

LINGKUNGAN PENGENDAPAN SEDIMEN PERANGKAP GAS BIOGENIK DI DELTA SUNGAI KAPUAS KALIMANTAN BARAT

Oleh:

Hananto Kurnio, Yudi Darlan dan Udaya Kamiludin

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

Diterima : 17-01-2009; Disetujui : 21-07-2009

SARI

Lingkungan pengendapan delta Sungai Kapuas di Kalimantan Barat terdiri dari dataran delta atas, dataran delta bawah dan lingkungan marin. Pada wilayah pesisir, dataran delta bawah terdiri dari kanal cabang (distributary channels), rawa (swamp) pada pulau-pulau delta dan pantai.

Lingkungan pengendapan marin terdiri muka delta (delta front) dan prodelta; dengan lingkungan muka delta sedimen bersifat pasir karena mengendapkan muatan sedimen (bed load) dari sungai, sedangkan pada lingkungan prodelta, sedimen yang diendapkan bersifat suspensi pada paparan dengan pengaruh proses marin lemah.

Reservoir pasir pada kanal cabang dan pantai purba delta Sungai Kapuas merupakan tempat akumulasi gas biogenik.

Kata kunci: lingkungan pengendapan delta, gas biogenik, Sungai Kapuas

ABSTRACT

Deltaic deposition environment of Kapuas River in Western Kalimantan is consisted of upper delta plain, lower delta plain and marine environment. Within coastal zone, lower delta plain can be classified into distributary channels, swamp, deltaic islands and coasts.

Marine environment is composed of delta front and prodelta; with delta front environment characterized by sandy sediments derived from river bed load. While prodelta sediments are suspension materials deposited in shelf of weak marine influences.

Sand reservoirs at paleo distributary channels and paleo coasts of Kapuas River delta is the media for biogenic gas accumulations.

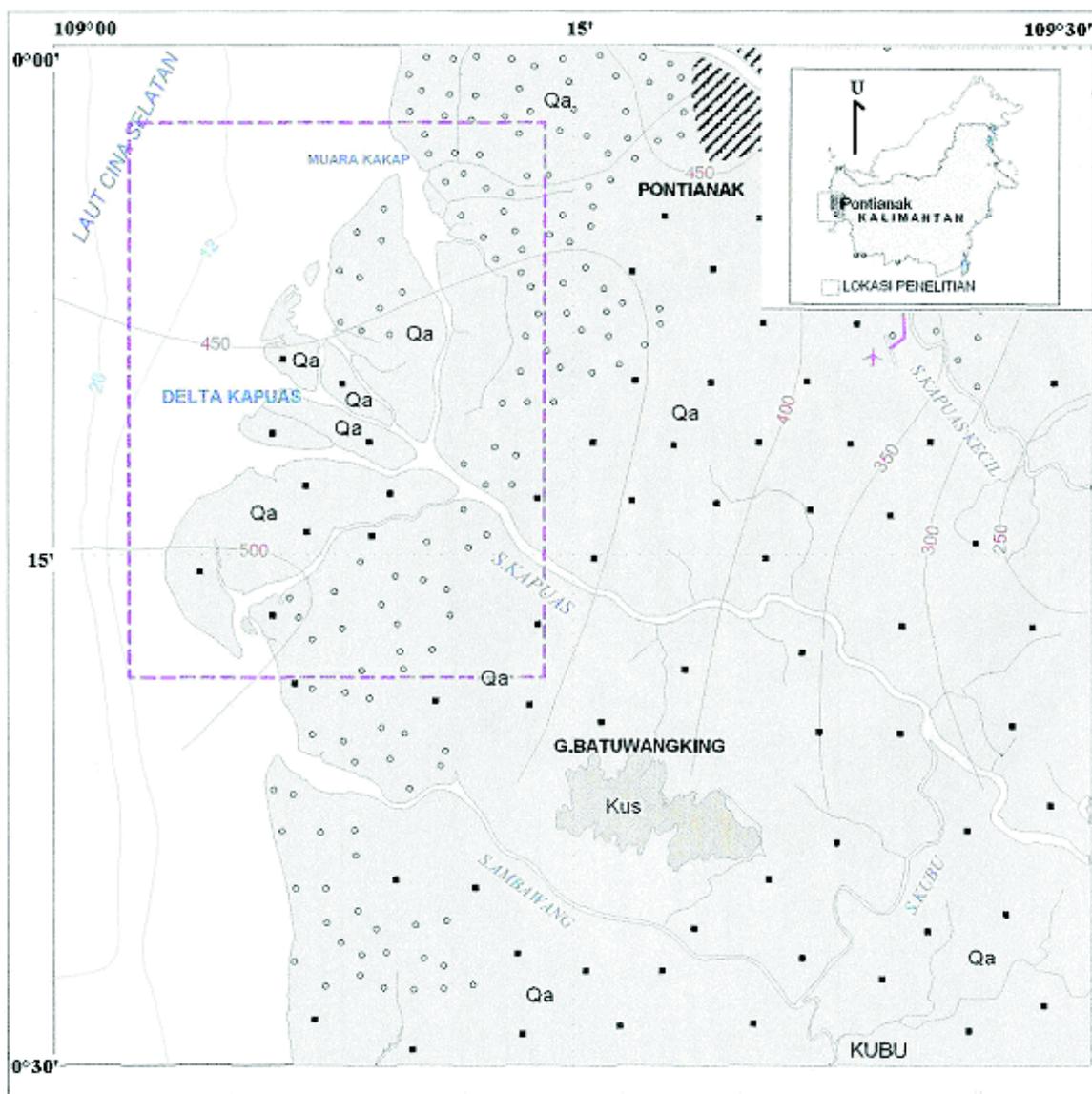
Key words: deltaic deposition environments, biogenic gas, Kapuas River

PENDAHULUAN

Maksud melakukan kajian lingkungan pengendapan di delta Sungai Kapuas, Kalimantan Barat ini adalah memahami kondisi terbentuknya gas biogenik. Adapun pemahaman pembentukan gas biogenik bertujuan untuk memanfaatkan sumber daya energi alternatif ini bagi masyarakat sekitar, terutama di daerah terpencil (*remote*) yang jauh dari pasokan energi; serta membantu program pemerintah

dalam pencarian energi pengganti yang dapat langsung dimanfaatkan bagi masyarakat setempat. Lokasi daerah penelitian seperti terlihat pada Gambar 1; adapun wilayah kerja adalah area dalam kotak dengan batas garis putus-putus. Koordinatnya adalah 109°00'00" hingga 109°15'00" Bujur Timur (BT) dan 0°00'00" hingga 0°20'00" Lintang Selatan (LS).

Lingkungan pengendapan delta dapat dibedakan menjadi: dataran delta atas (*upper*



Gambar 1. Lokasi daerah penelitian

delta plain), dataran delta bawah (*lower delta plain*) dan lingkungan tambahan (*additional environments*) berupa lingkungan marin (Donaldson, 1974). Lingkungan marin ini terdiri: muka delta, gosong muka kanal (*distributary mouth bars*), dan prodelta.

Penerapan lingkungan pengendapan delta beserta bagian-bagiannya dari kajian pustaka disesuaikan dengan kondisi delta Sungai Kapuas; tidak semua diadopsi. Tanggul (*levee*) dan jebolan tanggul (*crevasse splay*); danau (*lake*); teluk antar-kanal (*interdistributary bay*), dan teluk antar-delta (*interdelta bay*) yang merupakan bagian dari dataran delta bawah tidak akan dibahas. Demikian pula kanal berkelok

(*meandering channels*), tanggul dan jebolan tanggul, rawa dan danau bagian dari dataran delta atas juga tidak dibahas. Sedangkan bagian lingkungan marin yang tidak dibahas adalah teluk serta tepi delta destruktif dan *Interdelta*.

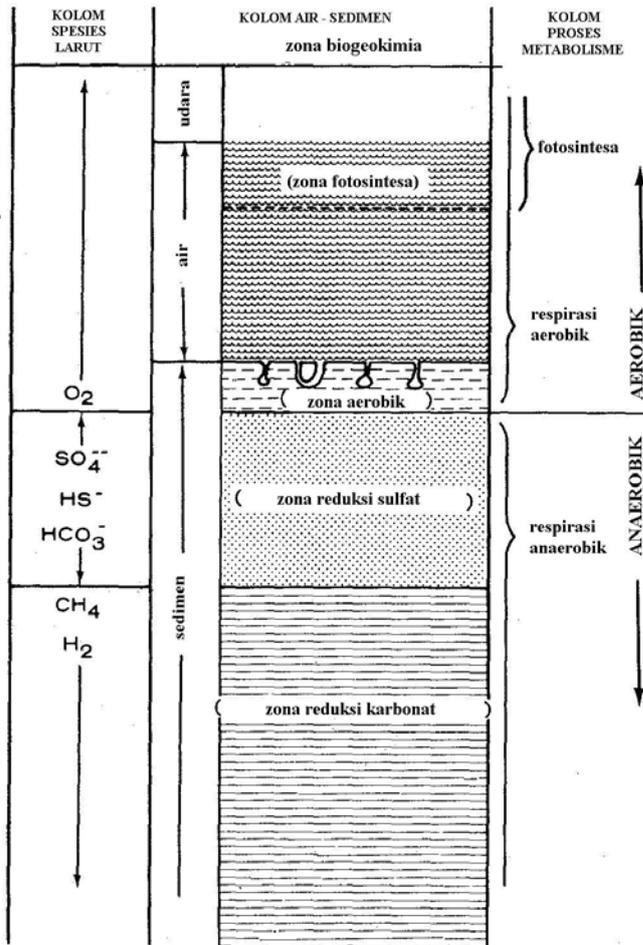
Jadi secara keseluruhan bagian-bagian lingkungan pengendapan delta yang dikaji adalah: kanal cabang, rawa dan pantai (lingkungan pengendapan dataran delta bawah) serta muka delta, gosong muka kanal dan *prodelta* (lingkungan pengendapan marin). Penyederhanaan pilihan bahasan ini dimaksudkan mempermudah mengidentifikasi lingkungan-lingkungan pengendapan berpotensi gas biogenik.

TERBENTUKNYA GAS BIOGENIK

Gas biogenik umumnya, lebih dari 85 persen, terdiri metan (CH_4). Pembentukan metan dapat langsung diamati pada humus (*bogs*) dan rawa (*swamp* atau *marsh*) karena terjadi dekat permukaan serta gelembung gas lepas dari sedimen ini (Rice dan Claypool, 1981). Dalam sedimen marin, bukti pembentukan metan yang signifikan biasanya tidak terdeteksi sampai sulfat larut (*dissolved sulfate*) hampir habis samasekali dari air pori. Pada banyak sedimen marin Resen, penghilangan sulfat secara total tidak terjadi menunggu sedimen terkubur hingga kedalaman puluhan meter. Sebagai akibatnya, pengaruh geokimia pembentukan metan (metanogenesis) di sedimen marin terbuka sangat sulit diamati.

Mikroorganisme memerlukan energi untuk pertumbuhan dan pemeliharaan sel melalui metabolisme material organik. Proses metabolisme ini menghasilkan gas termasuk metan. Dua tipe umum proses metabolisme oleh mikroorganisme di lingkungan marin (Rice dan Claypool, 1981) yaitu (1) respirasi (baik aerobik maupun anaerobik) yang memanfaatkan senyawa anorganik sebagai penerima elektron, dan (2) fermentasi dimana perpindahan elektron terjadi dalam atau antara senyawa organik.

Gambar 2 adalah penampang tegak pada suatu lingkungan sedimentasi kaya-organik, laut-terbuka dan menggambarkan urutan ekosistem mikroba. Interaksi antara faktor-faktor sedimentologi dan ekologi menghasilkan tiga lingkungan biokimia yang jelas, setiap lingkungan dicirikan oleh suatu bentuk metabolisme respirasi yang dominan. Ketiga zona tersebut adalah: zona aerobik, zona reduksi-sulfat anaerobik, dan zona reduksi-karbonat anaerobik (dihasilkannya metan). Pada setiap zona, populasi mikroba dominan mengeksploitasi lingkungan dan menciptakan suatu lingkungan baru yang berguna bagi suatu populasi lain. Oleh karena itu, transisi antara berbagai zona adalah sebagai konsekuensi geokimia dari perubahan lingkungan yang ditimbulkan oleh mikroorganisme.



Gambar 2. Diagram penampang tegak lingkungan marin kaya-organik yang memperlihatkan urutan ekosistem mikroba ke arah pembentukan metan (Rice dan Claypool,

METODA PENELITIAN

Metoda penelitian yang digunakan secara umum adalah geologi kelautan. Metoda ini digunakan untuk memetakan sebaran gas biogenik secara lateral maupun vertikal berupa pemboran dengan tujuan mengetahui jenis sedimen tempat akumulasi sumber daya energi alternatif ini. Data pemboran digunakan pula untuk mengetahui lingkungan pengendapan berdasarkan posisinya pada bagian-bagian sistem delta sekarang dan perubahannya secara vertikal untuk lingkungan pengendapan purba. Visualisasi lingkungan pengendapan delta untuk gas biogenik menggunakan citra yang bebas diakses yaitu earthgoogle.



Gambar 3. Bagian-bagian lingkungan pengendapan delta Sungai Kapuas. Batas antara prodelta dan muka delta (garis putus-putus) diperkirakan dari sebaran sedimen pasir (rona putih) di sekitar delta (Sumber citra: earthgoogle, 2009). Nomor 1 sampai 7 adalah lokasi pemboran.

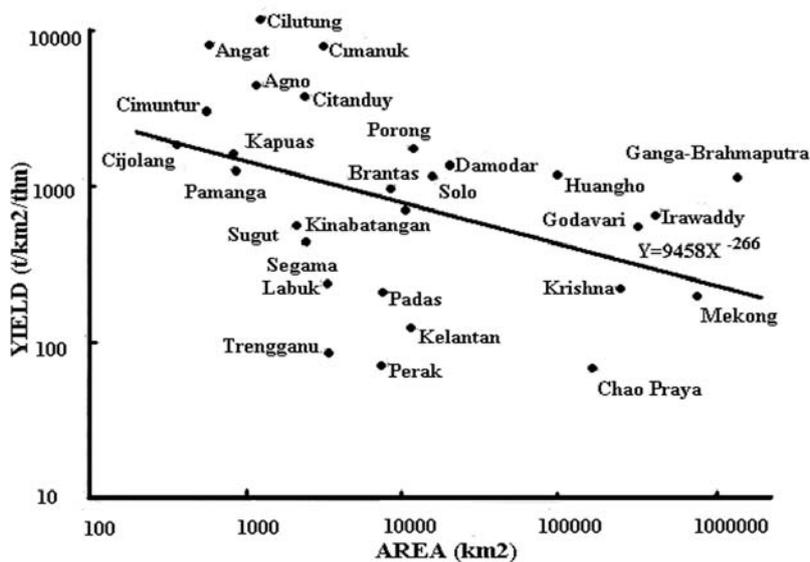
Ketika urutan ekologis pada Gambar 2 dicapai, zona biokimia bergeser ke atas sejalan dengan waktu, mengikuti penambahan sedimen baru pada permukaan air-sedimen. Demikian pula, sedimen yang diendapkan bergeser ke bawah melalui urutan lingkungan diagenesa.

Zona aerobik dalam lingkungan marin secara normal berkembang dalam kolom air dan bagian paling atas kolom sedimen. Selama respirasi aerobik, oksigen cepat terpakai terutama pada daerah dengan tingkat sedimentasi tinggi. Ketika oksigen habis terpakai, organisme aerobik tidak dapat berkembang.

Dalam lingkungan marin, reduksi sulfat menjadi bentuk respirasi dominan setelah terciptanya kondisi anaerobik karena relatif

tingginya konsentrasi sulfat dalam air laut normal (0,028 M). Hanya beberapa spesies mikroba dapat mentoleransi H₂S yang merupakan hasil akhir reduksi sulfat.

Di bawah zona reduksi-sulfat, reduksi CO₂ menjadi proses dominan respirasi anaerobik serta menghasilkan pembentukan metan. Pembentukan metan yang cepat tampaknya dimulai segera setelah sulfat larut mencapai konsentrasi rendah dan reduksi sulfat telah berjalan sempurna. Beberapa kajian menyatakan bahwa metan terpakai pada zona reduksi-sulfat di atasnya. Oleh karenanya kesetimbangan antara produksi dan konsumsi metan merupakan suatu faktor penting pengontrol distribusi metan dalam sedimen marin.



Gambar 4. Muatan sedimen yang diharapkan berdasarkan luasan regional daerah aliran sungai. Data dari Hoekstra (1989), Milliman & Meade (1983), Milliman & Syvitski (1992) dan Murtedza & Ti (1993) (dalam Gupta dan Krishnan, 1994).

Mikroorganisme penghasil-metan sangat terbatas pertumbuhannya daripada pereduksi sulfat dalam hal media yang digunakan untuk tumbuh. Reduksi CO₂ tampaknya merupakan mekanisme pembentukan metan biogenik yang paling memungkinkan dan kelihatannya untuk semua metan yang dihasilkan di lingkungan marin, walaupun tidak menutup kemungkinan bisa juga melalui cara lain.

HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian berupa pembahasan secara rinci bagian-bagian delta terutama berdasarkan data pemboran BOR 4 (Gambar 3 nomor 4). Data pemboran yang dilakukan oleh peneliti lain hanya sebagai pembanding saja. Gambar 3 memperlihatkan bagian-bagian lingkungan pengendapan delta Sungai Kapuas beserta lokasi-lokasi bor.

Gambar 4 memperlihatkan diagram luas area daerah aliran sungai (DAS) dalam km² terhadap muatan sedimen yang dihasilkannya yang diadopsi dari Gupta dan Krishnan (1994). Luas daerah aliran sungai Kapuas adalah 940 km² (Sufa, 2009); dengan menggunakan diagram Gupta dan Krishnan (1994) tersebut muatan sedimen yang diendapkan di perairan delta Kapuas diharapkan sekitar 12.000 ton/tahun.

Muatan sedimen ini tersebar pada area seluas 733,3 km² di perairan delta yang dihitung berdasarkan metoda pemetaan sebaran sedimen (*sediment plume*) di laut sekitar delta dengan data satelit *Advanced Very High Resolution Radiometer* (AVHRR) oleh kedua peneliti tersebut.

Lingkungan Dataran Delta (*delta plain*)

Dataran Delta Bawah (*lower delta plain*)

Kanal Cabang (*Distributary channels*)

Kanal cabang dapat dibedakan menjadi kanal aktif dan kanal tidak aktif. Kanal aktif terdiri dari sedimen pasir; sedangkan kanal tidak aktif tersusun dari sedimen lanau dan lumpur. Di delta Sungai Kapuas, kanal-kanal cabang ini membentuk pulau-pulau delta berpenduduk di antaranya Sepok Laut, Sepok Keladi, Nyamuk dan Tanjung Saleh.

Endapan kanal cabang

Menurut Donaldson (1974) endapan kanal cabang aktif terdiri pasir masif dengan struktur perulangan-gosong (*alternate-bar structures*) yang mencirikan perpindahan lateral minor serta struktur gumuk dan gelembur gelombang (*dune and ripple structures*), pada bagian dasarnya terdapat torehan basal (*basal scour*); mungkin akibat arus dasar sungai yang kuat. Sedangkan endapan kanal cabang tidak aktif terdiri lanau dan lumpur kelabu-gelap dengan fragmen tumbuhan melimpah.

Hasil pengamatan data BOR 3 (Gambar 3 nomor 3) di kanal cabang muara Sungai Kapuas, bagian atas pada kedalaman 0 hingga 4 meter terdapat pasir berwarna kecoklatan berukuran sangat halus dengan penyusun dominan kuarsa serta memiliki pemilahan baik. Menurut Donaldson endapan pasir ini merupakan ciri kanal cabang aktif. Sedangkan di bawahnya pada kedalaman 4 hingga 20 meter terdapat lumpur dan lempung berwarna abu kehitaman yang melimpah akan fragmen tumbuhan; dan

merupakan ciri endapan kanal cabang tidak aktif. Data pemboran ini menunjukkan pergeseran lingkungan pengendapan dari kanal cabang tidak aktif (endapan lumpur dan lempung di bagian bawah) menjadi kanal aktif pada sedimentasi Resen yang menghasilkan endapan pasir tersebut.

Rawa

Di muara Sungai Kapuas, rawa tersebar di dataran delta bawah yaitu pada pulau-pulau delta.

Endapan rawa

Endapan rawa dapat dibedakan menjadi lempung karbonan yang kemungkinan diendapkan di lingkungan rawa dengan drainase baik, serta gambut terdapat dalam lingkungan rawa dengan drainase buruk (Donaldson, 1974).

Endapan rawa dari pengamatan data pemboran terdiri dari lumpur dan lempung hingga kedalaman 49 meter dari dasar laut (titik BOR 5 pada Gambar 3). Di bawah lempung organik ini diendapkan lempung marin berwarna abu kehijauan dengan ketebalan 46 meter (49 – 95 m) serta umumnya homogen. Mendekati 100 meter, litologi berubah menjadi lempung yang bergradasi menjadi kaolin; merupakan indikasi batuan dasar. Disini terjadi perubahan lingkungan dari darat (kaolin), kemudian marin (lempung abu kehijauan) dan rawa pada saat Resen berupa sedimentasi lempung organik.

Pengamatan data pemboran 6, kondisi Resen merupakan lingkungan pengendapan rawa dicirikan oleh lumpur dan lempung organik sampai kedalaman pemboran 10 meter. Kedalaman pemboran 10 hingga 21 meter terdapat pasir berukuran halus hingga sangat halus, yang mencerminkan lingkungan pengendapan transisi/pantai. Sedangkan lempung kaolinan pada kedalaman 21 hingga 50 meter menunjukkan lingkungan pengendapan darat. Urutan perubahan lingkungan adalah darat – transisi/pantai – rawa.

Pantai

Lingkungan pengendapan pantai adalah bagian delta yang menghadap ke laut lepas.

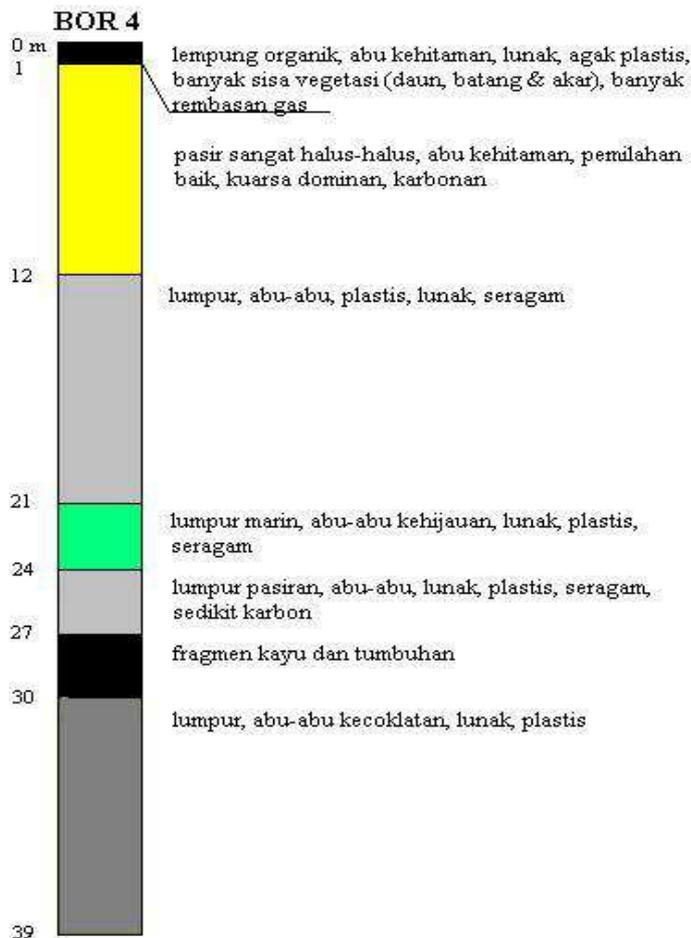
Endapan pantai

Endapan pantai terdiri dari lapisan-lapisan tipis lanau dan pasir sangat halus. Fragmen cangkang jarang terawetkan. Kandungan kuarsanya lebih tinggi daripada ekuivalennya dari endapan sungai (Donaldson, 1974).

Lingkungan pengendapan pantai tercermin dari terdapatnya sedimen pasir pada data BOR 4 (Gambar 3 nomor 4) pada kedalaman 1 hingga 12 meter (Gambar 5). Lingkungan pengendapan ini bisa dikatakan dominan pantai karena litologi di atasnya yang berupa lempung organik tipis, yaitu sekitar 1 meter, yang tampaknya diendapkan dalam kurun waktu yang tidak terlalu lama akibat perubahan garis pantai. Kamiludin (2008) mendokumentasikan perubahan garis pantai di muara Sungai Kapuas ini yaitu dalam kurun waktu 25 tahun garis pantai telah maju sejauh maksimal 1,4 kilometer (rata-rata 56 meter/tahun) akibat meluasnya hamparan pertumbuhan bakau muda ke arah laut.

Di bawah pasir endapan mencirikan lingkungan rawa dengan lempung organik dominan dimana di antaranya diselingi lumpur marin pada kedalaman 21 hingga 24 meter. Lokasi BOR 4 ini menunjukkan indikasi gas biogenik yang cukup melimpah dan telah diutilisasi untuk keperluan penduduk.

Data dari BOR 7 menunjukkan indikasi gas biogenik yang melimpah (Gambar 6) di Tanjung Gemuk – Pulau Sepok Laut. Pada bagian atas berupa lempung berwarna hitam pucat dengan ketebalan lempung organik ini sekitar 1 meter dan kemungkinan diendapkan belum terlalu lama seiring dengan majunya garis pantai di wilayah ini (Kamiludin, 2008). Di bawahnya pada kedalaman 1 hingga 18 meter berupa lumpur berwarna hitam pucat, merupakan ciri lingkungan pengendapan transisi/pantai dengan sisipan pasir berwarna abu kecoklatan berukuran sangat halus hingga halus. Pada kedalaman 18 hingga 33 meter lempung marin diendapkan serta mengandung kaolin (5%). Pasir berada pada kedalaman 33 hingga 45 meter berwarna abu kecoklatan berukuran sangat halus hingga kasar. Potensi gas di Tanjung Gemuk ini walaupun melimpah tapi belum diutilisasi.



Gambar 5. Urutan sedimen dalam lingkungan pengendapan rawa-pantai (lokasi bor pada Gambar 3 nomor 4)

Lingkungan Marin

Muka Delta (*Delta Front*)

Lingkungan pengendapan muka delta adalah lingkungan dimana muatan dasar sungai (*bedload*) diendapkan yang umumnya terdiri dari sedimen pasir (anonim). Lingkungan ini meliputi pula gosong muka kanal (*distributary mouth bar*, Donaldson, 1974).

Endapan muka delta dan gosong muka kanal

Lingkungan pengendapan ini terdiri dari perulangan lapisan-lapisan tipis lanau, pasir sangat halus dan lumpur dengan kontak batuan dasar bergradasi (Donaldson, 1974). Terdapat perlapisan yang sedikit tertekuk mencerminkan bentuk gosong. Pada lingkungan pengendapan ini berkembang struktur gelembur gelombang, gumuk dan perlapisan sejajar.

Endapan lingkungan pengendapan muka delta dapat diamati pada penampang bor 1 yang menunjukkan dominan lempung dan lumpur yang bersifat pasir hingga kedalaman bor 13 meter. Pada bagian bawah sekitar 11 hingga 13 meter merupakan lempung marin. Di bawah lapisan ini, lempung bersifat kaolinan ciri lingkungan pengendapan darat; kedalamannya 13 hingga 20 meter.

Lingkungan pengendapan gosong muka kanal seperti teramati pada penampang bor 2. Urutan pengendapan dimulai dari pasir hingga kedalaman 4 meter, dan dilanjutkan dengan sedimen lumpur dan lempung hingga kedalaman 20 meter. Pada bagian atas (4 – 10 m) lumpur bersifat pasir (kuarsa dan pecahan cangkang), sedangkan pada bagian bawah (10 – 20 m) mengandung organik sisa tumbuhan yang merupakan ciri lingkungan pengendapan rawa.

Prodelta

Lingkungan pengendapan prodelta karena berasosiasi dengan kondisi tenang dasar laut di paparan, tersusun dari sedimen lumpuran.

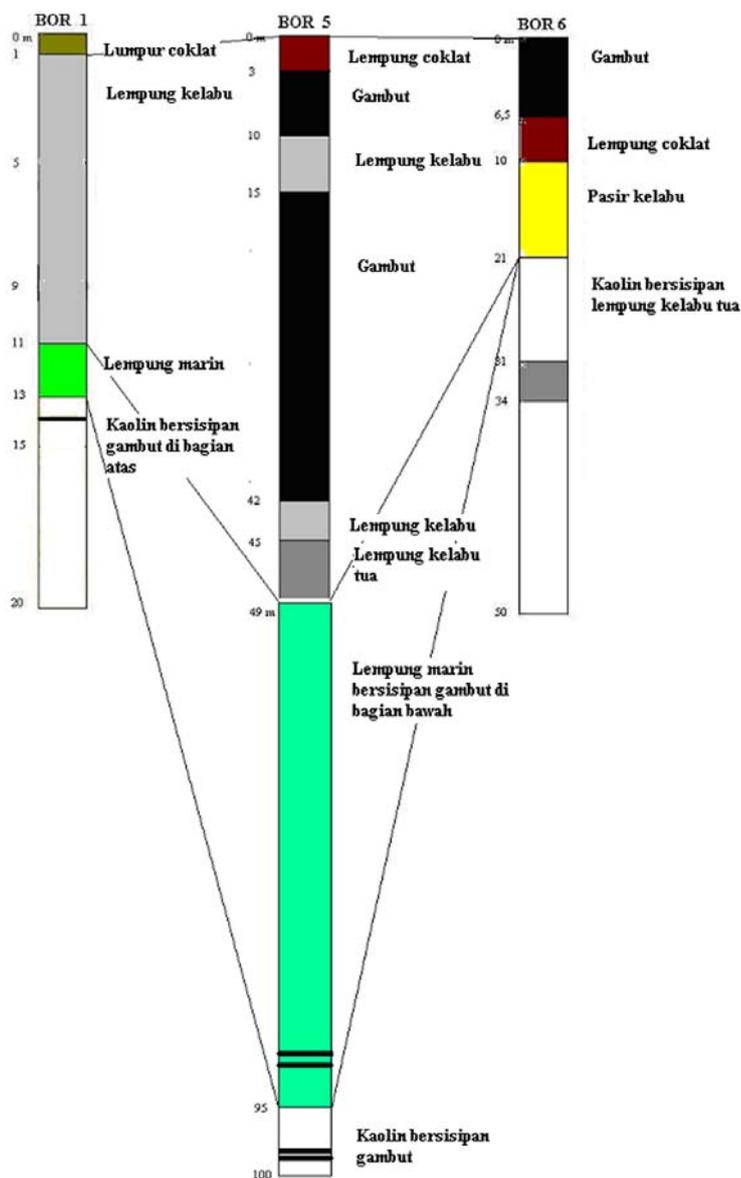
Endapan prodelta

Endapan prodelta terdiri dari laminasi lumpur lanauan dan fragmen tumbuhan. Kondisi pengendapan membentuk lumpur masif.

Lingkungan prodelta dapat diamati dari sebaran sedimen yang didominasi sedimen lanau, secara vertikal sedimen lanau ini membentuk lumpur masif hingga ketebalan sekitar 30 meter seperti teramati dari rekaman seismik.

GAS BIOGENIK DALAM LINGKUNGAN DELTA KAPUAS

Lingkungan dataran delta secara visual dapat dilihat bagian-bagiannya pada citra satelit Gambar 3; sedangkan kondisi bawah permukaan dapat diamati dari data bor. Bor pada lokasi berdekatan dicoba dibandingkan terutama data pada lingkungan pengendapan yang sama. Sebanding bor ini juga dimaksudkan untuk



Gambar 6. Korelasi bor di bagian utara sistem delta Sungai Kapuas, korelasi berdasarkan kemiripan litologi antar bor.

mengidentifikasi bagian delta yang memiliki potensi gas biogenik.

Seperti pada Gambar 6, korelasi yang dilakukan untuk bagian delta di utara muara Sungai Kapuas ini, berhasil mengidentifikasi lempung dan lumpur kaya organik karbon di bagian atas sedimen pada data bor sebagai indikator lingkungan rawa. Di bawah sedimen kaya organik ini diendapkan lempung marin tanpa kandungan karbon; serta dilanjutkan di bawahnya lempung kaolin yang merepresentasikan lingkungan pengendapan darat. Pada bagian utara muara Kapuas ini tidak terdapat indikasi gas biogenik berdasarkan data pemboran tersebut. Lempung organik yang

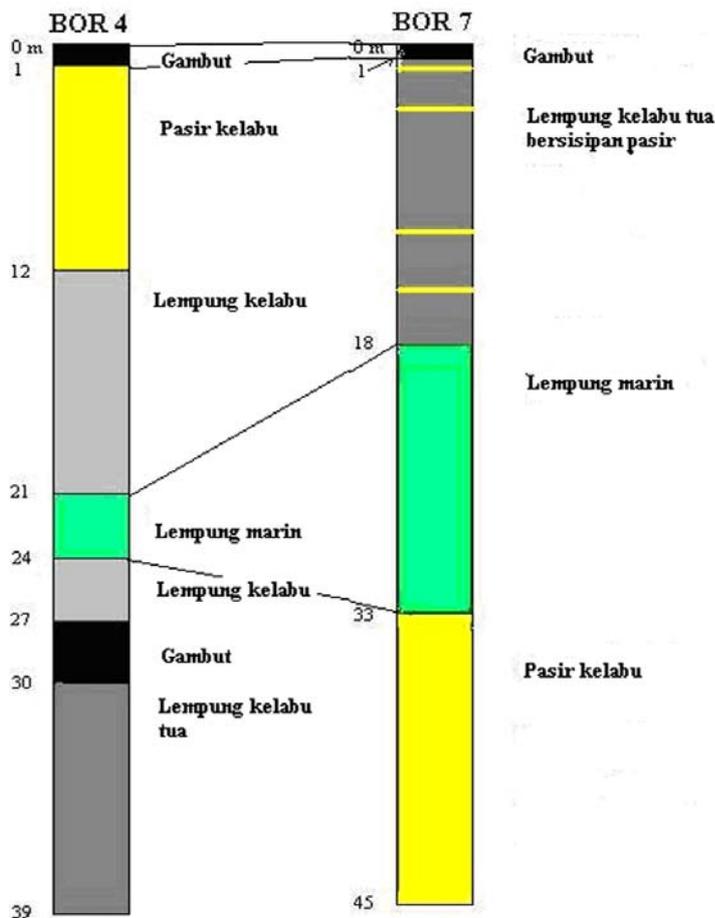
melimpah dapat dianggap sebagai sumber gas biogenik; akan tetapi dikarenakan tidak terdapatnya sistem pemerangkapan yang jelas, tampaknya gas yang dihasilkan bakteri metanogenik langsung dilepaskan ke atmosfer. Satuan pasir pada BOR 6 (Gambar 3 nomor 6) belum dapat bertindak sebagai reservoir gas karena berada di atas kaolin, sehingga tidak terjadi migrasi gas ke atas.

Gas biogenik dalam lingkungan pengendapan delta Sungai Kapuas ini terdapat dalam reservoir pasir yang berukuran sangat halus hingga halus, berwarna abu kehitaman hingga abu kecoklatan, pemilahan baik, kuarsa dominan (50%), karbonan (5-15%), cangkang 5-10% dan muskovit 1-5%. Terdapatnya cangkang mengindikasikan lingkungan pengendapan terdapat pengaruh proses marin, kemungkinan lingkungan pantai. Ketebalan lapisan pasir reservoir ini hasil pengamatan berkisar dari 0,2 meter hingga 12 meter (Gambar 7). Pengamatan pada lubang BOR 7, gelembung gas terjadi secara intensif (Gambar 8); lokasi sangat potensial dengan kandungan gas biogenik melimpah ini belum diutilisasi.

Hasil pemboran, di atas reservoir gas sedimen berupa lempung organik dengan ketebalan sekitar 1 meter berwarna abu kehitaman, lunak, agak plastis, banyak sisa vegetasi serta banyak dijumpai rembasan gas terutama pada saat digenangi air pasang naik. Gas berupa gelembung-gelembung yang naik ke permukaan air. Penentuan lokasi bor (BOR 4) di depan rumah Kepala Desa Sepok Laut adalah berdasarkan rembasan gas tersebut.

Di bawah reservoir sedimen berupa lumpur dengan warna abu-abu, abu kehijauan, dan abu kecoklatan pada kedalaman 12 hingga 39 meter; terdapat juga sisipan fragmen kayu dan tumbuhan pada kedalaman 27 hingga 30 meter.

Terdapatnya satuan pasir dari BOR 2 dan 3 pada bagian atas tanpa adanya sedimen penutup



Gambar 7. Korelasi bor kaya gas biogenik di Pulau Sepok Laut, reservoir pada satuan pasir (1-12 m pada BOR 4 dan 33-45 pada BOR 7).

(Gambar 9), belum dapat bertindak sebagai reservoir gas biogenik. Pengendapan sedimen ini pada saat ini masih berlangsung. Terjadinya perubahan lingkungan yang memungkinkan diendapkannya sedimen *impermeable* yang menutupi pasir ini akan dapat menjadi tempat akumulasi gas.

DISKUSI

Penentuan bagian-bagian delta yang berada di atas permukaan air dapat langsung dibedakan secara visual berdasarkan fisiografinya seperti rawa, pantai, gosong muka kanal dan kanal cabang; akan tetapi bagian di bawah permukaan air laut penentuan ini tidak dapat dilakukan secara visual seperti pada muka delta dan prodelta.

Secara litologi muka delta tersusun dari sedimen pasiran sesuai dengan lingkungan pengendapannya yang aktif mengendapkan 'bed

load' dari sungai yang biasanya terdiri dari sedimen fraksi kasar. Sedangkan prodelta berasosiasi dengan lingkungan pengendapan tenang paparan sehingga diendapkan sedimen suspensi yang sesungguhnya merupakan material halus lanau, lempung dan lumpur (anonim).

Pemetaan sedimen dasar laut yang dilakukan Tim Muara Kakap (2005) dan analisa citra dari earth.google (2009) membantu menentukan batas antara muka delta dan prodelta, berdasarkan distribusi sedimen fraksi kasar pasiran serta distribusi sedimen fraksi halus lumpur. Distribusi sedimen pasiran merupakan lingkungan pengendapan muka delta; sedangkan distribusi sedimen lumpur termasuk lingkungan pengendapan prodelta. Sementara itu, hasil pemetaan di kanal cabang wilayah perairan delta dapat membedakan kanal aktif dan tidak aktif; walaupun pada kanal aktif terisi oleh endapan pasir serta pada kanal tidak aktif tersebar sedimen lanau dan lumpur.

Lingkungan pengendapan dalam sejarah perkembangan suatu sistem delta tidak selalu menunjukkan lingkungan yang tetap. Data pemboran menunjukkan bahwa sering terjadi pergeseran lingkungan ke arah vertikal; ini kemungkinan pengaruh kombinasi muatan sedimen dan fluktuasi muka laut.



Gambar 8. Gelembung gas yang sangat intensif (*intensive gas bubbling*) di Tanjung Gemuk hasil pemboran Tim Muara Kakap (2005, lokasi Bor 7 dalam Gambar 3)

Lingkungan rawa saat ini belum tentu sama pada ribuan tahun lalu; demikian kanal cabang yang tadinya tidak aktif bisa menjadi aktif pada saat sekarang, terbukti dengan terjadinya sedimentasi pasir.

Perubahan lingkungan ini secara sumber daya gas biogenik sangat menguntungkan karena terdapat indikasi gas ini terjebak pada sistem kanal purba yang tadinya aktif. Tipe jebakan yang demikian dinamakan 'shoe string reservoir' atau 'reservoir tali sepatu' karena mengikuti alur kanal. Hasil kajian juga mendapatkan pantai purba dapat bertindak sebagai reservoir yang baik seperti terbukti pada data pemboran 4.

KESIMPULAN

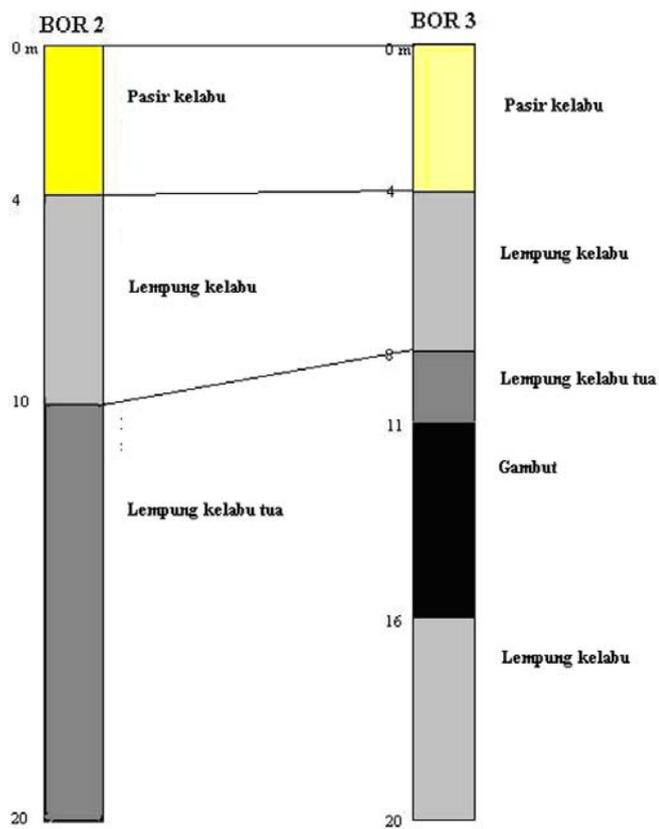
Lingkungan pengendapan delta Sungai Kapuas terdiri dari beberapa lingkungan dengan karakteristiknya masing-masing. Secara umum dapat dibagi menjadi dataran delta dan lingkungan marin. Dataran delta dapat dibedakan dataran delta atas dan dataran delta bawah. Dataran delta atas tidak dibahas disini karena tidak berada pada wilayah pesisir. Sedangkan dataran delta bawah terdiri kanal cabang, rawa dan pantai.

Lingkungan pengendapan marin terdiri muka delta dan prodelta. Lingkungan muka delta sedimen bersifat pasir karena mengendapkan 'bed load' dari sungai; sedangkan lingkungan prodelta sedimen bersifat suspensi material sangat halus yang bersatu dengan lingkungan paparan dengan agitasi lemah.

Gas biogenik di lingkungan pengendapan delta Sungai Kapuas terakumulasi dalam reservoir pasir kanal cabang purba yang tersebar mengikuti bentuk kanal serta reservoir pasir pantai purba.

ACUAN

Donaldson, A. C., 1974, Ancient deltaic depositional environments recognized in Pennsylvania rocks of northern Ohio River valley: in Donahue, J., and Rollins, H. B., eds., *Conemaugh (Glenshaw) Marine Events, Field Guidebook, Pittsburgh Geological Society*, p. F-1 to F-11, dalam www.geology.pitt.edu



Gambar 9. Korelasi bor dengan endapan pasir di bagian atas

earthgoogle, 2009

Gupta, A., and Krishnan, P., 1994, Spatial distribution of sediment discharge to the coastal waters of South and Southeast Asia, *Variability in Stream Erosion and Sediment Transport (Proceedings of the Canberra Symposium December 1994)*. IAHS Publ. no. 224, 1994.

Kamiludin, U., Darlan, Y., Hanafi, M., Widiatmoko, H.C., Suprijadi, Widjaksana, K.H. dan Hartono, 2004, Penyelidikan Emas Letakan di Perairan Delta Kapuas, Pontianak, Kalbar, *Puslitbang Geologi Kelautan*.

Kamiludin, U., 2008, Perubahan garis pantai Delta Kapuas, Pontianak Kalimantan Barat. *Kumpulan Makalah Pilihan Puslitbang Geologi Kelautan, Vol. 1, No.1, 2008, hal. 60-64.*

Rice, D.D. and Claypool, G.E., 1981, Generation, Accumulation, and Resource Potential of

- Biogenic Gas, *AAPG Bulletin*, Vol. 65, No. 1, pp. 5-25.
- Sufa, T., 2009, Kapuas River a Big Waste Damp, *The Jakarta Post*, Tue. 01/13/2009
- Darlan, Y., Kamiludin, U., Kurnio, H., Rahardiawan, R., Hutagaol, dan J.P., Sianipar, A.H., 2005, Eksplorasi Prospektif Gas Biogenik Kelautan Perairan Muara Kakap dan sekitarnya – Kalimantan Barat, *Puslitbang Geologi Kelautan*.