

KARAKTER WILAYAH GENANGAN LAKUSTRIN HOLOSEN BERDASARKAN ASPEK
SEDIMENTOLOGI DAN STRATIGRAFI ENDAPAN RAWA DAN UNDAK SUNGAI
(Studi Kasus Geologi Kuarter Daerah Air Molek dan Sekitarnya, Kab. Singingi dan Kab.
Indragiri Hulu, Provinsi Riau)

S. Hidayat, C. Basri, Subiyanto, H. Mulyana, dan H. Moechtar

Pusat Survei Geologi, Badan Geologi
Jl. Diponegoro No.57 Bandung 40124

SARI

Studi ini dilakukan mencakup analisis sedimentologi dan stratigrafi terhadap sembilan contoh sedimen hasil pemboran. Pemboran dilakukan di sepanjang lintasan A – B, yang berarah barat daya - timur laut di daerah sekitar S. Indragiri, selatan Rengat. Penelitian dilakukan pada endapan alur sungai dan lakustrin di bawah endapan rawa dan undak sungai hasil pengeboran berkisar antara 3,80 - 9,95 m. Korelasi perubahan lingkungan pengendapan secara lateral dan vertikal dapat dikelompokkan menjadi dua interval pengendapan, yaitu Interval pengendapan I dan II (IP I dan IP II). Perubahan komposisi litologi endapan tersebut secara tegak dapat dihubungkan dengan kondisi kelembaban, hal ini terlihat dari perbedaan karakter fasies endapan lakustrin atas dan bawah. Bergesernya poros cekungan antara lingkungan lakustrin bawah dan atas, dikontrol oleh perubahan *base-level*, sebagai akibat aktifitas tektonik yang berdampak turun naiknya dasar cekungan.

Kata kunci: Sedimen Kuarter, lakustrin, iklim, tektonik

ABSTRACT

This study was based on analyses of sedimentology and stratigraphy of nine sediment samples obtained from shallow boreholes. The boring was done of A - B traverse, southwest – northeast direction around Indragiri river, south of Rengat. The study was focus on river channel and lacustrine deposits under the swamp sediments and river terraces as the result of penetration of the bore head varies from 3.80 to 9.95 m. Based on the correlation of lateral and vertical variation, the stratigraphic succession can be grouped into two depositional interval i.e. depositional interval I & II. (IP.I & IP II). Vertical changes on the lithologic composition can be related to changes on humidity conditions. It is shown from the changes in the character of the facies between lower and upper lacustrine. Changes in basin centre between lower and upper lacustrine environment, as the result of basement movement caused by tectonic activity, impacted to up and down movement of the basin floor.

Keywords : Quaternary sediments, lacustrine, climate, tectonic

PENDAHULUAN

Secara administratif, lokasi penelitian terletak di 2 (dua) kabupaten di Provinsi Riau yang dibatasi koordinat geografi 00° 15' 00" hingga 00° 30'00" LS dan 102° 15'00" - 102° 30'00" BT (Gambar 1). Bagian timur daerah penelitian termasuk dalam kawasan Kabupaten Indragiri Hulu. Selanjutnya, bagian barat daerah penelitian termasuk bagian Kabupaten Singingi yang beribukota di Teluk Kuantan.

Suwarna dr. (1994) memetakan geologi lembar Rengat, Sumatera pada skala 1:250.000

(Gambar 2), mereka membedakan endapan Holosen di daerah ini menjadi endapan-endapan undak sungai (Qrt), kipas (Qf), rawa (Qs), serta aluvium dan endapan pantai. Endapan-endapan undak sungai dan rawa merupakan fasies Kuarter yang terdapat di daerah penelitian. Secara umum, dalam kurun waktu Kuarter khususnya Plistosen Akhir-Holosen ditandai oleh pergantian iklim secara menyolok yaitu di kala temperatur mendingin, maka pengesan atau glasiasi meluas. Sebaliknya, di saat temperatur berangsur memanas, maka es kembali mencair. Peralihan peristiwa global tersebut mengikuti siklus Milankovitch (Perlmutter dan Matthews, 1989). Penelitian Hidayat dr. (2008) terhadap endapan berumur Kuarter di lepas pantai antara laut tepi

cekungan Sumatera Tengah dan P. Kundur menyimpulkan bahwa perubahan iklim merupakan faktor kendali utama proses terbentuk dan berkembangnya endapan Holosen di tempat tersebut. Munculnya endapan material rombakan dan berpindah sistem alur sungai berkaitan dengan efek tektonik, sedangkan turun-naiknya muka laut berhubungan dengan penurunan regional pantai Sumatera timur atau oleh gerak tektonik regional yang terjadi pada sistem tektonik Kuartar di dataran Sunda (Hidayat dr., 2008). Berbagai penelitian (Harsono, 1974; Katili dan Tjia, 1969; Nitiwisastro dr., 1995; Moechtar dr., 1997; Soehaimi dan Moechtar; 1999; Moechtar; 2007; dan Hidayat dr., 2008) membuktikan bahwa dataran Sunda secara keseluruhan merupakan daerah tidak stabil, gerak-gerak tektonik telah terjadi di P. Bangka, P. Kundur, dan lepas pantai P. Karimata selama Plistosen Akhir.

Peristiwa glasiasi maksimum terakhir terjadi pada 21.000 tahun yang lalu, ketika muka laut sangat rendah (-120 ± 20 m) dibanding muka laut sekarang (Pirazzoli, 1991). Di Asia Tenggara, muka laut Kuartar dianggap bersifat eustatik karena paparan Sunda memiliki tektonik stabil (Kuenen, 1950), namun di beberapa tempat terjadi kegiatan tektonik. Pendapat Kuenen (1950) tersebut kemungkinan berkaitan dengan tektonik global, sedangkan di dalam daerah yang diteliti, kemungkinan berkaitan dengan efek tektonik lokal yang terjadi di daerah dataran Sunda. Menurut Biswas (1973) berdasarkan kandungan foraminifera dan pollen kedalaman laut di Laut Cina Selatan selama Plistosen adalah bersifat neritik (50-200 m) yang selanjutnya berubah menjadi paya bakau, paya air tawar, paya gambut dan lateritan. Ia mengatakan penurunan muka laut terakhir berlangsung kira-kira 11.000 tahun yang lalu dan lebih dari 18.000 tahun yang lalu permukaannya rendah. Kisaran muka laut tersebut memperlihatkan gejala naik pada posisi 120 m (Fairbanks, 1989; Bard dr., 1996). Oleh karena itu, penelaahan rekaman perubahan lingkungan pada 18.000 tahun yang lalu khususnya torehan lembah akibat naiknya muka laut sangat perlu diperhatikan.

Penelitian stratigrafi detil dan *dating* umur terumbu Holosen membuktikan bahwa muka laut tinggi maksimum terjadi pada 9000 – 10.000 tahun yang lalu (Chappel dan Polach, 1991). Chappel (1974) lebih jauh mengatakan bahwa selama akhir 7000 tahun yang lalu cekungan samudera mengalami

depresi rata-rata 8 mm/tahun, dan bersamaan dengan itu secara kontinyu muka laut naik kurang lebih 16 m. Studi determinasi turun naiknya muka laut di selatan paparan Beringia pada Plistosen akhir mengindikasikan bahwa pada Holosen gejala muka laut dalam hubungan kontrol isostasi, tektonik, dan iklim mempunyai masa panjang (Jordan, 1999). Penelitian ini didasarkan pada pemahaman atas implikasi geomorfik dan ekologi muka laut.

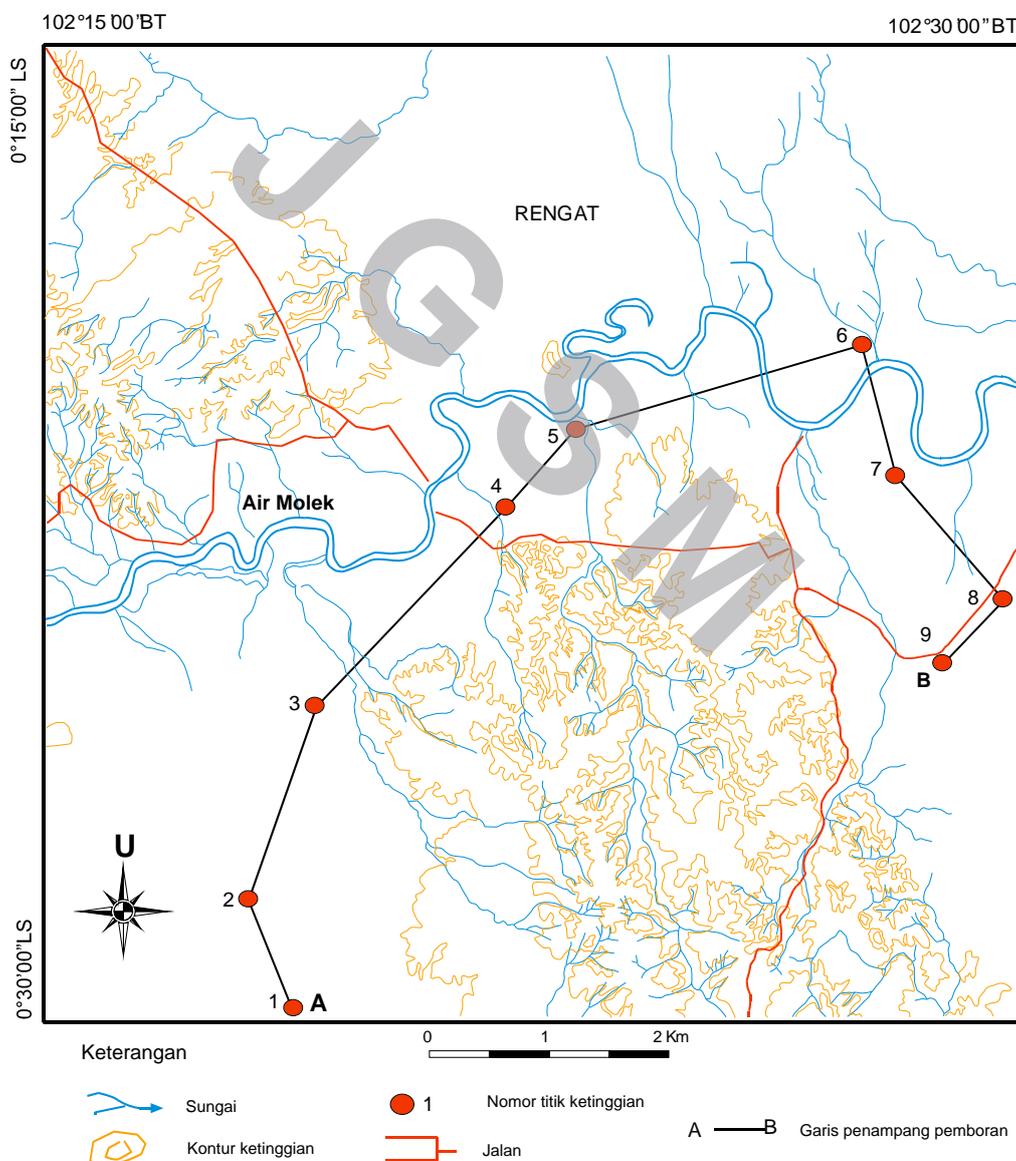
Permasalahan tersebut di atas menunjukkan bahwa perubahan global iklim dan tektonik sangat erat kaitannya dalam kendali pembentukan endapan Kuartar untuk dapat menjelaskan runtunan stratigrafinya. Studi ini dilakukan untuk mempelajari keterkaitan antara aspek sedimentologi dan stratigrafi pada endapan Holosen yang dikendalikan pembentukannya oleh perubahan iklim dengan kegiatan tektonik di daerah penelitian, melalui: (a) Deskripsi lithofasies dalam kaitannya dengan lingkungan pengendapan, (b) Telaah berubahnya lingkungan sehubungan dengan faktor yang mempengaruhi pembentukannya, (c) Kajian perubahan lingkungan, siklus iklim dan tektonik, dan (d) Diskusi tentang runtunan sedimen dan keterkaitannya dengan peristiwa perubahan lingkungan di kala Holosen-Resen.

METODE

Dalam penelitian ini, endapan Kuartar hasil pembaran dangkal diamati secara rinci. Ciri mengenai perkembangan dan pembentukan fasiesnya yang terkandung di dalamnya baik secara lateral ataupun vertikal. Metode pembaran dangkal yang diterapkan menggunakan konsep pemetaan Geologi Kuartar berdasarkan "Sistem Legenda Tipe Penampang" (*Profile Type Legend System*) yaitu tipe legenda yang mengulas unit-unit peta yang diwakili oleh tipe penampang (urut-urutan vertikal dari endapan sedimen sampai kedalaman tertentu). Sistem tipe penampang ini, sangat cocok diterapkan khususnya di daerah sedimen Holosen yang dapat ditembus dengan mudah oleh bor tangan. Metode ini pertama kali dikembangkan oleh *Netherland Geological Survey* pada tahun 1960, dan dimodifikasi oleh *Geological Survey of Lower Saxony, West Germany* pada 1977. Pada awal 1980, Puslitbang Geologi mengembangkan metode tersebut untuk kebutuhan penelitian Kuartar dalam pekerjaan pemetaan.

Dalam penelitian ini telah dilakukan telaahan terhadap sampel dari 9 (sembilan) titik pembooran dengan kedalaman antara 3,80 hingga 9,95 m berskala tegak 1:100 (Gambar 3). Data tersebut kemudian dipilah berdasarkan lingkungan pengendapannya sesuai dengan ciri dan karakter litologinya. Dari hasil pengamatan data pembooran, sedimen di daerah penelitian dapat dikelompokkan menjadi fasies-fasies: alur sungai, lingkungan genangan/ lakustrin bawah, dan lingkungan genangan/ lakustrin atas yang dialasi oleh lempung kaolin sebagai pelapukan batuan dasar atau endapan kolovial (*colluvial deposits*). Akhirnya, rangkaian sedimen tersebut dikorelasikan.

Rekonstruksi rangkaian stratigrafi pada dasarnya adalah berkaitan dengan perkembangan lingkungan pengendapannya yang dapat ditafsirkan, khususnya terhadap faktor kendali pembentukannya sehingga karakteristiknya dapat diketahui. Selain itu, dilakukan pengambilan contoh untuk pentarikan umur karbon (C^{14}) pada lapisan berhumus dan gambut sebanyak 9 (sembilan) contoh pada interval lapisan yang berbeda dan terpilih (gambar 3). Umur dari lapisan gambut tersebut akan memberikan informasi keterkaitan peristiwa Kuartar dalam kerangka ruang stratigrafi agar dapat menjelaskan peristiwa yang terjadi di tempat lain.



Gambar 1. Peta lintasan pembooran daerah penelitian.

GEOLOGI REGIONAL

Daerah penelitian dapat dikelompokkan menjadi 2 bentang alam, yaitu: (1) bentang alam pedataran yang tersusun dari endapan rawa dan undak sungai yang membujur mengikuti dan mengapit lingkungan alur Sungai Indragiri dengan ketinggian kurang dari + 8 m dari permukaan laut (dpl), (2) bentang alam perbukitan yang disusun oleh sejumlah formasi batuan berumur Tersier dan Plistosen yang membujur dari barat laut-tenggara dengan elevasi kurang dari + 53m dpl yang luasnya mencapai 45%. Bentang alam pedataran ditandai oleh mengalirnya Sungai Indragiri dari perbukitan di bagian barat daya, yang merupakan sungai utama dan tempat bermuaranya sungai-sungai kecil yang berasal dari perbukitan sekitarnya. Stadium erosi Sungai Indragiri termasuk dewasa menuju lebih tua, yang ditandai oleh bentuk alur sungainya yang berkelok-kelok dengan erosi mendatar lebih dominan. Gejala ini adalah umum terjadi di bagian dataran rendah aluvial/ rawa. Bentang alam perbukitan, umumnya tersusun oleh batuan sedimen berumur Tersier dan Plistosen yang telah mengalami perlipatan dan penyesaran. Umumnya bagian ini digunakan untuk perkotaan, pemukiman penduduk dan perkebunan.

Stratigrafi daerah penelitian dan sekitarnya disusun oleh Formasi Airbenakat (Tma) sebagai batuan tertua yang tersingkap berumur Miosen Akhir terdiri dari perselingan batulempung, batupasir, serpih dan batulanau, sisipan batupasir tufan serta lensa batupasir kuarsa dan lignit (Gambar 2). Menurut Suwarna dr. (1994), formasi ini pada alas runtunan setempat berupa batulempung gampingan atau konglomerat. Warna umum dari batuan tersebut adalah kelabu muda, kelabu kebiruan dan kehijauan; mengandung mineral glaukonit, mika dan pirit, padat sampai repui, lunak, dengan tebal 100 hingga 200 m. Formasi ini tersebar di sebelah tenggara. Selanjutnya, diendapkan Formasi Muaraenim (Tmpm) yang terdiri dari perselingan secara jari jemari antara batupasir tufan berbutir halus-menengah dengan batulempung tufan, serpih tufan dan tuf, kelabu-kelabu tua kehitaman, kecoklatan dan kemerahan, sisipan dan kanta lignit serta kayu terarangkan, sisipan buncak dan urat oksida besi. Formasi ini tersebar memanjang berarah barat laut-tenggara dengan tebal dari 200 hingga 400 m. Secara tidak selaras, di atas Formasi Muaraenim tersebut diendapkan Formasi Kerumutan (Qtke)

berumur Plistosen Bawah. Formasi ini terdiri dari batupasir kuarsa berbutir halus-sedang, batulempung tufan, tuf, setempat lempung pasir tufan-kerikilan, kelabu muda, abu-abu kemerahan, setempat silang siur, tebal dari 50 hingga 75 m. Formasi ini tersebar mengikuti pola sebelumnya, dan langsung berbatasan dengan Formasi Holosen yaitu endapan rawa dan undak sungai. Endapan rawa (Qs), terdiri dari lempung; lumpur; lanau, pasir dan gambut. Sedangkan endapan undak sungai (Qrt) terdiri dari kerakal, kerikil dan pasir.

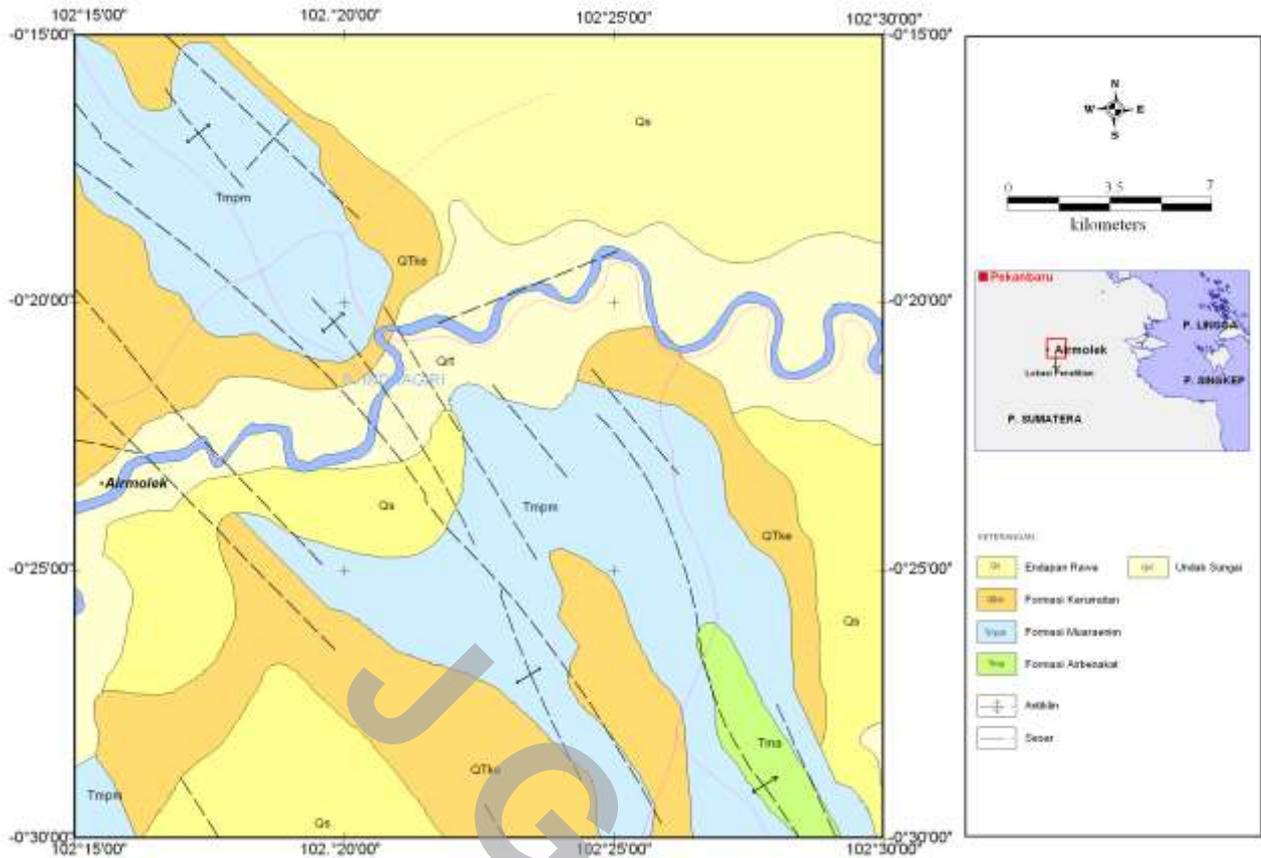
Struktur geologi daerah Air Molek dan sekitarnya memperlihatkan bahwa daerah ini telah tersesar dan terlipatkan. Perlipatan berupa antiklin, terlihat pada batuan-batuan Tersier, dengan arah-arah sumbunya barat laut-tenggara disebut sebagai antiklin Japura (Suwarna dr., 1994). Sesar utama di daerah ini adalah sesar yang memotong S. Indragiri yang sejajar dengan antiklin utama, diperkirakan sesar tersebut melalui semua formasi batuan berarah barat laut-tenggara. Sesar lainnya adalah sesar-sesar yang berarah sama yaitu barat laut - tenggara (Gambar 2).

LITOLOGI DAERAH PENELITIAN

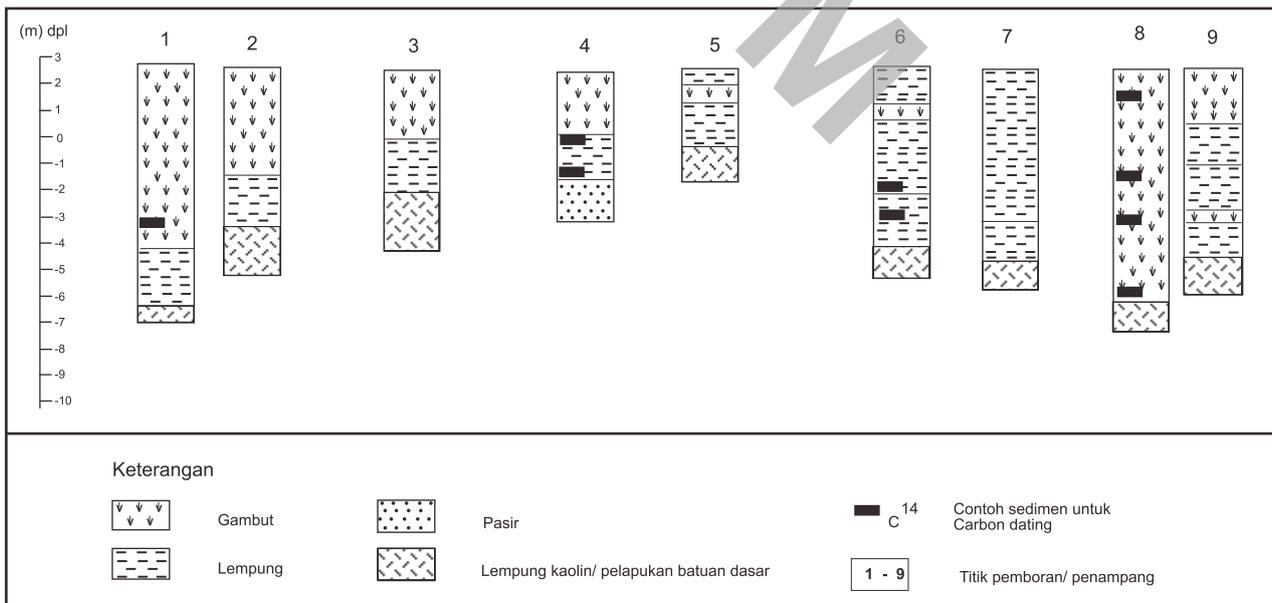
Litologi bawah permukaan hasil pemboran, terdiri dari material klastika pasir dan lempung, mengandung gambut dan material pelapukan batuan dasar berupa lempung kaolin (Gambar 3). Komposisi dan ciri litologinya material tersebut secara vertikal dapat dikelompokkan menjadi 4 (empat) fasies pengendapan, yaitu endapan-endapan pelapukan batuan dasar, fasies endapan alur sungai, lingkungan genangan/lakustrin bawah, dan lingkungan genangan/ lakustrin atas (Gambar 4).

Pelapukan Batuan Dasar

Material lapukan batuan dasar terdiri dari lempung kaolin, putih hingga abu keputihan, keras hingga sedang, semakin ke bawah dijumpai pecahan batupasir dan batulempung. Kadang-kadang lempung kaolin tersebut menunjukkan bercak-bercak kuning hingga merah dan mengandung fragmen batupasir dan batulempung yang semakin ke arah bawahnya bertambah keras dan sulit ditembus bor (Gambar 3). Batuan tersebut ditafsirkan sebagai pelapukan batuan dasar yang sebagian sudah menjadi endapan kolovial yang mengalasi endapan Holosen tersebut, sebagai pelapukan Formasi Kerumutan (Qtke) berumur Plistosen Bawah.



Gambar 2. Peta geologi daerah penelitian (sumber : Peta Geologi Lembar Rengat, Sumatera, Suwarna dr., 1994).



Gambar 3. Susunan litologi endapan kuartar bawah permukaan daerah penelitian.

Fasies Endapan Alur Sungai

Jenis litologi ini terdiri dari pasir berukuran menengah, berwarna abu-abu kecoklatan, lepas, membundar baik hingga menyudut tanggung, terpilah sedang hingga buruk, butiran menghalus ke arah atasnya (*fining upwards*) dengan tebal lebih dari 1,5 m serta memiliki batas tegas dengan fasies yang berada di atasnya (Lokasi pemboran/ Lp. 4/ Gambar 3). Endapan ini ditafsirkan sebagai hasil endapan alur sungai.

Lingkungan Genangan Lakustrin Bawah

Jenis litologi ini terdiri dari perselingan lempung, lempung bergambut, dan gambut. Lempung berwarna abu-abu muda hingga kehitaman, lunak hingga sedang yang ke arah atasnya semakin lunak, dengan kandungan sisa-sisa tanaman $\pm 10\%$, ketebalan antara 0,5 m hingga 2,2 m kadang-kadang memperlihatkan lapisan halus dan tipis sejajar (*even lamination*) (Lp. 1,2,3,4,5,8, dan 9/ Gambar 3). Selain itu, terkandung pula lapisan lempung berwarna putih hingga abu-abu keputihan, kaya akan kaolin setebal 0,3 m (Lp. 9/ Gambar 3). Lempung bergambut, abu-abu kehitaman tebal 0,5 m dan lunak dijumpai pada Lp. 9 (Gambar 3). Fasies lainnya yaitu lapisan gambut, memiliki ketebalan antara 0,5 m hingga 7,85 m (Lp. 1,2,8, dan 9/ Gambar 3). Umumnya lapisan gambut tersebut berwarna coklat kehitaman, semakin ke arah atas menjadi coklat muda hingga coklat kehitaman, dan memiliki kekerasan antara lunak hingga sangat lunak. Setempat lapisan gambut tersebut berwarna hitam (Lp. 9/ Gambar 3) dengan ketebalan 0,5 m dan lunak dengan kandungan air relatif besar.

Lingkungan Genangan Lakustrin Atas

Lingkungan genangan ini memiliki ketebalan antara 1,10 hingga - 8,70 m dari permukaan (Gambar 3 Lp. 3,4,5,6,7,8, dan 9), terdiri dari lempung, lempung bergambut, dan gambut. Lempung, berwarna abu-abu keputihan hingga abu-abu kecoklatan, kekerasan sedang hingga lunak, tidak memperlihatkan perlapisan, mengandung sisa-sisa tumbuhan yang merata hingga bertambah ke arah atasnya $\pm 15\%$. (Gambar 3 Lp. 6 dan 7). Kadang-kadang dijumpai lempung bergambut (Gambar 3 Lp. 5 dan 6), berwarna coklat kehitaman, tebal $\pm 0,6$ m, terletak pada interval sedimen lempung. Gambut, berwarna coklat kehitaman hingga coklat pada interval atasnya, lunak hingga sedang dengan

kandungan air yang relatif rendah dibanding lapisan gambut pada lingkungan lakustrin sebelumnya, dengan kandungan sisa-sisa tumbuhan yang semakin minim. Ciri dari kombinasi fasies tersebut, ditafsirkan sebagai proses yang berlangsung pada lingkungan lakustrin di mana wilayah genangan tersebut di bawah pengaruh arus tenang atau suspensi. Terbentuknya lapisan-lapisan gambut kemungkinan berhubungan dengan munculnya tumbuhan secara terus menerus.

Berdasarkan karakter korelasi dari susunan rangkaian interval fasies pengendapannya, maka posisi stratigrafinya dapat dipisahkan menjadi 2 (dua) Interval Pengendapan (IP) yaitu IP I dan IP II (Gambar 4). IP I dicirikan oleh lingkungan genangan atau lakustrin bawah yang ditandai oleh pembentukan lapisan-lapisan yang cenderung berwarna lebih gelap dengan sebaran semakin meluas ke arah selatan, dan berkembangnya alur sungai (Gambar 4). Sebaliknya, pembentukan IP II ditandai oleh meluasnya lingkungan lakustrin ke arah utara sekitar Lp. 6 dengan ciri litologinya berwarna lebih terang (Gambar 4). Perbedaan antara kedua interval pengendapan tersebut terlihat dari dimensi cekungan dan karakter susunan fasies yang berbeda.

KARAKTER WILAYAH GENANGAN LAKUSTRIN

Karakter perkembangan wilayah genangan lakustrin di daerah penelitian, lebih lanjut dapat dijelaskan sebagai berikut (Gambar 4):

Interval Pengendapan I (Lakustrin Bawah)

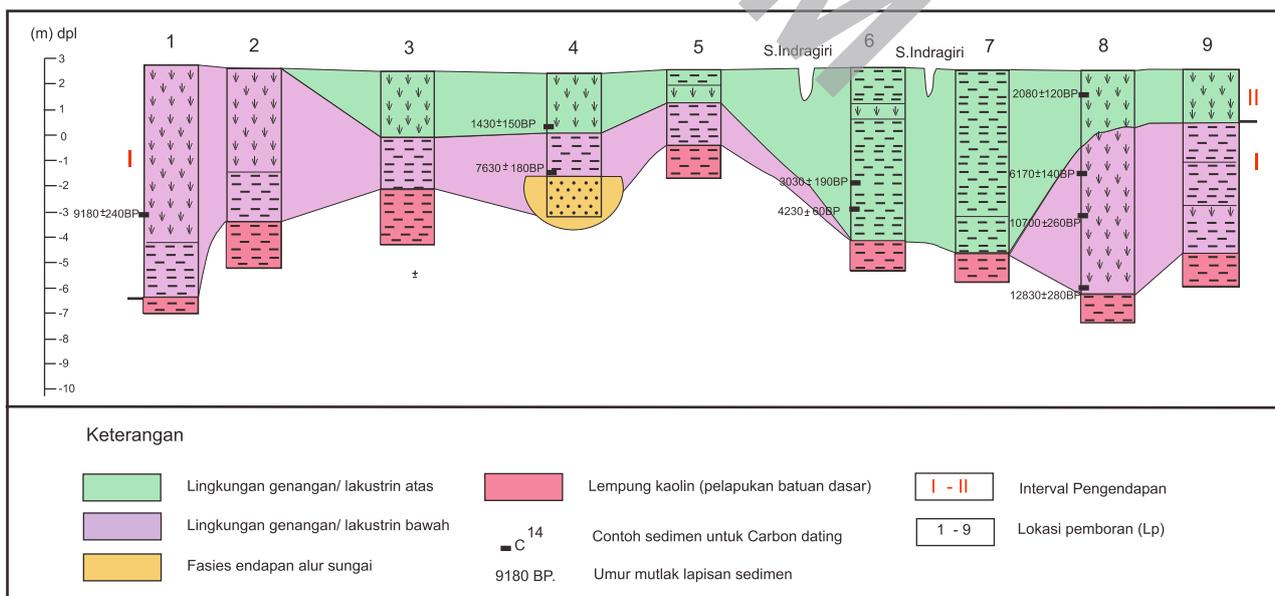
Pembentukan Interval Pengendapan ini ditandai oleh aktifitas alur sungai yang berkembang pada lapisan lempung. Meski proses alur sungai berlangsung akan tetapi tidak dijumpai endapan limbah banjir di tempat tersebut. Diperkirakan alur sungai mengalir di daerah yang relatif rendah dan terjadi proses penumpukan muatan atau sarat muatan, sehingga energi alirannya menjadi turun drastis. Peristiwa tersebut adalah umum terjadi di daerah genangan. Komposisi lempung yang berwarna semakin gelap ke arah atas dan mengandung sisa-sisa tumbuhan serta berlapis tipis sejajar adalah ciri dari produk energi yang hampir tenang di dalam suatu proses pengendapan. Gejala ini diikuti oleh

berkembangnya lempung bergambut berwarna gelap. Pembentukan fasies-fasies tersebut, kemungkinan berhubungan dengan kondisi volume air yang relatif tinggi dalam keadaan tingkat kelembaban yang besar. Lempung berwarna putih mengandung kaolin yang terletak di bawah lapisan lempung bergambut (Lp. 9/ Gambar 4), berasal dari hasil erosi pelapukan batuan dasarnya, sedangkan lapisan gambut yang terletak di atasnya, mungkin merupakan bagian dari paparan atau pinggir cekungan yang terbentuk di saat tingkat kelembaban tinggi.

Ke arah atas dari rangkaian fasies-fasies tersebut, umumnya terbentuk lapisan gambut yang bewarna agak gelap menuju terang. Berkembangnya fasies gambut tersebut, berhubungan dengan menurunnya tingkat kelembaban sehingga memberi kesempatan semakin meluasnya perkembangan dari tumbuh-tumbuhan. Diperkirakan sumbu dari cekungan genangan tersebut adalah berarah utara-selatan, yang kedalamannya mengarah ke selatan Lp. 1 (Gambar 3). Lingkungan genangan lainnya diperkirakan berkembang di sekitar Lp. 8 dan 9 (Gambar 3). Perkembangan lingkungan demikian, mungkin berindikasikan bahwa wilayah tersebut pada dasarnya terdiri lebih dari satu cekungan genangan atau sebagai wilayah genangan yang memiliki alas cekungan berundulasi.

Interval Pengendapan II (Lakustrin Atas)

Interval Pengendapan II berawal dari terbentuknya lingkungan genangan yang posisinya berbeda dari sebelumnya. Lingkungan lakustrin tersebut memperlihatkan bahwa ke arah barat daya dan tenggaranya adalah menuju bagian tepi cekungan (Gambar 4). Ini berarti bahwa, sumbu atau poros cekungan telah mengalami pergeseran atau perpindahan dari posisi sebelumnya. Atau dapat diartikan kemungkinan alas dari cekungan lakustrin tersebut bergerak naik-turun akibat efek tektonik sehingga poros cekungan mengalami pergeseran dari posisi semula. Sehingga diduga efek tersebut tidak berkaitan dengan proses erosi sungai berkelok karena tidak dijumpai perkembangan sungai yang lain di sekitarnya akibat mengalami perpindahan atau pergeseran dari posisi semula. Umumnya litologi yang menyusun IP II tersebut adalah lempung yang masif dan tidak berlapis dengan warna yang lebih muda, semakin ke arah atas kandungan sisa-sisa tumbuhan semakin besar dibanding lempung yang terbentuk pada IP I. Komposisi demikian, cenderung menggambarkan bahwa proses pengendapan ketika itu di bawah pengaruh volume air yang semakin berkurang dan berakibat energi aliran hampir-hampir tidak bekerja. Pada bagian tepi cekungan, terjadi pembentukan gambut yang menandakan bahwa tumbuh-tumbuhan berkembang di tempat tersebut secara baik meski jauh berkurang terbukti dari akumulasi pembentukan interval gambut pada IP I



Gambar 4. Rangkaian fasies endapan kuartar bawah permukaan daerah penelitian.

(Gambar 3)., Salah satu faktor pengendalinya terbentuknya fasies endapan-endapan tersebut berhubungan dengan jumlah volume air, sehingga ditafsirkan bahwa selama pembentukan IP II dipengaruhi oleh kondisi tingkat kelembaban yang jauh menurun di banding pembentukan IP I.

Faktor Kendali Pembentukan Fasies Endapan

Dari karakter wilayah genangan tersebut di atas, dapat dijelaskan bahwa:

1. Terbentuknya IP I ditandai oleh aktifitas alur sungai di bawah kendali tingkat kelembaban yang besar, yang kemudian diikuti oleh terhentinya alur sungai tersebut. Pada umumnya, suatu alur sungai akan berhenti mengalir apabila energi volume air di sepanjang alurnya hampir-hampir tidak ada. Sedangkan ketika itu tingkat kelembaban adalah besar, sehingga alur sungai bukannya berhenti akan tetapi mungkin mengalami pergeseran. Pergeseran tersebut tentunya berhubungan dengan Bergeraknya alas cekungan.
2. Perkembangan proses sedimentasi selama IP II dicirikan oleh bergesernya poros cekungan dari posisi semula. Ini berarti bahwa peralihan proses terbentuknya lingkungan IP I ke IP II, ditandai oleh kegiatan tektonik. Terbukti dari bergeser dan berubahnya garis paparan lingkungan lakustrin dari sebelumnya. Perubahan fasies, seperti komposisi warna dan variasi kandungan sisa-sisa tumbuhan, menandakan bahwa gejala tersebut berhubungan dengan tingkat kelembaban. Dengan demikian, secara umum dapat dinyatakan bahwa dimensi lingkungan lakustrin IP II adalah menyusut dibanding lakustrin IP I karena tingkat kelembabannya jauh lebih kecil, namun luas cekungan sulit diprediksi karena berkaitan dengan intensitas tektonik
3. Bergesernya sumbu lingkungan lakustrin dari waktu ke waktu menunjukkan bahwa pendalaman cekungan berkembang ke arah utara, dimana poros cekungan IP I terletak di selatan sekitar Lp. 1 dan 8/9 (Gambar 4). Sebaliknya, pembentukan cekungan lakustrin IP II berada di utaranya yaitu Lp. 6 dan 7 (Gambar 4). Perpindahan poros cekungan ke utara dicirikan oleh pergeseran alur sungai purba ke posisi alur Sungai Indragiri sekarang. Rabe dan

Chadde (1994, dalam Fiedler dr. 1990) melakukan penelitian di daerah lahan alami Idaho dan barat Montana, mereka membedakan lingkungan lakustrin menjadi sistem *lentic* yang dicirikan oleh posisi air terbuka, dan sistem lotic yaitu air yang berjela-jela (*flowing*). Kemungkinan sistem lingkungan lakustrin di daerah penelitian termasuk apa yang mereka sebut sebagai sistem *lotic*, karena memiliki variasi alas cekungan dan kedalaman air yang berbeda dari satu tempat ke tempat lainnya. Sehingga memberi warna atau corak yang berbeda dengan lingkungan danau.

Sneider dr. (2004) melakukan penelitian sistem *fluvio-lacustrine* di cekungan Songliao (China), mereka mengatakan bahwa pasir dan lanau Putoahua merupakan endapan di bawah pengaruh energi rendah. Umumnya dicirikan oleh pelapisan datar (*flat bedded*), tapi kadang-kadang mengandung lapisan beriak silang (*ripple-cross bedded*) hingga lapisan silang planar (*planarcross bedded*). Endapan tersebut di atas diinterpretasikan sebagai lakustrin dangkal, atau bagian muka delta (*delta front*) yang terakumulasi pada bagian tengah graben dangkal. Faktor kendali energi rendah tersebut tidak terekam dalam sistem alur sungai di daerah telitian, hal ini disebabkan sulitnya analisa struktur sedimen pada fasies hasil pemboran, akan tetapi gejala struktur tersebut terekam pada lempung lakustrin IP I. Dengan demikian, lingkungan lakustrin yang terbentuk di daerah penelitian kemungkinan termasuk dalam lakustrin dangkal yang terjadi di daerah dataran rendah aluvial/ rawa. Sebaliknya efek tektonik di daerah telitian relatif besar, dugaan ini didasari pada pergeseran dari sumbu cekungan (Gambar 4). Ini berarti bahwa, di wilayah tersebut faktor kendali tektonik berperan penting di dalam perkembangan lingkungan lakustrin. Suwarna dr. (1994), menyatakan bahwa di daerah telitian berkembang struktur geologi yang relatif rumit (Gambar 2), dan ini membuktikan bahwa sebagian besar struktur tersebut adalah aktif yang menghasilkan pola lingkungan sistem lakustrin *lotic*. Paz dan Rossetti (2005), menyebutkan bahwa fase tektonik selama proses pengendapan pada pembentukan rangkaian siklus lakustrin dapat direkam secara baik. Tentunya, dengan aspek sedimentologi dan stratigrafi rinci secara 3 dimensi hal tersebut dapat dilakukan.

DISKUSI

Berdasarkan hasil pentarikan radiokarbon yang dilakukan di Laboratorium Pusat Survei Geologi Bandung, awal terbentuknya lakustrin bawah adalah berumur 12.830 ± 280 BP. Umumnya fasies yang terbentuk di daerah penelitian berumur hingga 10.700 ± 260 BP (Gambar 4) ditandai oleh litologi yang ke arah atasnya semakin gelap, dengan kandungan sisa-sisa tumbuhan yang semakin berlimpah. Komposisi demikian berhubungan dengan tingkat kelembaban, dan diperkirakan tingkat kelembaban berada di sekitar iklim minimum (*climatic minimum*) menuju iklim maksimum (*climatic maximum*).

Fannetti dan Vezzoli (2006) menyebutkan bahwa yang terpenting dari interaksi antara batas aliran cekungan (*catchment basin*) dan danau terhadap lingkungan pengendapannya adalah bentang alam dan pola struktur. Mereka menyimpulkan bahwa bagian barat Danau Como di Italia utara dicirikan oleh absennya aliran sungai yang keluar karena dipengaruhi oleh evolusi neotektonik dan glasial serta langkanya kehadiran alur sungai. Di daerah telitian, kehadiran alur sungai dan perubahan lingkungan relatif berlangsung cepat. Hal ini diduga dikendalikan oleh pola struktur yang kompleks dan berlangsung di wilayah bentang alam dataran rendah aluvial/ rawa, sehingga perkembangan lingkungan lakustrin tersebut memiliki alas cekungan yang berundulasi. Hal tersebut memberi kesan bahwa, wilayah bentang alam dataran rendah aluvial/ rawa merupakan wadah yang peka terhadap pembentukan lingkungan lakustrin yang dipengaruhi oleh tektonik. Terbukti dari diketemukannya lapisan lempung kaolin, yang diduga berasal dari rombakan batuan alas pada lingkungan lakustrin bawah. Gejala ini dapat dijadikan sebagai indikator bahwa tektonik telah mempengaruhi wilayah tersebut.

Schnellmann dr. (2002), mempelajari sejarah kegempaan dari rekaman endapan longsor (*slump deposits*) yang berhubungan dengan megaturbidit di lingkungan lakustrin. Dengan ditemukannya hasil longsor pada lingkungan lakustrin tersebut, disebutkan bahwa meski berkaitan dengan tektonik namun perubahan poros cekungan lingkungan lebih diartikan sebagai fase tektoniknya adalah jauh lebih besar. Oleh karena itu, mungkin saja telah terjadi lebih dari satu kali kegiatan tektonik di daerah

penelitian, akan tetapi memiliki intensitas yang berbeda satu sama lainnya. Abdullayev dr. (2004), mengemukakan bahwa model sistem endapan *fluvio-lacustrine* berumur Pliosen dapat dibedakan menjadi 5 fase utama proses pengendapan. Fase tersebut diinterpretasikan pada rekaman yang berbeda dalam hubungannya dengan pengendapan, air, dan penurunan tektonik (*tectonic subsidence*). Perbedaan dari pergeseran kesetimbangan terhadap kekuatan tersebut terkait pada bangunan perangkap (*reservoir*) untuk berbagai unit stratigrafi. Setidak-tidaknya fase tektonik selama Holosen telah terjadi di daerah penelitian, dengan indikator tektonik dan tingkat kelembaban.

Johnson (2004), mempelajari batuan Mesozoik Akhir yang merupakan komplek dari hubungan lateral dan vertikal pada lingkungan lakustrin berbutir halus dengan sumber hidrokarbon lingkungan *fluvial-deltaic* berbutir kasar yang dibentuk di bawah faktor kendali iklim dan struktur di sepanjang proses pengendapannya. Dengan demikian, genesa terbentuknya lingkungan lakustrin tersebut dapat dijadikan indikasi dari penyebaran fasies dan berubahnya lingkungan. Seperti dikemukakan oleh Fiedler dr. (1990) yang mempelajari lahan basah lakustrin, bahwa: (1) tipe lakustrin yang subur, (2) memiliki nilai fungsi ekosistem dan sosial ekonomi, (3) lahan basah/genangan lakustrin berpengaruh besar terhadap luas lahan beserta kelemahannya, (4) upaya pemulihan daerah tersebut, diperlukan penelaahan klasifikasinya. Karena lingkungan tersebut di bawah pengaruh kendali tektonik dan kandungan air, maka penataan ruang di wilayah penelitian di masa mendatang perlu dipertimbangkan dengan mengacu pada karakter pembentukannya.

Kotila dan Sanwal (2004) menyatakan bahwa penelitian terhadap vertebrata berumur Plistosen Akhir pada dekade ini berkembang pesat dan penting, khususnya terhadap endapan *fluvio-lacustrine* sehubungan keterkaitannya dengan genetika dari pola evolusi dan kesebandingannya dengan endapan Resen yang sejenis, ekologi dan lingkungan purba. Seyogianyalah, karakter lingkungan lakustrin Holosen yang menjadi tumpuan penelitian ini membuka wacana penelitian lanjut terhadap endapan yang sama baik yang seumur atau lebih tua di tempat lain.

KESIMPULAN

1. Susunan fasies endapan Kuartar di daerah penelitian dicirikan oleh litologi bersusunan pasir, lempung dan gambut. Berbagai jenis fasies tersebut diendapkan dalam lingkungan lakustrin, yang selanjutnya dibedakan menjadi Interval Pengendapan I (lingkungan lakustrin bawah) dan Interval Pengendapan II (lingkungan lakustrin bawah).
2. Perbedaan ciri dari pertumbuhan fasies pada lingkungan lakustrin yang menyangkut warna, litologi, kandungan organik dan sebagainya memberikan indikasi terhadap berubahnya kandungan volume air mengikuti sirkulasi perubahan iklim. Awal terbentuknya Interval Pengendapan I adalah di bawah kendali iklim minimum menuju maksimum hingga awal Holosen. Dari awal Holosen hingga pertengahan, kondisi kelembaban dicirikan oleh iklim maksimum menuju minimum. Selanjutnya, berdasarkan pentarikhan umur (Ntp 6, Gambar 3 dan 4), maka lebih kurang 5000 tahun yang lalu terbentuklah Interval Pengendapan II yang menghasilkan lingkungan lakustrin atas di bawah

kendali iklim minimum. Lingkungan lakustrin atas dan bawah ditandai oleh berubah atau bergesernya poros cekungan. Peralihan tersebut dikendalikan oleh tektonik, yang berkaitan dengan aktifnya sesar-sesar yang berarah baratlaut-tenggara yang relatif kompleks.

3. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai penelitian awal dalam rangka studi Dinamika Geologi Kuartar di daerah penelitian. Dengan dasar pemahaman, bahwa wilayah tersebut peka terhadap kegiatan tektonik yang berkaitan dengan kebencanaan dan tata ruang wilayah atau sebagai model karakteristik untuk wilayah dataran rendah aluvial hingga pantai Sumatera bagian timur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terlaksananya penelitian ini adalah hasil dari diskusi penulis dengan rekan-rekan di Program Dinamika Geologi Kuartar, khususnya dengan Ungkap M. Lumban Batu, Soemantri Poedjoprajitno, dan Sonny Mawardi. Atas kerjasama yang baik tersebut, penulis mengucapkan terima kasih sehingga karya tulis ini terwujud, dan mudah-mudahan dapat bermanfaat.

ACUAN

- Abdullayev, N., Bowman, A., Piggott, N., Riley, G. dan Warner, M., 2004. Pliocene fluvio-lacustrine depositional systems in the south Caspian basin; reservoir architecture impacts. Abstract. http://www.searchanddiscovery.net/documents/abstract/2004hedberg_baku/extended...
- Anonim. Glossary. Procedure guidance for the review of wetland projects in California's coastal zone. California Coastal Commission, <http://www.coastal.ca.gov/wetrev/wetglos.html>
- Bard, E., B. Hamelin, M. Arnold, L. Montaggioni, G. Cabioch, G. Faure, and F. Rougerie, 1996. Deglacial Sea Level Record from Tahiti Corals and the Timing of Global Meltwater Discharge. *Nature*, V.382: 241-244.
- Biswas, B., 1973. Quaternary changes in sea level in the South China Sea. *Bull. Of Geo. Soc. Malaysia*, No.6: 229-256.
- Chappel, J.M.A., 1974. Late Quaternary Glacio- and Hydro-isostasy on a layered earth. *Quat. Res.*, v.4: 405-428.
- Chappel, J. and Polach., 1991. Post – glacial sea level rise from a coral record at Huon Peninsula, Papua New Guinea. *Nature* V.349: 147-256.
- Fannetti, D. dan Vezzoli, 2006. Interactions between drainage basin and the lacustrine environment: evolution and sediment input of a delta system in the Lake Como (Italy). Geophysical Research Abstracts, Vol. 8, 06549, 2006, Sref-ID: 1607-7962/gra/EGU06-A-06549. <http://www.cosis.net/abstract/EGU06/06549/EGU06-J-06549.pdf>.
- Fairbanks, R.G., 1989. A 17.000 – Years glacio-eustatic sea level record : Influence of Glacial Melting Rates on the Younger Dryas Event and Deep-Ocean Circulation. *Nature*, V.342 (6250): 637-642.

- Fiedler, P.L., Ferre, W.R. Jr., Leidy, R.A. 1990. Lacustrine System, 23 h. <http://www.mip.berkeley.edu/wetlands/lacustri.html>.
- Harsono, R., 1974. Pengaruh gerak-gerak Kuartar terhadap akumulasi sekunder bijih timah di Pulau Bangka. PN. Timah, Dinas Eksplorasi UPTB, *PIT ke 3 IAGI*, 12 h.
- Hidayat, S., Pratomo, I., Moechtar, H. dan Sarmili, L., 2008. Karakter Endapan Kuartar di Lepas Pantai Tepian Cekungan Sumatera Tengah - P. Kundur (Studi kasus Geologi Kuartar di lepas pantai kaitannya terhadap faktor kendali perubahan iklim dan muka laut, serta tektonik berdasarkan aspek sedimentologi dan stratigrafi). *Jurnal Geologi Kelautan*, Dalam proses penerbitan.
- Johnson, C.L., 2004. Parasequence-scale sedimentology and reservoir architecture of a late Mesozoic fluvial-lacustrine, southeast Mongolia. Abstract, Dept. of Geology and Geophysics, Univ. of Utah. http://www.searchanddiscovery.net/documents/abstracts/2004hedberg_baku/extend...
- Jordan, J.W., 1999. Late quaternary sea – level changes in southern Beringia : coastal paleogeography of the western Alaska Peninsula. <http://es.epa.gov/ncer/fellow/progress/96/jordanja99.html>, Progress Report, EPA Grant Number : U 915030, *University of Wisconsin-Madiso*, 2p.
- Katili, J.A. and Tjia, H.D., 1969. Outline of Quaternary tectonics of Indonesia. *Bulletin NIGM*, V.2 (1): 1-10.
- Kotila, B.S. dan Sanwal, J., 2004. Fauna and palaeoenvironment of a Late Quaternary fluvio-lacustrine in Central Kumaun Himalaya. *Current Science*, V.87 (9): 1295-1299.
- Kuenen, Ph., H., 1950. *Marine Geology*. New York, Wiley, 451 p.
- Moechtar, H., 2007. Runtunan stratigrafi sedimen Kuartar kaitannya terhadap perubahan global sirkulasi iklim dan turun-naiknya muka laut di lepas pantai barat kepulauan Karimata (Kalbar). *Bulletin of Scientific Contribution*, V.5 (1): 11-23.
- Moechtar, H., Siswanto, R., Nitiwisastro, M., 1997. Karakter endapan placer di P. Bangka kaitannya dengan perencanaan eksplorasi. *Majalah Pertambangan dan Energi Edisi Khusus 1997*, 64-70
- Nitiwisastro, N., Wibowo, W., Moechtar, H., 1995. Geological data in relation to the present and future exploration (Case study in Bangka and Belitung). *Mining Indonesia Conference 1995*, Jakarta-Indonesia, 24 p.
- Paz, J.D.S. dan Rossetti, D.F., 2005. Linking lacustrine cycles with syn-sedimentary tectonic episodes: an example from the Cod Formation (Late Aptian), northern Brazil. Abstract, *Geological Magazine*, V.152 (3) : 269-285. <http://geolmag.geoscienceworld.org/cgi/content/abstract/142/3/269>.
- Perlmutter, M.A. dan Matthews, M.A., 1989. Global Cyclostratigraphy. In: T.A. Cross (ed.), *Quantitative Dynamic Stratigraphy*. Prentice Englewood, New Jersey, 233-260.
- Pirazzoli, P.A., 1991. Word Atlas of Holocene Sea-Level Changes. Elsevier *Oceanography Series*, 58, Amsterdam – London – New York – Tokyo, 229 p
- Schnellmann, M., Anselmetti, F.S., Giardini, D., McKenzie, J.A. dan Ward, S., 2002. Prehistoric earthquake history revealed by lacustrine slump deposits. *Geology*, V.30 (12): 1131-1134. http://www.staluzem.ch/schaufenster/tsunami/geologi_2002-12.pdf.
- Soehaimi, A. and Moechtar, H., 1999. Tectonic, Sea Level or Climate Controls During Deposition of Quaternary Deposits on Rebo and Sampur Nearshores, East Bangka-Indonesia. *Proceedings of Indonesian Association of Geologist*, The 28th Annual Convention, 91-101
- Sneider, J.S., Harper, A.S., Wang, J. dan Zhang, L., 2004. lacustrine deposition and implications for reservoir development, Putuahu sandstone, Daan block, Songliao basin, P.R. China. http://www.searchanddiscovery.net/documnets/abstract/2004hedberg_baku/short/sne...
- Suwarna, N., Budhitrisna, T., Santosa, S. dan Andi Mangga, S., 1994. *Peta Geologi Lembar Rengat, Sumatera*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.