hingga kehambur, ukuran butir pasir halus - besar, komposisi butir-butir kuarsa (40%), ilik (25%), pirit (15%) dan cangkang sebagian hih (15%).	Lumpur dasar sedikit kerikilan	0,08	2,30
7.	TFL-75	Warna putih kekuningan, ukuran butir pasir halus, komposisi butir-butir kuarsa (50%), ilik (20%), pirit (20%) dan cangkang sebagian hih (10%).	Lanau	0,10	3,30



Gambar 4. Perbandingan kandungan emas dan perak pada tujuh percontoh terpilih.

Tabel 3. Persentase Ukuran Butir Terhadap Tujuh Percontoh Sedimen Dasar Laut Yang Mewakili Sedimen Perairan Lembar Peta 1512, Kalimantan Tengah.

Lokasi Contoh	Persentase Ukuran Butir											
	-1,5	-1	-0,5	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
TPL-31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1074	0,3371	0,3889
TPL-43	Cangkang dan pasir kasar											
TPL-44	0,1221	0,6435	1,9405	3,0510	5,4487	13,6677	26,0576	26,7634	9,0896	1,9823	0,1025	0,6145
TPL-54	0,0330	0,6427	1,5125	4,4810	9,356	13,9055	15,9741	19,5866	13,8893	9,4982	2,4697	0,096
TPL-72	Cangkang dan pasir kasar											
TPL-74	0,0416	0,4106	1,1045	3,1456	6,5057	10,4012	13,3737	13,5286	8,6401	6,3451	2,0425	0,9945
TPL-75	0,0806	0,1350	0,3070	0,5251	1,971	2,2055	2,1756	1,8246	0,9715	0,7345	0,6245	0,1852

Tabel 4. Persentase kumulatif Ukuran Butir Terhadap Tujuh Percontoh Sedimen Dasar Laut di Perairan Lembar Peta 1512, Kalimantan Tengah.

Ukuran (Phi)	Lokasi						
	TPL-31	TPL-43	TPL-44	TPL-54	TPL-72	TPL-74	TPL-75
-2	-	-	-	-	-	-	-
-1,5	-	-	0,1221	0,033	-	0,0416	0,0806
-1	-	-	0,7656	0,6757	-	0,4582	0,2156
-0,5	-	-	2,7061	2,1882	-	1,5627	0,5226
0	-	-	5,7571	6,6692	-	4,7083	1,0477
0,5	-	-	11,2038	16,0252	-	11,214	3,0187
1	-	-	24,8715	29,9307	-	21,6752	5,2222
1,5	-	-	50,9291	45,9048	-	35,0489	7,3978
2	-	-	77,6925	65,4914	-	48,5775	9,2224
2,5	-	-	86,7821	79,3807	-	57,2176	10,1939
3	0,1074	-	88,7644	88,8789	-	63,5627	10,9284
3,5	0,4445	-	88,8669	91,3486	-	65,6052	11,5529
4	0,8334	-	89,4814	91,4446	-	66,5997	11,7381

Proses Pengendapan Sedimen Mengandung Emas dan Perak

Pemahaman mengenai proses pengendapan sedimen mengandung emas dan perak berdasarkan analisis dan model (Visser, 1965; 1969). Model ini memberikan gambaran tentang pola pengendapan sedimen dan jenis sedimen. Keberadaan sedimen sekitar Teluk Kumai dan dua muara sungai perlu diketahui lebih lanjut terutama proses pengendapannya dan hubungannya dengan kandungan emas dan perak.

Hasil analisis hubungan antara besar butir (Phi) dan persentase kumulatif butiran pada tujuh percontoh sedimen mengandung emas dan perak di lokasi TPL-31, TPL-43, TPL-44, TPL-54, TPL-72, TPL-74, TPL-

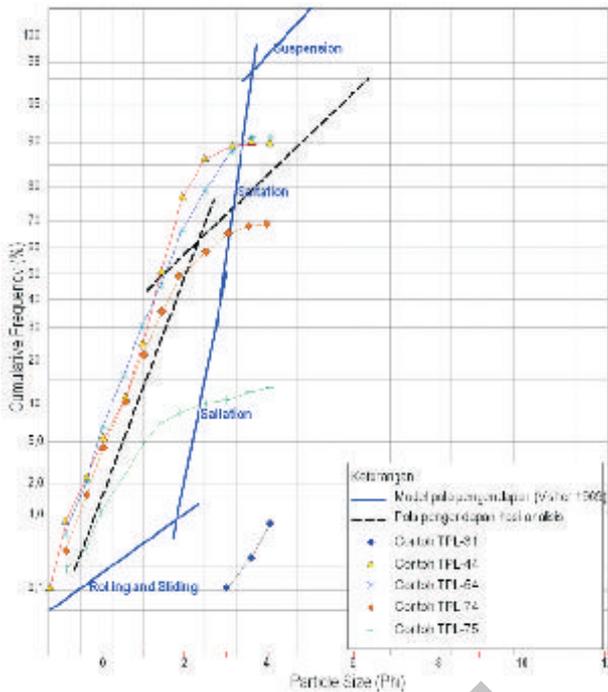
75 (Tabel 3 dan 4) yang diambil di perairan Teluk Kumai memperlihatkan pola dan proses pengendapan sedimen (Visser, 1969) membentuk pola gabungan antara saltasi dan suspensi (Gambar 5).

Berdasarkan model Visser (1969) tersebut, pola saltasi terjadi pada ukuran butir antara - 1,5 phi hingga 2 phi, selanjutnya diikuti pola suspensi pada ukuran butir antara 2 – 4 phi, dan seterusnya untuk ukuran yang lebih halus. Adanya proses gabungan pola saltasi dan suspensi, dan pola saltasi yang dominan tersebut disebabkan oleh kondisi perairan teluk sebagai daerah pertemuan arus sungai dan laut yang dinamis dan berarus kuat yang mampu menggerakkan butiran sedimen. Arus yang kuat tersebut menyebabkan ukuran butir yang lebih besar bergerak secara saltasi, dan ukuran lebih halus (> 2 phi) bergerak melayang, sebelum diendapkan di dasar laut.

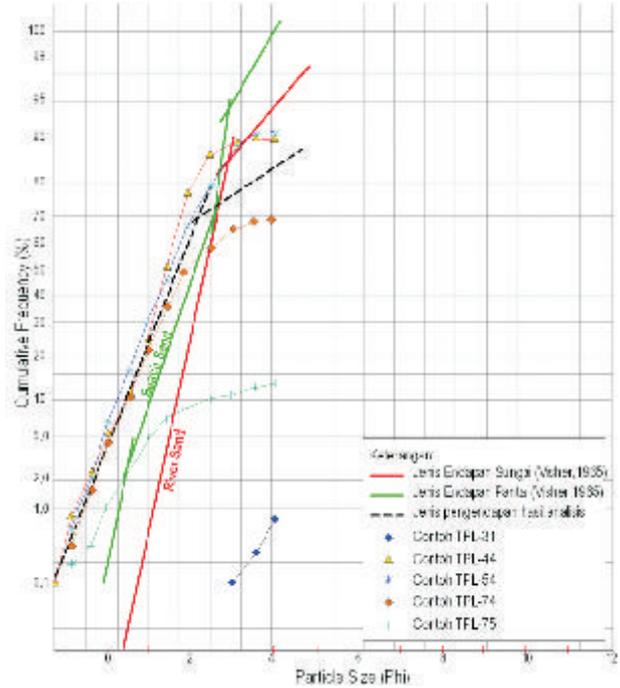
Berdasarkan hubungan antara besar butir (Phi) dan persentase kumulatif butiran memperlihatkan adanya rezim arus tertentu yang berperan dalam proses pengendapan sedimen di perairan Teluk Kumai. Dari hasil analisis tersebut sebagaimana Visser (1965), diperoleh kecenderungan pola pengendapan sedimen membentuk endapan pasir pantai (*beach sand*) (Gambar 6).

Kehadiran PTL-31 yang membentuk pola endapan sungai (*river sand*) menjadi menarik untuk dipelajari lebih lanjut mengingat posisinya saat ini berada di laut, sehingga perlu dipelajari lebih lanjut hubungannya dengan sistem aliran sungai.

Selanjutnya, hubungan antara besar butir dan persentase frekuensi butiran menunjukkan adanya besar butir tertentu yang mendominasi proses pengendapan (Friedman and Sanders, 1978; dalam Friedman and Johnson, 1982). Dari hasil kurva tersebut diperoleh ukuran butir yang paling berpengaruh dalam proses pengendapan di daerah penelitian, yaitu ukuran butir antara 0,5 – 2,5 phi (*medium-very fine sand*) pada PTL-31, PTL-44, PTL-54, PTL-74 dan PTL-75 dengan jumlah berkisar antara 10 – 28% (Gambar 7). Secara umum berdasarkan kedua kurva di atas, pola pengendapan sedimen di daerah penelitian dipengaruhi oleh rezim arus teluk sebagai gabungan arus laut dan arus



Gambar 5. Analisis pola pengendapan beberapa percontoh sedimen mengandung emas dan perak di daerah penelitian berdasarkan model Visher (1969).

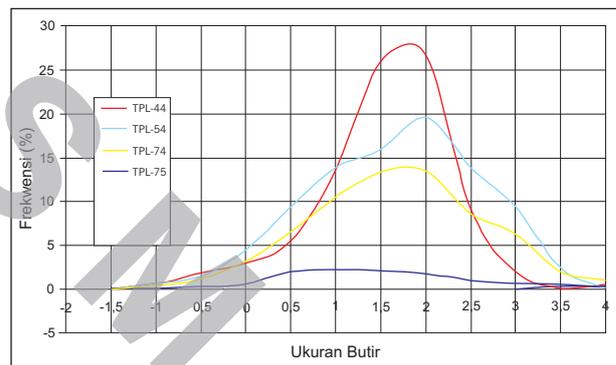


Gambar 6. Analisis jenis sedimen pada beberapa percontoh sedimen di daerah penelitian berdasarkan pendekatan Visher (1965).

sungai yang membentuk endapan pasir pantai dan pasir sungai.

DISKUSI

Secara regional daerah penelitian merupakan daerah yang termasuk kedalam busur magma Pratersier sebagai batuan alas. Kandungan mineral kuarsa, mineral hitam, mineral pirit, dan pecahan batuan beku (*lithics*) menunjukkan adanya hubungan antara sedimen di laut dengan batuan induk di darat. Di daerah penelitian, mineral kuarsa dan pirit berasal dari kelompok Granit Mandahan (Kgm) yang terdiri atas granit, granit biotit, dan diorit yang kaya mineral kuarsa. Satuan batuan ini menerobos batuan Pratersier yang menjadi batuan dasar di Lembar Pangkalanbun dan diperkirakan terbentuk pada waktu terjadi pengangkatan Kapur Atas (Hermanto dr., 1994). Di samping itu, kondisi arus sungai yang kuat bergerak mengikuti alur Sungai Kotawaringin dan Sungai Kumai, terutama di daerah teluk, menyebabkan sedimen fraksi halus dan kasar terbawa jauh oleh arus dari sumbernya di daratan Kalimantan. Proses tersebut berlangsung karena terkait dengan kondisi elevasi dan bentang alam yang tidak jauh berbeda dengan daerah berakhirnya proses pengangkutan sedimen.



Gambar 7. Hubungan ukuran butir dan frekuensi jumlah butiran yang menunjukkan ukuran butir antara 1 – 2,5 phi mendominasi proses pengendapan dengan kisaran 10 – 28 % (Friedman and Sanders, 1978 dalam Friedman and Johnson, 1982).

Peristiwa tersebut diduga berhubungan dengan proses erosional, pengangkutan dan pengendapan sedimen sehubungan dengan naik turunnya permukaan air laut atau berhubungan dengan iklim, sehingga maju mundurnya garis pantai berhubungan dengan proses-proses tersebut.

Selanjutnya, berdasarkan pendekatan model Visher (1969) tentang pergerakan, sedimen membentuk pola saltasi dan suspensi. Pola pergerakan tersebut menunjukkan variasi peran arus sungai (*saltation*) dan arus laut (*suspension*) dalam menggerakkan

sedimen. Hasil analisis ini tidak menunjukkan pola pergerakan gulungan/berputar (*rolling*) dan meluncur/mendorong (*sliding*) yang menggambarkan arus yang kuat. Pola ini umumnya di daerah yang mempunyai arus sangat kuat dengan butiran berukuran besar (kerikil dan kerakal) yang bergerak secara *rolling*, atau massa sedimen yang besar yang umumnya bergerak secara *sliding* (longsoran). Pola karakter arus demikian memperlihatkan bahwa daerah tersebut termasuk daerah tertutup, seperti halnya daerah teluk yang didominasi oleh arus pasang surut. Ini berarti, bahwa paleogeografi daerah teluk tidak mengalami perubahan kecuali dimensi pergeseran garis pantai.

Arus sungai yang berperan di daerah penelitian adalah arus Sungai Kotawaringin di bagian barat dan Sungai Kumai di bagian timur. Pada umumnya sungai-sungai di daratan Kalimantan bergerak lebih lambat, dan jenis endapan di sepanjang pantai yang didominasi oleh pasir kuarsa, pasir hitam, dan pecahan batuan beku berukuran pasir sedang; menghubungkannya dengan kondisi geologi darat yang didominasi oleh Formasi Kuayan (Tvk), Granit Mandahan (Kgm) dan Gunung Api Karabai (Kuk). Formasi batuan tersebut dipotong oleh beberapa cabang sungai yang mengalir ke laut. Oleh karena itu, sistem fluvial yang terbentuk di daerah penelitian umumnya sistem suspensi yang berindikasikan arus sungai hampir tidak mengalir (*sluggish*) yang umum dijumpai di daerah teluk.

Peran dua sungai besar tersebut cukup berpengaruh dalam mentranspor sedimen dari rombakan batupasir mengandung kuarsa dan pirit ke arah Teluk Kotawaringin dan Teluk Kumai. Selanjutnya peran arus sungai dan laut menggambarkan mekanisme pengendapan di muara. Proses-proses yang bekerja di daerah muara dan penyebaran sedimen secara lateral sebagai hasil interaksi gelombang, sungai dan pasang surut (Woodroffe, 1996) memperlihatkan dominasi gelombang sehingga penyebaran sedimen berbutir kasar terjadi hanya di sekitar garis pantai pada muara kedua sungai tersebut. Berdasarkan kondisi tersebut untuk kegiatan penelitian lebih lanjut agar dilakukan di sekitar muara kedua sungai tersebut, dan bila akan dilakukan ke arah darat agar dilakukan dengan menyusuri kedua sungai tersebut.

Hubungan antara besar butir dan kandungan emas tertinggi dapat diamati pada Gambar 4. Kandungan emas dan perak tertinggi terdapat pada percontoh TPL-44, TPL-54, TPL-74, dan TPL-75 yang berkisar antara 0,09 – 0,19 ppm, sedangkan perak tertinggi terdapat pada percontoh TPL-43, TPL-54, TPL-74 dan TPL-75 yang berkisar antara 1,6 – 3,75 ppm. Bila dikorelasikan dengan Gambar 7 diketahui bahwa kandungan ukuran butir terbesar adalah ukuran antara 1 – 2,5 phi antara 10 – 28 % yang terdapat pada lokasi yang sama dengan kandungan emas dan perak tertinggi, yaitu pada lokasi TPL-44, TPL-54, TPL-74, dan TPL-75.

Hal ini menunjukkan bahwa di daerah penelitian kandungan emas dan perak terdapat pada ukuran butir (1 - 2,5 phi) dengan persentase jumlah butiran antara 10 – 28 %. Perbedaan kandungan emas dan perak tersebut berhubungan dengan intensitas proses pengendapan. Ini berarti bahwa sistem arus sangat berpengaruh dalam suatu proses pengendapan. Gejala demikian berhubungan dengan karakter bentuk butiran dan sistem arus selaku kekuatan yang mengendapkan material yang bulat, pipih yang sifatnya melayang, berat, dan ringan.

KESIMPULAN

Kandungan emas di daerah penelitian mempunyai ciri-ciri butiran secara megaskopis berwarna putih kekuningan, ukuran butiran lanau - kerikil, komposisi kuarsa 50 - 60%, litik 10 - 20%, pirit 10 - 20%, dan cangkang kondisi rusak 5 - 10%. Selanjutnya, berdasarkan hubungan antara besar butir, kandungan emas tertinggi (0,09 - 0,19 ppm) dan perak tertinggi (1,6 - 3,75 ppm) terdapat pada ukuran butir (1,5 – 2,5 phi) dengan persentase antara 10 – 28 % yang terdapat pada lokasi TPL-44, TPL-54, TPL-74 dan TPL-75. Pola ini karena daerah penelitian didominasi oleh arus pasang surut dan gelombang sejajar garis pantai yang berkerja secara terus menerus, sehingga menyebabkan sedimen berbutir halus – kerikil diendapkan oleh sistem fluvial melalui proses suspensi yang berpengaruh dalam penyebaran sedimen dan pergeseran garis pantai.

Proses pengendapan sedimen di daerah penelitian membentuk pola gabungan antara saltasi dan suspensi lebih dominan. Pola saltasi terjadi pada ukuran butir antara -1,5 phi hingga 2 phi, dan pola suspensi pada ukuran butir antara 2 - 4 phi. Ukuran

butir yang paling berpengaruh dalam proses pengendapan sedimen mengandung emas dan perak

hal.

Van Leeuwen, T.M., 1994. *Twenty Five Years of Mineral Exploration and Discovery in Indonesia*. Elsevier, Amsterdam.

Visher, G.S., 1965. Fluvial Processes as Interpreted from Ancient and Recent Fluvial Deposits. In: Friedman, G.M. and Johnson, K.G.(eds), 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.(eds), 1982. *Exercises in Sedimentology*, John Wiley & Sons Inc, New York: 208 pp.

Woodroffe, C.D., 1996. Late Quaternary infill of Macrotidal Estuaries in Northern Australia. In: Nordstrom, K.F. and Roman, C.T. (eds), 1996. *Estuarine Shores: Evaluation, Environments and Alterations*. John Wiley & Sons Ltd, New York: 89 - 114.

J
G
S
M