

PERUBAHAN LINGKUNGAN DAN KARAKTER SISTEM PENGENDAPAN PLISTOSEN AKHIR HOLOSEN DI DATARAN PANTAI PEKALONGAN, JAWA TENGAH

H. Moechtar, H. Mulyana dan S. Hidayat

Pusat Survei Geologi

Jl. Diponegoro 57, Bandung 40122. E-mail: contact@grdc.esdm.go.id

SARI

Studi perubahan lingkungan dan karakter sistem pengendapan Plistosen Akhir hingga Holosen di dataran pantai Pekalongan meliputi analisis sedimentologi dan stratigrafi yang berdasarkan empat belas pemboran. Kedalaman pemboran berkisar antara 7,70 hingga 15,80 m. Enam fasies lingkungan pengendapan yang terbentuk di atas Formasi Damar (QTd), terdiri atas: endapan klastika linier (laut lepas pantai, laut dekat pantai, dan pantai), endapan *fluvial* (alur sungai dan limbah banjir), dan endapan rawa. Endapan-endapan ini dipisahkan oleh tiga Interval Pengendapan (IP I-III). Berdasarkan korelasi rangkaian stratigrafi secara lateral dan vertikal diketahui bahwa perubahan lingkungan dan karakter sistem pengendapannya dikendalikan oleh perubahan permukaan laut yang terkait dengan periode glasial dan interglasial. Kemungkinan, setelah proses pengendapan IP I terjadi delift tektonik lokal.

Kata Kunci: Sedimentologi, stratigrafi, Plistosen Akhir - Holosen

ABSTRACT

The study of the environmental changes and character of the depositional systems during Late Pleistocene to Holocene on the Pekalongan coastal plain was based on analyses of the sedimentology and stratigraphy of fourteen boreholes. The penetration of the bore head varied from 7.70 to 15.80 m. Six depositional environments which occurred above the Damar Formation (QTd) are: linear clastic deposits (offshore, nearshore, and beach), fluvial deposits (river channel and floodplain), and swamp deposits. These deposits are separated by three depositional intervals (IP I-III). Based on the correlation of lateral and vertical stratigraphic successions, the environmental changes and character of the depositional systems are controlled by sea level changes during the Late Pleistocene which were related by glacial and inter-glacial periods. Probably, after deposition of IP I, a local tectonic have controlled deplifting of the are.

Keywords: Sedimentology, Stratigraphy, late Pleistocene - Holocene

PENDAHULUAN

Dataran rendah pantai Pekalongan ditutupi oleh aluvium yang terdiri atas kerikil, pasir, lanau dan lempung, endapan sungai dan rawa (Condon dr., 1996). Bertrand dan Baeteman (2005), melakukan studi stratigrafi detail pada endapan Holosen di dataran rendah pantai Belgia. Menurut peta geologi konvensional, endapan tersebut baik secara vertikal maupun lateral ditutupi oleh litologi *subsoil* yang tidak dapat dibedakan satu sama lainnya di permukaan. Hasil data sedimen bawah permukaan dari pemboran, membuktikan bahwa lingkungan Holosen dicirikan oleh penampakan beberapa lembah purba, yang menjelaskan sistem pengisian cekungan. Ilustrasi paleogeografi hasil penelitian Bertrand dan Baeteman (2005) tersebut dapat terlihat dari peta kontur ketebalan endapan Holosen dalam setiap 2 m, yang selanjutnya direkonstruksi ke

permukaan menjadi peta sekuen atau rangkaian pengendapannya. Secara khusus, mereka menyimpulkan bahwa sebagian wilayah dataran rendah pantai Belgia yang terlihat sekarang tidak termasuk dataran rendah pantai Holosen. Ini berarti bahwa fenomena geologi akhir Kuartar memiliki perbedaan dengan kondisi Resen sekarang.

Perubahan lingkungan dan karakter sistem pengendapan dalam kurun waktu Plistosen Akhir - Holosen telah dipelajari secara seksama di dataran rendah pantai Amerika di wilayah Delaware oleh Groot dan Jordan (1999), di Tasmania (Hope dr., 2000 dan McIntosh dr., 2006), di sungai hingga delta Mississippi (Fraizer; 1967; Cornish dan Baskin, 1995; Kulp dr., 2002), dan teluk Meksiko (Suter, 1986). Amorosi dr. (2003) melakukan penelitian endapan yang seumur di dataran sungai Po, Italy, sedangkan Staub dan Gastaldo (2003) memfokuskan penelitian mereka di daerah tropis yaitu di Serawak, Malaysia. Moechtar dr. (2007)

mempelajari keterkaitan endapan Plistosen Akhir hingga Holosen dengan perubahan global pada endapan aluvium di daerah pantai antara Medan-Belawan, sedangkan Mulyana dan Moechtar (2008) melakukannya di wilayah Labuhan (Belawan). Hidayat dr., (2008) menyimpulkan bahwa tektonik adalah sebagai faktor pengendali evolusi cekungan Kuarter di daerah pesisir Kendal (Jawa Tengah). Berdasarkan penelitian-penelitian di atas perubahan lingkungan selama Plistosen Akhir hingga Holosen sangat erat kaitannya dengan sistem pengisian cekungan di dataran pantai. Perubahan lingkungan tersebut dapat diterangkan dengan merekonstruksi perubahan lingkungan dan karakter pengisian cekungan yang didasarkan atas runtunan stratigrafi bawah permukaannya yang diperoleh atas pembaran dangkal. Studi ini dilakukan untuk mengetahui stratigrafi endapan Plistosen Akhir, khususnya Holosen di daerah dataran pantai, termasuk karakter sistem pengendapannya.

Metodologi: (a) mendeskripsi lithofasies data pembaran dangkal, khususnya mempelajari lingkungan pengendapan, (b) menelaah pola dan sistem lingkungan pengendapan, baik secara vertikal maupun lateral, (c) mengkaji perubahan lingkungan pengendapan dan faktor kendali pembentukannya, dan (d) mendiskusikan tentang keterkaitan sejarah pengisian cekungan.

Lokasi daerah penelitian termasuk wilayah Kabupaten Pekalongan, Kota Pekalongan dan Kabupaten Batang, Provinsi Jawa Tengah. Secara geografis dibatasi oleh koordinat 6°50' dan 7°00' Lintang Selatan, dan 109°30' dan 109°45' Bujur Timur (Gambar 1 dan 2). Morfologi daerah penelitian dibedakan menjadi satuan morfologi perbukitan dan satuan morfologi dataran rendah pantai (Gambar 2). Satuan morfologi dataran rendah pantai ditutupi oleh aluvium, dan ketinggiannya bervariasi dari kurang 1 m hingga mencapai 8 m dari permukaan laut (dpl). Tata guna lahan pada umumnya berupa permukiman, termasuk Kota Pekalongan, pesawahan/ladang dan tambak ikan/udang. Kemiringan lereng berkisar antara 0 hingga 5%, dan sungai yang mengalir terdiri atas Kali Pekalongan, Kali Sragi, dan Kali Comal. Morfologi perbukitan terdapat di selatan dengan kisaran ketinggian dari 8 sampai 112 m (dpl) yang ditutupi oleh Formasi Damar (Qtd) yang berumur Plistosen Bawah dan Kipas aluvium (Qt) yang berumur Holosen Awal (Condon dr., 1996) (Gambar 3). Formasi Damar terdiri atas batulempung tufan, breksi gunung api, batupasir, tuf, dan konglomerat. Setempat mencakup

endapan lahar, sedangkan kipas aluvium merupakan bahan rombakan material gunung api. Morfologi ini umumnya bergelombang dengan kisaran kemiringan lereng dari agak landai hingga agak terjal (5 - 25%). Sebagian besar digunakan untuk pesawahan/ ladang dan pemukiman.

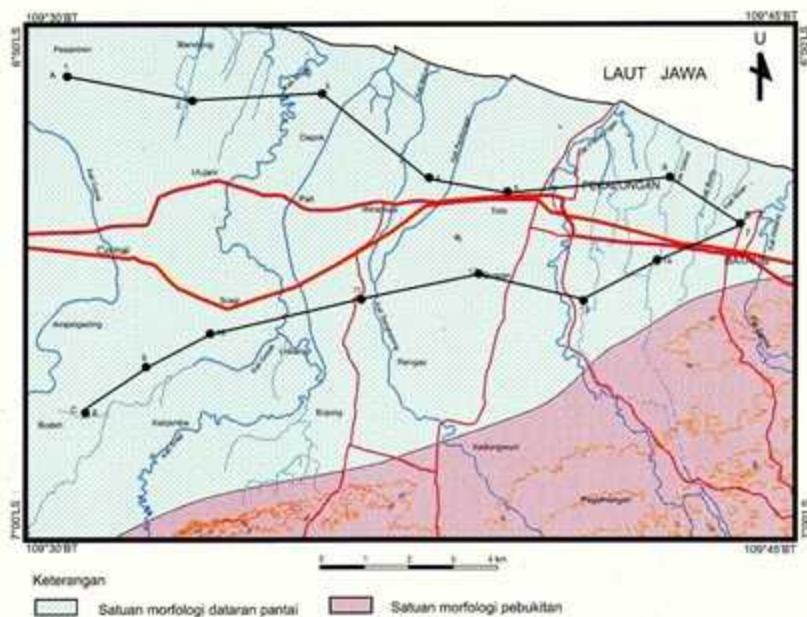
Percontoh dan Analisis Data

Analisis data difokuskan pada sedimen klastika hasil pembaran berarah barat-timur (Gambar 2), yang titik lokasinya diukur dengan menggunakan GPS. Deskripsi batuan dilakukan secara visual, detail dan seksama terhadap setiap pembaran yang mencakup aspek sedimentologi dan perkembangan pembentukan fasies pengendapannya. Perubahan fasies secara vertikal berangsur atau berubah tegas, yang meliputi warna, komposisi butiran, pelapukan, dan lain-lainnya. Deskripsi tersebut direkam dan di plot dalam penampang vertikal berskala 1:100. Metode pembaran mengikuti sistem pembaran dangkal yang digunakan untuk pemetaan geologi Kuarter, yaitu sistem legenda tipe penampang (*profile type legend systems*). Penampang dibuat empat belas dengan Nomor bor (Nb 1-14). Penampang A-B terdiri atas tujuh log bor (Gambar 3), dan Penampang C-B terdiri atas tujuh log bor, dan ditambah satu log bor yang merupakan bagian dari Penampang A-B (Gambar 4). Bor-bor tersebut memiliki kisaran kedalaman antara 7,70 - 15,80 m. Hasil analisis sedimentologi setiap bor dikorelasikan. Berdasarkan korelasi tersebut, susunan stratigrafinya dapat dikelompokkan menjadi tiga Interval Pengendapan (IP), yaitu IP I, IP II, dan IP III. Berdasarkan rangkaian IP tersebut, perubahan lingkungan dan karakter sistem pengendapannya dapat ditelusuri.

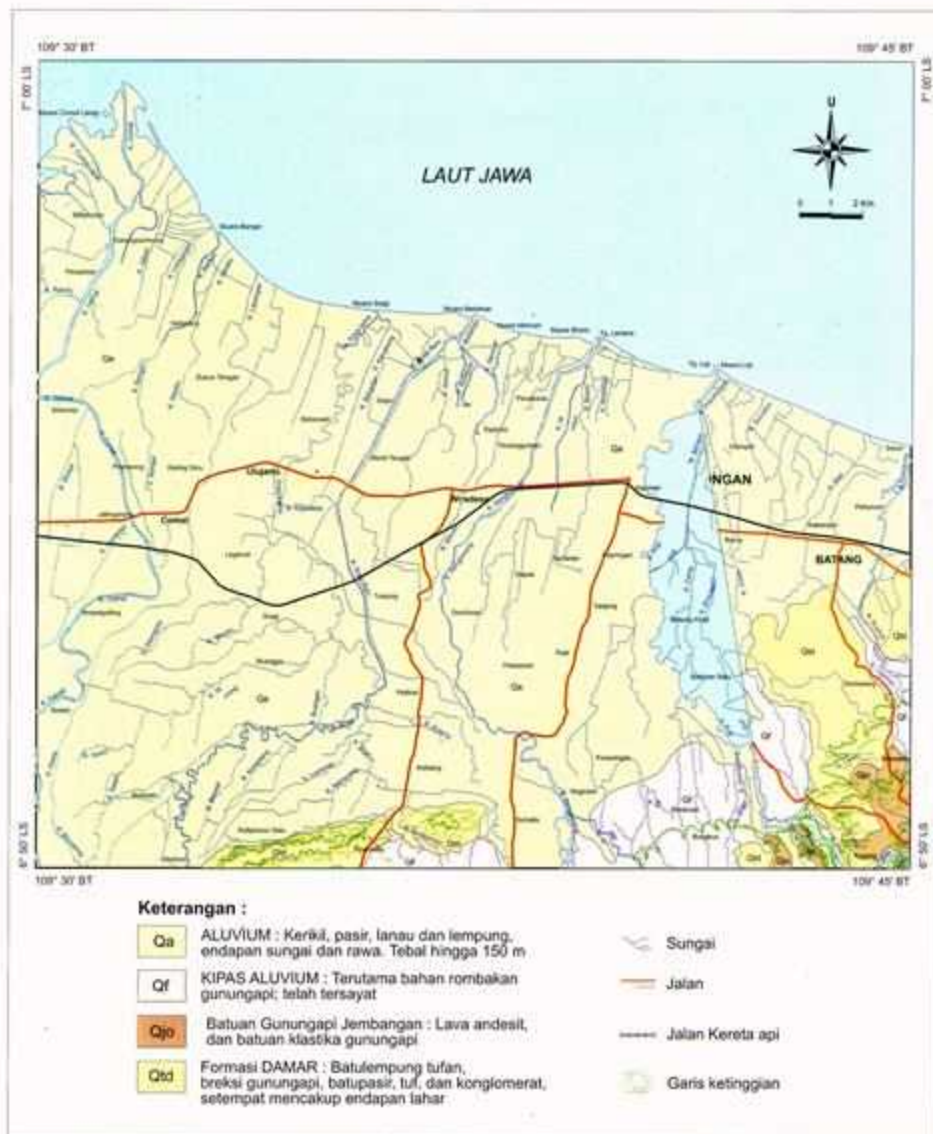
Analisis penarikan batuan dilakukan di Laboratorium Geologi Kuarter, Pusat Survei Geologi (Badan Geologi), dengan tujuan untuk mengetahui umur sedimen dengan metode *Carbon dating* (C 14). Metode penarikan, menggunakan perbandingan derajat keradioaktifan unsur karbon dalam organisme yang sudah mati dengan unsur karbon dalam organisme hidup. Berdasarkan perbandingan tersebut, dapat ditentukan lama organisme tersebut mati (Libby, 1951). Analisis ini sangat memungkinkan karena unsur karbon 14 mempunyai masa paruh 5730 ± 40 tahun. Oleh karena itu, metode radiokarbon ini dapat dipakai dalam menentukan umur hingga mencapai 50.000 tahun lalu (Before Present/BP) (Sibrava, 1978).



Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian.



Gambar 2. Peta morfologi dan lokasi pembaruan daerah Pekalongan dan sekitarnya, Jawa Tengah.



Gambar 3. Peta geologi daerah Pekalongan dan sekitarnya, Jawa Tengah (Condon dr., 1996).

Percontoh sedimen yang dianalisis untuk penarikan radiokarbon (C 14) adalah nomor bor 3, 5, 7, dan 13/ Gambar 3 dan 4 (Lampiran 1-4). Percontoh sedimen yang diambil adalah material organik mengandung sisa-sisa tumbuhan seperti batang kayu, daun, akar tanaman, gambut (lempung gambutan = *peaty clay*) atau lempung berhumus (*humic clay*). Percontoh diambil dengan variasi kedalaman 1,50 m, - 2 m dan 7,20 m - 6,20 m (dpl). Percontoh-percontoh tersebut telah mewakili beberapa lingkungan pengendapan, yaitu IP II, dan III. Berdasarkan umur, lapisan batuan tersebut dapat dihubungkan sesuai dengan waktu peristiwa pembentukannya, khususnya faktor yang mengendalikan proses pengendapan, dan dikorelasikan dengan stratigrafi global dalam kurun waktu yang sama.

LITOLOGI DAN LINGKUNGAN PENGENDAPAN

Endapan Kuartar hasil pemoran dapat dibedakan menjadi pasir, lanau, dan lempung yang pada interval tertentu yang tersusun oleh lempung berhumus/ bergambut, lempung tufan, dan tuf (Gambar 4 dan 5). Berdasarkan ciri litologinya, endapan ini dapat ditafsirkan sebagai fasies endapan hasil rombakan dari Formasi Damar. Klastika linier (*linier clastic deposits*) terdiri atas laut lepas pantai (*offshore deposits*); laut dekat pantai (*nearshore deposits*); pantai (*beach deposits*), endapan rawa (*swamp deposits*) dan endapan sistem *fluvial* yang berupa alur sungai (*river channel deposits*) dan limpah banjir (*floodplain deposits*). Secara terperinci pemerian dari endapan Kuartar tersebut adalah sebagai berikut (Gambar 4 dan 5):

Formasi Damar (QTd)

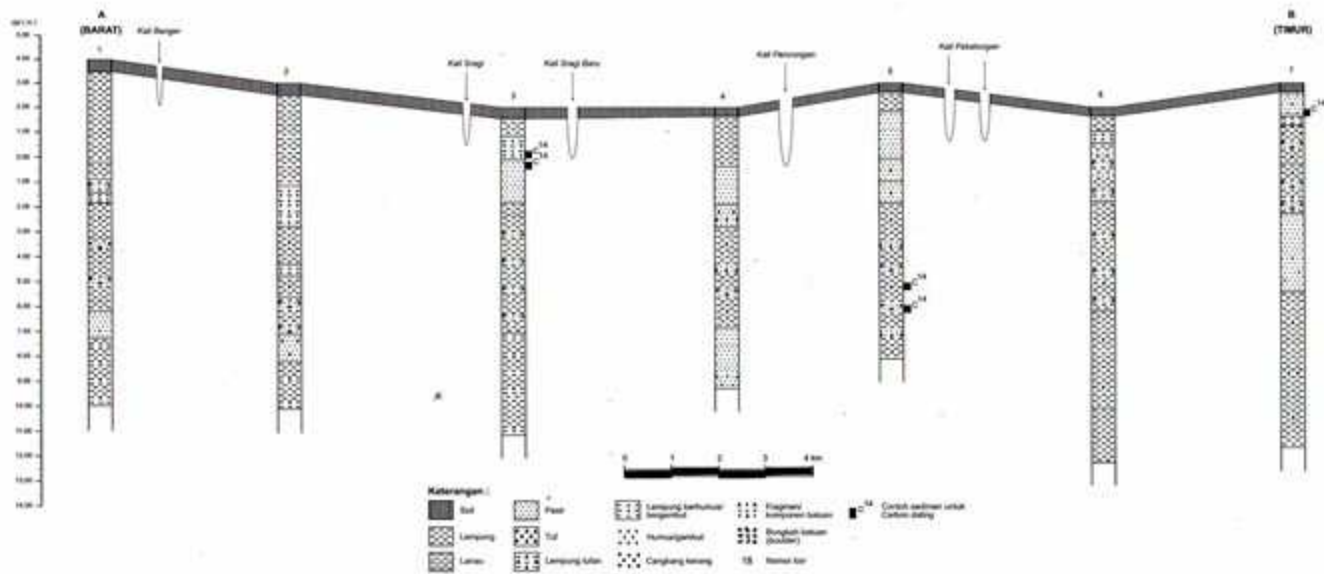
Data pemoran menunjukkan bahwa Formasi Damar yang tersebar di barat daya pada elevasi - 3 m (dpl) (Nb. 9,10, dan 11/ Gambar 5) terdiri atas lempung tufan dan tuf, berwarna kelabu kekuningan hingga abu-abu kecoklatan, liat (kenyal) dan lengket. Umumnya memperlihatkan bercak-bercak kuning dan merah, dan kadang-kadang mengandung fragmen batuan andesitis. Fragmen ini ke arah bawah semakin dominan, sehingga ditafsirkan Formasi Damar yang mengalasi sedimen Kuartar.

Endapan Klastika Linier

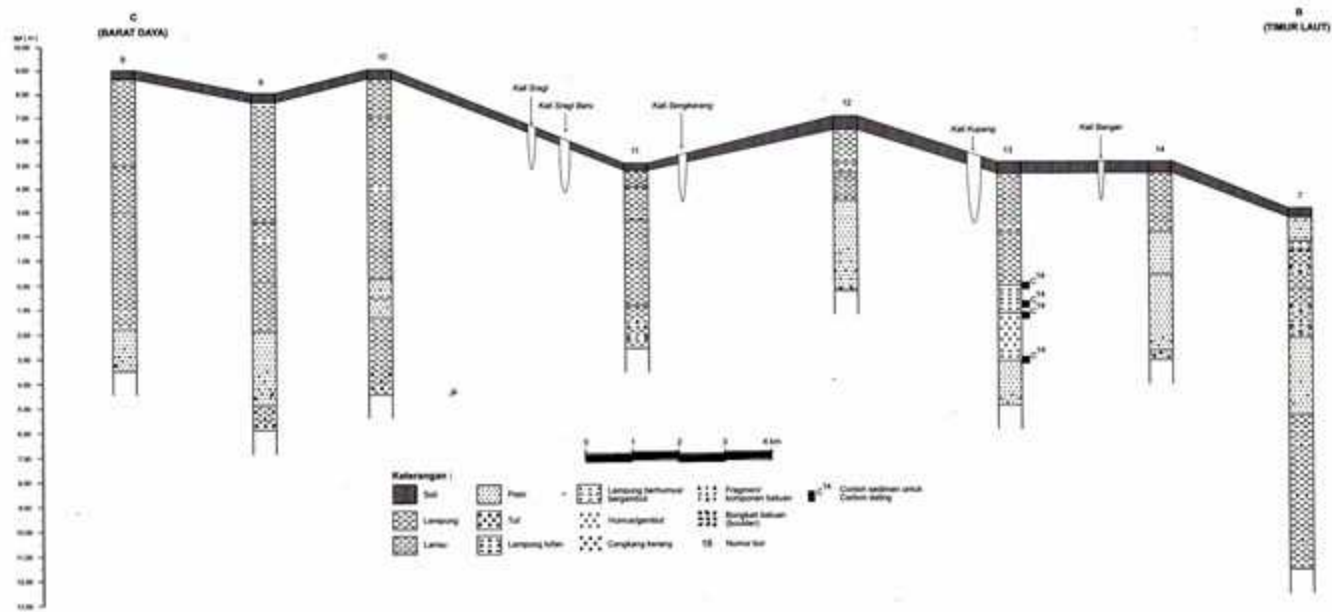
Endapan ini terdiri atas lempung, abu-abu tua hingga hijau, lunak, berplastisitas tinggi, mengandung foraminifera dan pecahan cangkang moluska, serta bersisipan tipis pasir halus. Ketebalan lapisan mencapai lebih dari 8 m yang dijumpai pada kedalaman - 7,10 hingga 10,90 m. Berdasarkan ciri litologi tersebut, endapan ini ditafsirkan sebagai hasil endapan laut lepas pantai. Selain itu, endapan klastika linier juga merupakan endapan lingkungan laut dekat pantai, yang terdiri atas lanau, kadang-kadang lempung pasiran, mengandung moluska lunak, berwarna abu-abu kecoklatan hingga kelabu kehijauan, berhumus, kadang-kadang bersisipan pasir halus setebal 3-7 cm mengandung sisa-sisa tumbuhan dan lapisan tipis gambut yang berwarna coklat kehitaman. Ketebalan fasies ini berkisar 2,70 hingga 6,30 m, terdapat pada kedalaman antara - 0,30 hingga - 5,10 m. Fraksi endapan klastika linier lainnya berupa pasir yang terdiri atas pasir halus hingga menengah, sortasi relatif seragam, putih kecoklatan hingga abu-abu muda, terpilah baik, mengandung moluska berlimpah dan sisa tumbuhan. Klastika linier ini diinterpretasikan sebagai endapan pantai dengan ketebalan antara 0,75 m hingga 2,10 m, dijumpai pada kedalaman - 2,10 hingga - 3,30 m.

Endapan Rawa

Endapan rawa terdapat pada interval bawah dan atas. Endapan ini dicirikan oleh konsistensi warna, dan kandungan organiknya. Interval bawah (Nb 13/ Gambar 6) terdiri atas lanau organik lunak, berwarna abu-abu kehitaman, dan jarang mengandung pasir. Lempung organik banyak mengandung sisa akar tanaman, berhumus, terkadang dijumpai lapisan gambut setebal 10 hingga 15 cm. Pada kedalaman 2 m ketebalannya mencapai lebih dari 3,10 m, serta ditemukan pula perulangan lensa endapan rawa setebal 0,60 hingga 2,50 m (Nb. 2/ Gambar 5). Interval atas dicirikan oleh ukuran butir lanau pasiran, warna coklat kelabu, berhumus, mengandung sisa-sisa organik berwarna abu-abu kehitaman, sisa kayu yang telah membusuk. Secara keseluruhan ketebalannya lebih dari 0,50 m (Nb. 3,6,7/ Gambar 4 dan 5) pada kedalaman antara 0,30 hingga - 1,40 m (dpl).



Gambar 4. Penampang bor dangkal A - B berarah barat - timur di daerah Pekalongan, Jateng.



Gambar 5. Penampang bor dangkal C - B berarah barat daya - timur Laut di daerah Pekalongan, Jateng.

Endapan Sistem Fluvial

Endapan sistem fluvial berhubungan dengan sungai. Hasil data pemoran menunjukkan bahwa litologi sistem ini terdiri atas fraksi kasar, berupa pasir kasar hingga halus dan di bagian bawahnya ditempati oleh kerakal-kerikal yang tersebar pada pasir sangat kasar terdiri atas butir kuarsa; pecahan batuan andesit, felspar, dan batuapung yang tersebar tak merata, berwarna coklat tua hingga abu-abu kehitaman, membulat tanggung-menyudut tanggung, terpilah sedang, tak berlapis dan memperlihatkan butiran menghalus ke arah atas (*finning upwards/FU*). Kadang-kadang mengandung unsur organik dan sisa-sisa tumbuhan serta lapisan tipis humus setebal 2-5 cm. Endapan ini diartikan sebagai endapan alur sungai, yang bagian bawahnya ditandai oleh bidang erosional. Fasies ini dijumpai pada kedalaman 2,15 hingga dan 9,05 m dengan ketebalan 1,10 hingga 3,50 m, dan termasuk sistem alur sungai bagian bawah, yang batas bawahnya adalah Formasi Damar dan endapan laut lepas pantai. Sistem alur sungai bagian atas yang terletak pada kedalaman 1,60 hingga 2,20 m, dengan ketebalan 1,60 hingga 7,60 m, terdiri atas pasir halus sampai menengah, coklat kekuningan hingga coklat abu-abu, menyudut hingga membulat tanggung, terpilah sedang dan masif.

Endapan sistem fluvial lainnya adalah lempung, kadang-kadang berpasir, berlaminasi tipis (*even lamination*), sering dijumpai lapisan tipis pasir halus setebal 2-3 cm, coklat hingga abu-abu. Warna tersebut dipengaruhi oleh tingkat kandungan humusnya, kongresi besi dan berbecak kuning kemerahan. Endapan ini diartikan sebagai endapan hasil pelimpahan alur sungai, dengan ketebalan 0,90 hingga mencapai lebih dari 9 m. Bagian atas endapan ini ditutupi oleh *soil* sebagai pelapukan aluvium, terdiri atas lempung, lempung pasir kasar coklat kekuningan hingga coklat abu-abu, mengandung sisa tumbuhan dan akar tanaman.

STRATIGRAFI

Berdasarkan korelasi fasies pengendapan, stratigrafinya dapat dibedakan menjadi tiga Interval Pengendapan (IP) yaitu IP I, IP II, dan IP III yang secara vertikal dan lateral dapat dijelaskan, sebagai berikut (Gambar 6 dan 7):

1. Pengisian cekungan diawali oleh proses laut yang menghasilkan endapan laut lepas pantai, ke arah utara semakin dominan. Proses ini menunjukkan bahwa kecepatan kenaikan permukaan air laut relatif dominan tanpa diikuti proses lainnya yang tercermin pada IP I.
2. Proses susut laut ditandai oleh berkembangnya sistem alur sungai, dan rawa ke arah utara lingkungan tersebut tidak berkembang. Penampakan ini menunjukkan bahwa permukaan laut turun secara cepat, yang ditandai oleh batas antara fasies endapan laut lepas pantai dan dekat pantai secara tegas (bagian bawah IP II). Sistem alur sungai pada kurun tersebut berkembang baik di selatan dengan lebar sayap alur (*wing of river*) relatif luas, akan tetapi ke arah utara perkembangan alur sungai mengecil. Gejala tersebut menunjukkan bahwa wilayah ini merupakan dataran pantai, yang alur-alur sungainya terpecah (*distributary channels*).
3. Diendapkannya fasies laut dekat pantai yang ke arah utara semakin meluas, diselingi oleh terbentuknya lingkungan rawa (bagian atas IP II), dan alur sungai tidak berkembang. Gejala ini menunjukkan lingkungan kembali menjadi laut dekat pantai yang berarti permukaan air laut naik. Selanjutnya permukaan air laut kembali turun membentuk lingkungan pantai dan rawa, di beberapa tempat diselingi oleh turun-naiknya permukaan laut pada periode yang lebih pendek.
4. Berkembangnya alur sungai yang umumnya mengalami pergeseran dari posisi semula, dan ditutupi oleh endapan limbah banjir dan rawa. Kondisi demikian menunjukkan adanya pergeseran alur sungai, yaitu antara sistem yang terbentuk pada IP II dan IP III.
5. Bagian atas IP III dicirikan oleh bergesernya sistem alur sungai yang berkembang saat ini. Fase pergeseran alur-alur sungai ini adalah sebagai faktor utama endapan limbah banjir yang berkembang, meskipun dimensi alur sungai semakin berkurang atau mengecil.

Perubahan perkembangan runtunan fasies endapan baik secara vertikal maupun lateral (Gambar 6 dan 7), mencapai puncak permukaan air laut tinggi pada IP I, dan Formasi Damar muncul di selatan. Gejala ini diperkirakan ke arah utara elevasi batuan alas semakin rendah, yang berarti alas cekungan semakin dalam. Ketika kondisi susut laut diikuti oleh berkembangnya lingkungan rawa dan dataran

aluvium (bagian bawah IP II). Perubahan lingkungan pengendapan tersebut mengikuti perubahan karakter fasies yang menyangkut warna, bentuk, ukuran butir, dan kandungan unsur organik. Dengan demikian, kondisi bagian bawah IP II tersebut memperlihatkan turunnya permukaan laut terjadi secara cepat dan tiba-tiba, dan kembali naik. Faktor kendali turun-naiknya permukaan laut memperlihatkan bentuk yang ekstrim

Meluas dan pecahnya alur sungai adalah umum terjadi di wilayah dataran pantai, akan tetapi pergeseran alur sungai dan berubahnya lingkungan yang diikuti turun-naiknya permukaan laut, dapat juga disebabkan oleh turun-naiknya batuan alas akibat tektonik. Kontrol perubahan lingkungan dan perkembangan endapan alur sungai secara vertikal, dikendalikan oleh berubahnya tingkat kebasahan (*humidity*) (Perlmutter dan Matthews, 1989). Menyusunnya lingkungan rawa yang terbentuk pada IP II ke IP III, dan berkurangnya energi aliran pada alur sungai, dapat dijelaskan dari komposisi butirmnya yang semakin kasar, warna yang semakin terang dengan kandungan humus berkurang. Faktor tersebut disebabkan oleh perubahan iklim yang suhunya menurun menuju minimum. Groot dan Jordan (1999) melakukan penelitian pada endapan Pliosen dan Kuartar di Delaware berdasarkan palinologi, umur, dan lingkungan purba. Mereka mengatakan bahwa litologi endapan Pliosen dicirikan oleh perubahan iklim dan turun-naiknya permukaan laut yang berhubungan dengan peristiwa glasiasi di kontinen.

Karakter Stratigrafi Sedimen Regional

Kulp dr. (2002) membedakan dua bagian utama lithofasies di delta-sungai Mississippi yang berumur Kuartar Akhir, terdiri atas lapisan bawah (*substratum*) endapan klastika kasar sebagai sedimen torehan aliran lembah yang mereka sebut sebagai *lowstand*. Lapisan atas (*topstartum*) berupa klastika halus yang ditutupi oleh pelapukan endapan Pliosen Akhir. Mereka berasumsi bahwa rangkaian sedimen darat (*onshore*) hingga laut (*offshore*) tidak memiliki batas yang jelas, mungkin dipengaruhi oleh tektonik, sedangkan menurut Frazier (1967) dan Suter (1986) genang laut ditandai oleh lapisan pasir sebagai batas bawah lapisan bawah, sedangkan pola sedimentasinya didominasi oleh *fluvio-deltaic*, paparan benua yang berhubungan dengan fluktuasi glasiasi eustatik (*glacio-eustatic*). Apabila dikorelasikan dengan stratigrafi yang berumur sama

di daerah penelitian, hubungan antara fasies endapan darat dan laut ditandai batas yang jelas, yaitu hubungan antara perubahan lingkungan dari IP I ke IP II. Selain itu, tidak tertutup kemungkinan bahwa proses perubahan permukaan laut ketika itu berkaitan dengan perubahan permukaan laut global yang berhubungan dengan glasiasi. Percontoh lainnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Cornish dan Baskin (1995) berkaitan dengan studi morfostratigrafi, ketika stratigrafi undak sungai Nueces berhubungan dengan berubahnya iklim dan permukaan laut selama Kuartar Akhir. Mereka membuktikan bahwa level undak lembah Mississippi hingga perubahan eustatik permukaan laut glasial disebut sebagai proses eksternal pengendali terbentuknya endapan sistem *fluvial* hingga pantai di Kuartar Akhir. Di Eropa stratigrafi endapan yang seumur dilakukan oleh Amorosi dr. (2003), yang terfokus pada pola siklus fasies di dataran sungai PO. Mereka menyebutkan bahwa rangkaian atau susunan stratigrafi genang laut dan susut laut berumur Pliosen Akhir didominasi dan mengikuti skala siklus Milankovitch. Dengan demikian, efek berubahnya iklim, turun-naiknya permukaan laut, dan efek glasiasi/ interglasiasi sangat mempengaruhi karakter berkembangnya lingkungan selama Pliosen Akhir hingga Holosen.

Studi mengenai hubungan antara peristiwa-peristiwa di atas masih terus berkembang di Indonesia. Moechtar dr. (2007) melakukan studi sedimetologi dan stratigrafi Pliosen Akhir-Holosen dataran aluvium di sepanjang pantai antara Medan-Belawan. Mereka mengatakan bahwa wilayah tersebut merupakan perkembangan dataran aluvium hingga dataran pantai. Runtunan stratigrafinya cenderung dipengaruhi oleh berubahnya sirkulasi iklim dan turun-naiknya permukaan laut yang mengikuti perubahan iklim. Sementara Mulyana dan Moechtar (2008), menyimpulkan bahwa di tempat tersebut turun-naiknya permukaan laut dan perubahan iklim merupakan faktor kontrol berubahnya lingkungan. Menurut mereka, peristiwa itu dari waktu ke waktu sangat sulit dikorelasikan secara akurat, karena perubahan global sangat dipengaruhi oleh kondisi regional dan lokal, khususnya tektonik. Namun demikian, korelasi turun-naiknya permukaan laut di daerah tersebut dapat dilakukan secara baik karena daerahnya stabil. Selain itu, Hidayat dr. (2008) melakukan penelitian serupa pada endapan yang seumur di wilayah pesisir Kendal. Mereka mengatakan bahwa perubahan permukaan laut dan iklim global dapat dijadikan indikator faktor

pengendali proses pengendapan. Akan tetapi, tektonik lokal atau regional menjadi sangat penting untuk diperhatikan, karena tempat tersebut dipengaruhi oleh sesar naik yang sudah terbentuk sebelumnya.

Umur

Hasil analisis percontoh sedimen yang memenuhi persyaratan untuk analisis penarikan radiokarbon menunjukkan umur sedimen yang terekam adalah terletak pada IP II dan IP III (Gambar 6, 7, 8, 9, 10, 11 dan Tabel 1). Lingkungan rawa yang berkembang pada bagian bawah IP II berumur antara 5750 ± 120 hingga 4580 ± 280 tahun (Gambar 7), sedangkan bagian atas berusia antara 2720 ± 240 hingga 2090 ± 220 tahun. Lapisan rawa yang seumur dengan alur sungai pada IP III terjadi pada 1430 ± 140 tahun yang lalu, sedangkan rawa yang menutupi alur sungai berumur antara 1180 ± 130 hingga 1080 ± 100 tahun.

Perubahan lingkungan dan karakter sistem pengendapan di daerah pesisir Pekalongan dapat dijadikan sebagai penciri rekaman fenomena peristiwa yang terjadi selama Plistosen Akhir hingga Holosen, di antaranya turun-naiknya permukaan laut, berubahnya iklim dan tektonik. Fase kejadian tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut (Gambar 6 dan 7):

1. Fase pertama ditandai oleh kondisi permukaan laut tinggi (IP I) dengan elevasi alas cekungan yang berubah mencolok mulai dari - 3 m (dpl) (Gambar 7) hingga lebih dari - 15 m ? (dpl) (Gambar 6). Umur lapisan tersebut tidak terukur,

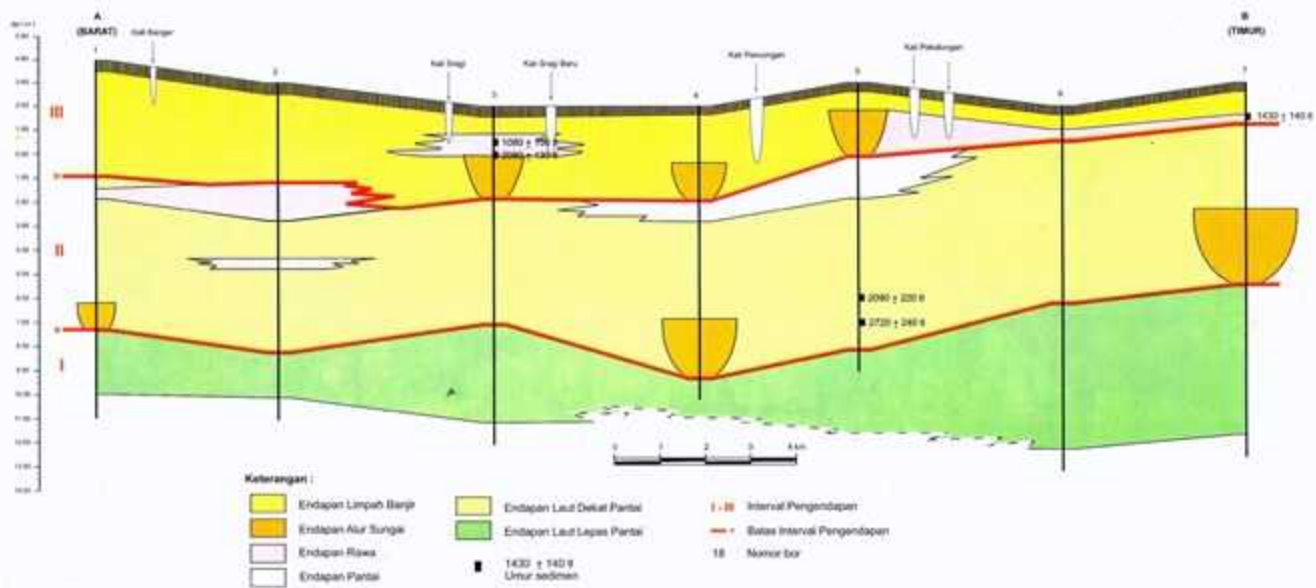
karena percontonya lapisannya tidak memenuhi syarat untuk dianalisis.

2. Fase kedua dicirikan oleh berkembangnya sistem alur sungai dengan alur sungai utamanya diduga berada pada (Nb 8,9, dan 10/ Gambar 7), kemudian diikuti oleh terbentuknya lingkungan rawa pada 5750 ± 120 hingga 4580 ± 280 tahun dan diikuti oleh naiknya permukaan laut kembali pada IP II. Permukaan laut mulai susut pada 2720 ± 240 hingga 2090 ± 220 tahun yang menghasilkan IP II bagian atas. Ciri fasies rawa dan alur sungai yang terbentuk pada IP II cenderung dipengaruhi oleh tingkat kelembaban yang relatif tinggi. Pola garis pantai ketika itu memungkinkan pernah mengalami perubahan, yang ditunjukkan oleh munculnya lingkungan rawa batas atas dan bawahnya ditempati lingkungan laut (Gambar 6).
3. Fase ketiga merupakan puncak berkembangnya sistem *fluviatil* yang berumur 1430 ± 140 tahun, dan diduga pada 1180 ± 130 hingga 1080 ± 100 tahun telah bergeser ke posisi atau kedudukan pola alur sungai, yang dicirikan oleh terhentinya proses pembentukan alur sungai, dan dominannya sebaran fasies limpah banjir (Gambar 6 dan 7).

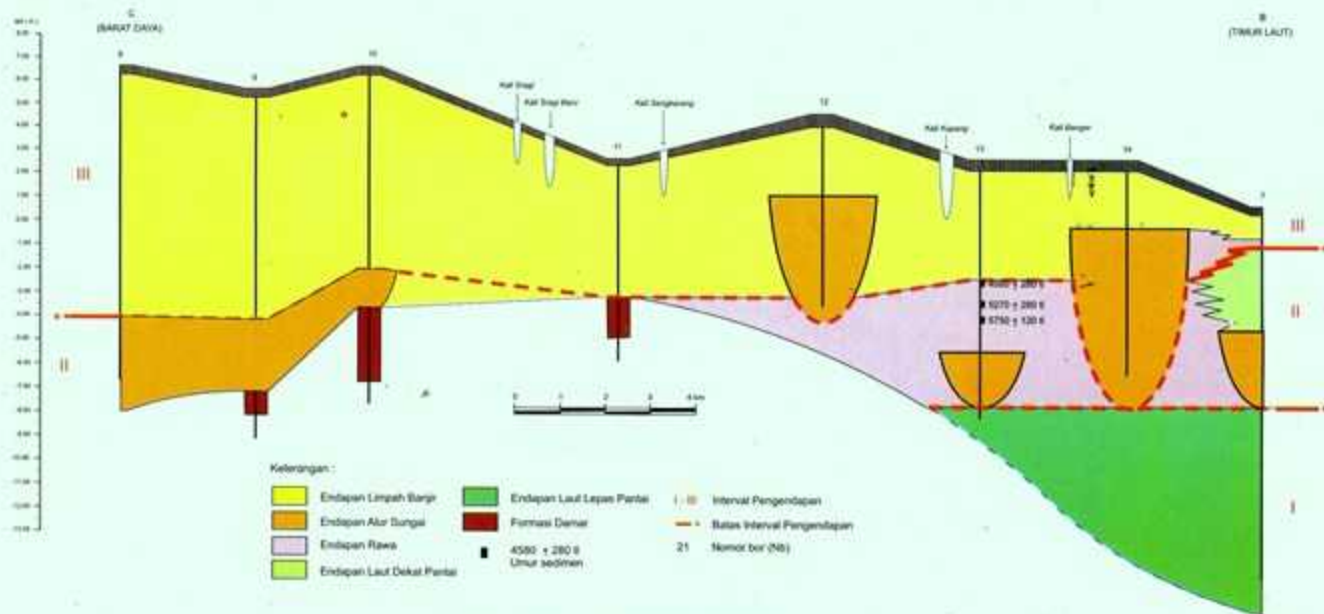
Indikator umur lapisan tersebut di atas tidak terlepas dari peristiwa global perubahan permukaan laut yang termasuk sirkulasi iklim secara universal yang berlangsung pada Plistosen Akhir hingga Holosen. Apabila dijumpai kelainan rekaman peristiwa tersebut, mungkin disebabkan oleh efek tektonik lokal.

Tabel 1. Hasil Analisis C¹⁴ Beberapa Percontoh Endapan Kuarier di Daerah Pekalongan dan Sekitarnya, Jawa Tengah

| No | Lokasi/ No. Casah | Kedalaman (meter) | Litologi | Lingkungan Pengendapan | Umur Mutlak | Keterangan |
|----|-------------------|-------------------|--|---------------------------|---------------|------------------------------|
| 1 | Bw 3 | 1,40 s.d 1,60 | Lempung bergambut berhumus, berwarna gelap sampai hitam, lembek, basah dengan kandungan air yang cukup tinggi banyak mengandung sisa tumbuhan dan serbuk potongan kayu. | Endapan Rawa | 1080 ± 100 TL | Interval Pengendapan / IP II |
| | | -0,20 s.d -0,40 | tan | Endapan Rawa | 1180 ± 130 TL | Interval Pengendapan / IP II |
| 2 | Bw 9 | -0,20 s.d -0,40 | Lempung, abu-abu kehijauan, lunak, lembek, kandungan air tinggi mengandung serpih lapisan tipis pasir halus, tebal 1-2 cm, mengandung serpih cangkang kerang, kadal-kadal, lempung berenergi tinggi dengan lapisan pasir halus yang dibawanya banyak dijumpai pecahan cangkang kerang. | Endapan Laut Dekat Pantai | 2090 ± 200 TL | Interval Pengendapan / IP II |
| | | -0,80 s.d -0,90 | tan | Endapan Laut Dekat Pantai | 2720 ± 240 TL | Interval Pengendapan / IP II |
| 3 | Bw 7 | 1,20 s.d 1,40 | Pasir lempungan, abu-abu, lembek, sisa-sisa tumbuhan pasir berakumulasi halus, terdapat baik, menyurut membentuk tanggul. | Endapan Rawa | 1430 ± 140 TL | Interval Pengendapan / IP II |
| 4 | Bw 13 | -0,50 s.d -0,70 | Lempung bergambut, coklat tua sampai hitam, banyak mengandung sisa-sisa tumbuhan berupa daun-daunan berwarna coklat tua, agak lembek, serpih dijumpai potongan kayu berbau busuk. | Endapan Rawa | 4580 ± 280 TL | Interval Pengendapan / IP II |
| | | -3,80 s.d -4,00 | Lempung bergambut sampai gambut, hitam, lembek, banyak mengandung sisa-sisa tumbuhan berupa daun-daunan berwarna coklat sampai coklat tua kehijauan, berubah secara lapisan terdapat serpih yang berada dibawanya berakumulasi besar butir dan warnanya. | Endapan Rawa | 5750 ± 280 TL | Interval Pengendapan / IP II |
| | | -4,40 s.d -4,80 | tan | Endapan Rawa | 9750 ± 120 TL | Interval Pengendapan / IP II |



Gambar 6. Korelasi sedimen Kuartar berarah barat - timur di daerah penelitian.



Gambar 7. Korelasi sedimen Kuartar berarah barat daya - timur laut.

| | | | |
|---------|-----------------|----------------|-----------------------------------|
| No. Bor | : 3 | Koordinat | : S : 06°50'48,4" |
| Tanggal | : Mei 2008 | | : E : 109°35'54,8" |
| Lokasi | : Kampung Depok | Ketinggian | : 2 |
| Lembar | : Pekalongan | Deskripsi Oleh | : H. Mulyana, S. Hidayat dan Asep |
| M.A.T. | : 40 Cm | Tot. Kedalaman | : 13,50 M |

| Kedalaman | Litologi | D e s k r i p s i |
|-----------|----------|---|
| 0,00 | | |
| 0,50 | | 0,00 - 0,50 : Soil terdiri dari lempung berwarna coklat ke abu-abuan, sedikit mengandung sisa-sisa tumbuhan. |
| 1,00 | | 0,50 - 1,20 : Lempung, abu-abu kehijauan, sangat lembek; basah dengan kandungan air yang tinggi mengandung sisa tumbuhan. |
| 1,50 | | 1,20 - 2,20 : Lempung bergambut/berhumus (peaty clay), berwarna gelap sampai kehitaman, lembek, basah dengan kandungan air yang cukup tinggi, banyak mengandung sisa tumbuhan dan sedikit potongan kayu, berubah secara tajam terhadap satuan litologi di bawahnya berdasarkan warna dan besar butir. |
| 2,00 | | 2,20 - 4,00 : Pasir berwarna coklat muda, mengandung berik berwarna oranye kemerahan. Pasir butir halus berukuran 210µm, terpilah baik, menyudut sampai membulat tanggung, berubah secara tajam terhadap satuan litologi di bawahnya berdasarkan besar butir dan warnanya. |
| 2,50 | | |
| 3,00 | | |
| 3,50 | | |
| 4,00 | | |
| 4,50 | | |
| 5,00 | | |
| 5,50 | | |
| 6,00 | | 4,00 - 9,40 : Lempung dengan sisipan pasir halus, berwarna abu-abu kehijauan, banyak mengandung sisa-sisa atau pecahan-pecahan cangkang kerang yang terkonsentrasi pada lapisan pasir halus. Kadang-kadang lempung berseling-seling dengan lapisan pasir halus. Ketebalan pasir bervariasi antara 20-30 cm, terpilah baik, menyudut-membulit tanggung, berubah secara berangsur terhadap satuan litologi di bawahnya. |
| 6,50 | | |
| 7,00 | | |
| 7,50 | | |
| 8,00 | | |
| 8,50 | | |
| 9,00 | | |
| 9,50 | | |
| 10,00 | | |
| 10,50 | | |
| 11,00 | | |
| 11,50 | | |
| 12,00 | | 9,40 - 13,50 : Lempung, abu-abu kehijauan (greenish gray) sampai abu-abu kebiruan (bluish gray), sangat bersih (clean clay), tidak dijumpai sisa-sisa tumbuhan, namun demikian kadang-kadang selengkap-selengkap masih dijumpai pecahan cangkang kerang yang sangat kecil dan sangat jarang. |
| 12,50 | | |
| 13,00 | | |
| 13,50 | | |
| 14,00 | | Contoh : lempung bergambut (peaty clay) untuk analisa umur (C14) Kedalaman : 1), 1,80 - 2,00 M 2), 2,00 - 2,20 M. |
| 14,50 | | |
| 15,00 | | |

Gambar 8. Log sheet bor tangan di lokasi bor 3.

| | | | |
|---------|------------------|----------------|-----------------------------------|
| No. Bor | : 5 | Koordinat | : S : 06°52'50,9" |
| Tanggal | : April 2008 | | : E : 109°39'41,5" |
| Lokasi | : Kampung Pabean | Ketinggian | : 3 M |
| Lembar | : Pekalongan | Deskripsi Oleh | : H. Mulyana, S. Hidayat dan Asep |
| M.A.T. | : 20 Cm | Tot. Kedalaman | : 11,40 M |

| Kedalaman | Litologi | D e s k r i p s i |
|--------------|----------|--|
| 0,00 - 0,40 | | Soil, tanah urugan berupa lempung berwarna coklat, sedikit sisa-sisa tumbuhan, akar-akaran dan daun-daunan. |
| 0,40 - 1,20 | | Lempung, abu-abu kehijauan, agak lembek, sedikit mengandung sisa-sisa tumbuhan dan sisa-sisa organik berwarna coklat kehitaman, berubah secara tajam terhadap satuan litologi di bawahnya berdasarkan ukuran butir dan warna. |
| 1,20 - 3,20 | | Pasir, halus sampai sedang, berwarna abu-abu kehijauan, bersifat lepas, besar butir 100-250 μ m, terpilah baik, menyudut tanggung-membulat tanggung, tidak dijumpai sisa-sisa tumbuhan. |
| 3,20 - 4,10 | | Pasir, abu-abu kehijauan, berbutir sedang, terpilah baik, membulat tanggung, dijumpai fragmen berwarna putih berukuran 0,5 cm dengan bentuk butir yang membulat tanggung. Pada kedalaman 4,10 m dijumpai pecahan cangkang-cangkang kerang berwarna putih, dengan jumlah sangat sedikit dan sangat jarang. |
| 4,10 - 5,00 | | Pasir, hitam kehijauan, berukuran halus sampai sedang sedikit kerikil, terpilah sedang, menyudut-membulat tanggung sedikit mengandung pecahan-pecahan cangkang kerang, berubah secara berangsur terhadap satuan litologi di bawahnya berdasarkan warna dan ukuran butir. |
| 5,00 - 11,40 | | Lempung, abu-abu kehijauan (greenish gray), lunak, lembek, kandungan air yang tinggi, basah, berisikan dengan lapisan tipis pasir halus dengan tebal 1-2 cm, mengandung pecahan cangkang kerang yang terkonsentrasi pada lapisan pasir halus. Kadang-kadang lempung berselang-seling dengan lapisan pasir halus yang didalamnya banyak dijumpai pecahan cangkang kerang. Pasir berukuran 100-250 μ m terpilah sedang-baik, menyudut tanggung sampai membulat tanggung. |
| | | Contoh pecahan-pecahan cangkang kerang untuk analisa umur Kedalaman : 1) 8,00 - 8,40 M 2) 9,00 - 9,20 M |

Gambar 9. Log sheet bor tangan di lokasi bor 5.

| | | | |
|---------|---------------------------|----------------|-----------------------------------|
| No. Bor | : 7 | Koordinat | : S : 06°53'39,4" |
| Tanggal | : Mei 2008 | | E : 109°44'06,2" |
| Lokasi | : Kampung Kebanyon/Batang | Ketinggian | : 3 M |
| Lembar | : Pekalongan | Deskripsi Oleh | : H. Mulyana, S. Hidayat dan Asep |
| M.A.T. | : 40 Cm | Tot. Kedalaman | : 15,00 M |

| Kedalaman | Litologi | D e s k r i p s i |
|-----------|----------|--|
| 0,00 | | 0,00 - 0,40 : Soil, berupa lempung berwarna merah kecoklatan, sedikit mengandung sisa-sisa tumbuhan, dan akar-akaran. |
| 1,00 | | 0,40 - 1,40 : Pasir lempungan, abu-abu, lembek, sisa-sisa tumbuhan, pasir berbutir halus berukuran 10 μ , terpelah baik, menyudut-membulat tanggung, berubah secara berangsur terhadap situasi litologi di bawahnya. |
| 2,00 | | 1,40 - 1,80 : Lempung bergambut, sedikit pasir, berwarna coklat sampai hitam, sedangkan pasir berwarna abu-abu berbutir halus terpelah sedang-baik. |
| 3,00 | | 1,80 - 3,40 : Lempung dengan sisipan pasir halus, berwarna abu-abu kehijauan (greenish gray), sangat lunak, tebal lapisan pasir 1 - 2 cm terpelah baik berukuran 10 μ , banyak mengandung pecahan cangkang kerang yang terkonsentrasi pada lapisan pasir halus. |
| 4,00 | | 3,40 - 5,00 : Selang-seling antara lempung dengan pasir halus, berwarna abu-abu kehijauan, tebal pasir antara 3-5 cm, banyak mengandung pecahan cangkang kerang yang terkonsentrasi pada lapisan pasir halus, berubah secara tajam terhadap situasi litologi di bawahnya berdasarkan warna dan besar butirannya. |
| 5,00 | | 5,00 - 6,70 : Pasir, berukuran sedang-halus, abu-abu kehijauan, berukuran 250 μ , terpelah baik, menyudut-membulat tanggung, masih mengandung sedikit pecahan-pecahan cangkang kerang, berubah secara berangsur terhadap situasi litologi di bawahnya. |
| 6,00 | | 6,70 - 15,00 : Lempung, berwarna abu-abu kehijauan (greenish gray) sampai abu-abu kebiruan (blue gray), tidak dijumpai sisa-sisa tumbuhan, kadang-kadang masih dijumpai sangat sedikit pecahan-pecahan cangkang kerang, namun tidak sebanyak pecahan cangkang kerang yang dijumpai di situasi litologi yang berada di atasnya. Bersifat sangat plastis, basah dan agak liat. |
| 7,00 | | Contoh : lempung bergambut (peaty clay) untuk analisa umur (C14) |
| 8,00 | | Kedalaman : 1) 1,20 - 1,40 M |
| 9,00 | | 2) 4,00 - 4,20 M |
| 10,00 | | 3) 4,80 - 5,00 M |
| 11,00 | | |
| 12,00 | | |
| 13,00 | | |
| 14,00 | | |
| 15,00 | | |

Gambar 10. Log sheet bor tangan di lokasi bor 7.

| | | | |
|---------|--------------------|----------------|-----------------------------------|
| No. Bor | : 13 | Koordinat | : S : 06°54'38,8" |
| Tanggal | : Mei 2008 | | E : 109°40'56,7" |
| Lokasi | : Kampung Joyorejo | Ketinggian | : 5 M |
| Lembar | : Pekalongan | Deskripsi Oleh | : H. Mulyana, S. Hidayat dan Asep |
| M.A.T. | : 40 Cm | Tot. Kedalaman | : 10,20 M |

| Kedalaman | Litologi | Deskripsi |
|-----------|----------|---|
| 0,00 | | 0,00 - 0,50 : Soil berupa lanau, coklat tua, sedikit mengandung sisa-sisa tumbuhan, bercak orange sekitar 20-30%. |
| 1,00 | | 0,50 - 3,00 : Lempung, berwarna coklat, padat, liat dan lengket, mengandung sedikit sisa-sisa tumbuhan, bercak berwarna orange sekitar 30-40%, semakin ke bawah dijumpai bercak-bercak hitam dalam bentuk spot-spot, dan material organik berwarna hitam. |
| 2,00 | | 3,00 - 5,20 : Lempung, berwarna abu-abu muda sampai abu-abu kehijauan, sangat lengket, liat dan pejal, bercak orange sekitar 50%, di bagian bawahnya dijumpai bercak-bercak berwarna hitam dalam bentuk spot-spot, berubah secara berangsur terhadap saluan litologi yang berada di bawahnya berdasarkan warna dan kandungan material organiknya. |
| 3,00 | | 5,20 - 6,40 : Lempung bergambut (peaty clay), coklat tua sampai hitam, banyak mengandung sisa-sisa tumbuhan berupa daun-daunan berwarna coklat tua, agak lembek, dan selemper dijumpai potongan kayu berbau busuk. |
| 4,00 | | 6,40 - 8,40 : Lempung bergambut sampai gambut, berwarna hitam, lembek, banyak dijumpai sisa-sisa tumbuhan berupa daun-daunan berwarna coklat sampai coklat tua kehitaman, berubah secara tajam terhadap saluan litologi yang berada di bawahnya berdasarkan besar butir dan warnanya. |
| 5,00 | | 8,40 - 10,20 : Pasir, berwarna hitam, berukuran sedang sampai kasar 305-500 μ m, lepas, terpecah sedang-buruk, memperlihatkan besar butir yang mengasar ke bawah. Di bagian bawahnya dijumpai kerikil berukuran 2-3 cm dengan bentuk butir yang membulat tanggung. |
| 6,00 | | |
| 7,00 | | |
| 8,00 | | |
| 9,00 | | |
| 10,00 | | |
| 11,00 | | |
| 12,00 | | |
| 13,00 | | |
| 14,00 | | |
| 15,00 | | |
| 16,00 | | |
| 17,00 | | |
| 18,00 | | |
| 19,00 | | |
| 20,00 | | |
| | | Contoh : lempung bergambut (peaty clay) untuk analisa umur (C14) Kedalaman : 1) 5,20 - 5,40 M 2) 5,80 - 6,00 M 3) 6,00 - 6,40 M 4) 8,40 - 9,00 M |

Gambar 11. Log sheet bor tangan di lokasi bor 13.

DISKUSI

Staub dan Gastaldo (2003) mempelajari sedimentasi dan perkembangan gambut di sungai delta Rajang (Serawak). Mereka berasumsi bahwa gambut tersebut terbentuk di dalam lingkungan *mesotidal* hingga *macrotidal*, yang dipengaruhi oleh pasang-surut lembah aluvium dan berbatasan dengan pantai, dan undak pasir garis pantai di sepanjang paparan laut menuju dataran aluvium (*landward*) di bagian delta dan dataran pantai. Kerakal di lembah aluvium adalah bagian bawah suatu sekuen (*highstand*) yang berumur 25.000 tahun. Kemudian terjadi penurunan (*subsidence*) pada 40.000 tahun yang lalu yang menghasilkan sekuen FU aluvium yang bagian atasnya dipengaruhi pasang-surut. Terakumulasinya gambut dimulai pada 7.300 hingga 5.800 tahun yang lalu, bersamaan dengan naiknya permukaan laut secara perlahan ketika *progradational*/atau majunya garis pantai di mulai pada 7.000 tahun yang lalu fase kejadian yang terekam pada stratigrafi daerah pesisir tropis Serawak, sangat menarik untuk disimak korelasinya dengan daerah pesisir pantai utara Jawa. Peristiwa yang terjadi pada awal Pliosen Atas (125.000 tahun yang lalu) tidak dapat dipantau karena cekungan ketika itu belum terbentuk. Hidayat dr. (2008) mengatakan bahwa daerah pesisir Kendal pada Pliosen Tengah dipengaruhi oleh tektonik yang berasal dari gerak vertikal (*uplift*). Hal ini menyebabkan Formasi Damar mengalami pengangkatan, sedangkan akhir Pliosen Atas hingga Holosen terbentuk cekungan. Kemudian terjadilah proses pengendapan yang diakibatkan oleh tektonik yang memberi dampak turunnyanya Formasi Damar. Kelihatannya, selama Pliosen Tengah hingga Atas daerah pesisir Pekalongan masih tinggi. Pada Pliosen Akhir hingga Holosen, gejala tektonik masih terasa keberadaannya, yang kemungkinan menghasilkan kipas aluvium (Qf) dan endapan danau dan aluvium (Qla) yang menurut Condon dr. (1996) berumur Holosen Awal. IP I yang diwakili oleh endapan laut lepas pantai kemungkinan dapat dikorelasikan dengan naiknya permukaan laut dan proses pembentukan gambut di Serawak, yang secara stratigrafi global posisi permukaan air laut tinggi yang dipengaruhi iklim lembab atau basah.

Colhoum (1985) menyebutkan bahwa di Tasmania temperatur maksimum kering terjadi pada 21.000 tahun yang lalu dengan temperatur rata-rata 6,5°C lebih rendah dari sekarang, sedangkan permukaan laut ketika itu sangat rendah (- 120 ± 20 m) dibanding permukaan laut kini (Pirazzoli, 1991).

Ketika itu merupakan akhir dari glasiasi dan puncaknya pada 18.000 ± 300 tahun yang berakibat mencairnya es dan permukaan laut mulai naik secara perlahan. Chappell dan Polach (1991) mengatakan bahwa permukaan laut tinggi mencapai puncaknya pada 9.000 hingga 10.000 tahun yang lalu yang identik dengan iklim pada waktu itu mencapai optimum, yaitu sebagai puncak pencairan es (*inter-glacial maximum*). McIntosh dr. (2006) menyebutkan pula bahwa sebelum 11.700 tahun yang lalu merupakan masa pelarutan salju dan es seiring dengan proses permukaan air danau tinggi, yang terbukti mulai terbentuknya hutan, dan puncaknya memasuki Holosen. Ini berarti bahwa sirkulasi iklim pada waktu itu menuju optimum. Perubahan temperatur menuju panas, kondisi basah dan munculnya vegetasi tumbuhan rumput-rumputan dan bambu (*herb*) muncul pada 7.000 tahun yang lalu yang tidak dijumpai pada fase pencairan es (Hope dr., 2000).

Pembentukan dan pengisian cekungan di daerah pesisir Pekalongan yang dikaitkan dengan kondisi global, memberikan petunjuk bahwa:

1. Pembentukan IP I, prosesnya berlangsung pada puncak naiknya permukaan laut dengan tingkat kebasahan maksimum yang terkait dengan puncak pencairan es pada awal Holosen. Sebelumnya daerah ini belum tergenang air laut karena posisinya masih tinggi, dan sebaliknya sistem *fluvial* belum berkembang meskipun tingkat kelembaban besar. Permukaan air laut pada waktu itu naik secara perlahan, dan endapan yang dihasilkan adalah homogen.
2. Awal pembentukan IP II dicirikan oleh permukaan laut turun secara cepat, yang dibuktikan dengan berkembangnya sistem alur sungai, dan selanjutnya ditutupi fasies laut dekat pantai. Ini menunjukkan bahwa alas cekungan kemungkinan naik akibat adanya gerak vertikal oleh aktivitas tektonik dan selanjutnya membentuk cekungan turun. Proses penurunan tersebut diduga terjadi sebelum 5750 ± 120 tahun yang lalu yang pada waktu itu merupakan lingkungan rawa pada IP II mulai terbentuk. Proses penurunan tersebut diikuti oleh naiknya permukaan air yang menghasilkan IP II. Permukaan laut kembali turun yang diperkirakan berlangsung pada ± 2.000 tahun yang lalu saat akhir pembentukan IP II bagian atas.

3. Meluasnya lingkungan *fluviatil* yang terbentuk selama IP III menandakan bahwa permukaan laut turun hingga mencapai posisi sekarang. Pergeseran alur sungai yang terbentuk pada IP III bagian bawah ke posisi sekarang dan berkembangnya lingkungan rawa secara setempat, kemungkinan dikendalikan oleh tektonik walaupun intensitasnya kecil. Namun apabila benar, tektonik lokal tersebut terjadi pada 1180 ± 130 tahun yang lalu.

KESIMPULAN

- Aspek sedimentologi dan stratigrafi di daerah pesisir Pekalongan mulai terbentuk pada Holosen dan Formasi Damar sebagai alas cekungannya. Ragam lingkungan terdiri atas lingkungan laut hingga pantai (endapan-endapan laut lepas pantai, dekat pantai, dan pantai), *fluviatil* (alur sungai dan pelimpahannya, dan rawa. Perubahan lingkungan secara vertikal cenderung berhubungan dengan turun-naiknya permukaan laut dan sirkulasi iklim. Adanya pengaruh tektonik diindikasikan oleh bergesernya lingkungan akibat berubahnya elevasi batuan alas.
- Awal terjadinya proses pengendapan berhubungan terkait dengan naiknya permukaan laut secara global, yang berkaitan dengan

pencairan es dan sirkulasi iklim menuju optimum (IP I). Akan tetapi, setelah puncak permukaan laut global mencapai maksimum, wilayah pesisir Pekalongan mengalami pengangkatan yang mengakibatkan permukaan laut menjadi turun (bagian bawah IP II) dan membentuk zona tinggian (*axial zones*). Permukaan laut kembali naik yang berhubungan dengan mekanisme proses penurunan cekungan (*subsidence processes*) yang menyebabkan lingkungan laut dekat pantai menjadi dominan berkembang. Penurunan tersebut diduga akibat pengaruh tektonik regional seperti yang terjadi di Serawak atau termasuk tektonik regional Holosen (?).

- Pada kurun waktu Holosen Atas, daerah Pekalongan dan sekitarnya merupakan cekungan dataran aluvium hingga pantai, yang kemungkinan dipengaruhi pula oleh tektonik yang sifatnya lokal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan lapangan yang dilaksanakan pada bulan April hingga Mei 2008 merupakan program penelitian Dinamika Geologi Kuartar di Pusat Survei Geologi (Badan Geologi). Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Survei Geologi atas izinnya untuk menggunakan data tersebut untuk kepentingan penulisan makalah ini.

ACUAN

- Amorosi, A., Centinio, M.C., Colalongo, M.L., Pasini, G., Sarti, G. dan Vaiani, S.C., 2003. Facies architecture and latest Pleistocene-Holocene depositional history of the Po Delta (Comachio area), Italy. *Journal of Geology*, 111, h. 39-56.
- Bertrand, S, Baeteman, C., 2005. Sequence mapping of Holosen coastal lowlands; the application of the Streif classification system in the Belgian coastal plain. *Quaternary International* 133-134 (2005), h. 151-158.
- Chappell, J. dan Polach, H., 1991. Post-glacial sea level rise from a coral record at Huon Peninsula, Papua New Guinea. *Nature* 349: 147-149.
- Colhoun, E.A., 1985. Glaciations of the West Coast Range, Tasmania. *Quaternary Research* 24: 39-59.
- Condon, W.H., Pardyanto, L., Ketner, K.B., Amin, T.C., Gafoer, S. dan Samodra, H., 1996. *Peta Geologi Lembar Banjarnegara dan Pekalongan, Jawa*. Puslitbang Geologi, Bandung.
- Cornish, F.G. dan Baskin, J.A., 1995. Nueces River Terrace Stratigraphy. *The Texas Journal of Science*, v. 3: 192-202.
- Groot, J.J. dan Jordan, R.R., 1999. *The Pliocene and Quaternary deposits of Delaware: Palynology, Ages, and Paleoenvironments*. Report of Investigations No. 58, State of Delaware – Delaware Geological Survey, University of Delaware (Newark, Delaware), 36 h.

- Frazier, D.E., 1967. Recent deltaic deposits of the Mississippi River; their development and chronology. *Gulf Coast Association of Geological Societies Transactions*, v. 27: 287-315.
- Hidayat, S., Moechtar, H. dan Pratomo, I., 2008. Tektonik sebagai faktor pengendali evolusi cekungan Kuartar di daerah pesisir Kendal, Jawa Tengah. *Jurnal JTM*, v.XIV (4): 213-224.
- Hope, F.V.L., Colhoun, E.A. dan Barton, C.E., 2000. Late-glacial and Holocene records of vegetation and climate from Cynthia Bay, Lake St Clair, Tasmania. *Journal of Quaternary Science* 15: 725-732.
- Kulp, Mark, Howell, Paul, Adiau, Sandra, Pendland, Shea, Kindinger, Jack, Williams, Jeffress, S., 2002. Latest Quaternary Stratigraphic Framework of the Mississippi River Delta Region. *Gulf Coast Association of Geological Societies Transactions*, v. 52: 573-582.
- Libby, W.F., 1951. *Radiocarbon dating*. University of Chicago. Press, 204 h.
- McIntosh, P.D., Price dan Hobart D.M., 2006. Timing and causes of late Quaternary erosion event in lowland and mid-altitude Tasmania. *Abstract of Conference Proceedings*, Mungo Lodge, Lake Mungo, 6-9-September 2006, 4 h.
- Moechtar, H., Mulyana, H. dan Pratomo, I., 2007. Sedimentologi dan stratigrafi Holosen dataran pantai Medan -Belawan sekitarnya, Sumatera Utara. *Jurnal Geologi Kelautan*, v.5 (2): 96-108.
- Mulyana, H. dan Moechtar, H., 2008. Fasies dan Perubahan Lingkungan Pengendapan Kuartar di daerah Labuhan (Belawan), Sumatera Utara. *Jurnal Sumber Daya Geologi*, v.XVIII (1): 15-28.
- Perlmutter, M.A. dan Matthews, M.A., 1989. Global Cyclostratigraphy. Di dalam: Cross, T.A. (ed.), *Quantitative Dynamic Stratigraphy*, Prentice Englewood, New Jersey, h. 233-260.
- Pirazzoli, P.A., 1991. *World Atlas of Holocene Sea Level Changes*. Elsevier *Oceanography Series*, 58, Amsterdam-London-New York-Tokyo, 299 h.
- Staub, J.R. dan Castaldo, R.A., 2003. Late Quaternary sedimentation and peat development in the Rajang river delta, Sarawak, East Malaysia. Di dalam: Sidi, F.A., Nummedal, D., Imbert, P., Darman, H. dan Posamentier, H.W. (eds.). *Tropical Deltas of Southeast Asia - Sedimentology, Stratigraphy, and Petroleum Geology*. SEPM Special Publication Number 76, September 2003, h. 71-78.
- Sibrava, V., 1978. Isotopic Method in Quaternary Geology. Contribution to the Geologic Time Scale. *AAPG Bull.*, 165-170.
- Suter, J.R., 1986. Ancient fluvial systems and Holocene deposits, southwestern Louisiana Continental Shelf. Di dalam: Berryhill, H.L., Jr. (ed). *Late Quaternary facies and structure, northern Gulf of Mexico*. American Association of Petroleum Geologists Studies in Geology 23, h. 81-130.