

PERKEMBANGAN DATARAN PANTAI (*COASTAL PLAIN*) DAERAH KENDAL PROVINSI JAWA TENGAH

Ungkap M. Lumbanbatu

Pusat Survei Geologi
Jl. Diponegoro No. 57 Bandung - 40122

SARI

Wilayah dataran pantai (*coastal plain*) yang bersifat dinamis selalu mengalami perubahan. Pemahaman akan tataan stratigrafi endapan Kuartar berperan penting untuk menjelaskan proses-proses geologi yang terjadi dalam pembentukan dataran pantai. Berdasarkan analisis tataan stratigrafi Holosen, di daerah penelitian terlihat adanya proses geologi berupa genang laut, susut laut dan aktivitas tektonik. Peristiwa geologi tersebut diperkirakan dapat mempengaruhi perubahan arah perkembangan dataran pantai di daerah ini.

Kata kunci : tektonik, runtunan stratigrafi Kuartar, genang laut, susut laut

ABSTRACT

A coastal plain area having dynamic characteristics. Understanding of Quaternary stratigraphy plays an important role in explaining the occurrence of geological processes during the development of the coastal plain. Holocene stratigraphic sequence analysis reveals that the studied area has been influenced by several geological processes such as sea level rise and drop, and tectonic activities. These geological phenomena are expected as the agents to change the directions of coastal plain development.

Keywords: tectonics, quaternary stratigraphic sequences, sea level rise, sea level drop

PENDAHULUAN

Dataran pantai adalah wilayah yang sangat dinamis dan rentan mengalami perubahan dari waktu ke waktu. Pantai adalah batas wilayah (*interface*) antara darat (*terrestrial*) dan laut (*marine*). Oleh karena itu proses terbentuknya pantai sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti gelombang, arus, turun naiknya permukaan laut dan pasokan sedimen (*sediment supply*). Pantai di Indonesia sangat dipengaruhi oleh perubahan permukaan air laut, tektonik dan kondisi iklim tropis. Ketiga faktor tersebut merupakan pengendali bertambahnya daratan (*progradation*) dan penyusutan daratan (*retrogradation*).

Proses erosi dan proses pengendapan dapat terjadi akibat perubahan turun naiknya permukaan laut, perubahan iklim, dan tektonik, sementara faktor yang mempengaruhi karakter pantai (*coastal characteristics*) adalah komposisi jenis sedimennya.

Perubahan pantai ini secara umum dapat terjadi dalam kurun waktu yang pendek (*short term changes*), jangka menengah (*medium term changes*), dan dalam jangka waktu yang panjang (*long term changes*).

Di Indonesia perubahan pantai yang terjadi pada kurun waktu pendek dapat diakibatkan oleh kejadian gempa bumi, longsor, tsunami, letusan gunung api, dan oleh akibat banjir yang besar dan berkepanjangan. Contoh paling aktual ketika terjadinya perubahan pantai dalam skala waktu pendek yang diakibatkan oleh bencana alam gempa bumi 26 Desember 2004, di daerah Aceh. Hampir sebagian besar pantai barat Aceh mengalami penurunan, dan sebagian garis pantai di Kepulauan Andaman mengalami pengangkatan. Walaupun peristiwa tersebut terjadi dalam skala pendek, akan tetapi prosesnya merupakan suatu rangkaian siklus tektonik dalam kurun waktu panjang. Perubahan pantai tersebut mengakibatkan kerugian material cukup besar seperti harta benda, rusaknya bangunan lahan pertanian, tambak ikan, tambak garam, dan prasarana umum lainnya.

METODOLOGI

Metodologi pendekatan untuk menerangkan perubahan perkembangan pantai di daerah penelitian, dilakukan dengan cara menganalisis runtunan stratigrafi dari penampang A-B, C-D, E-F dan G-H (Gambar 1). Penampang tersebut berarah timur – barat dibuat dengan mengkorelasikan stratigrafi titik titik pemboran. Berdasarkan penampang tersebut perubahan ataupun perkembangan pantai dari selatan ke utara dapat dirunut.

Penampang stratigrafi dibuat berdasarkan hasil pemerian batuan hasil pemboran. Deskripsi batuan adalah sifat fisik batuan, yang meliputi warna, kandungan fosil, kandungan material organik, kandungan lempung, kandungan mineral, besar butir, bentuk butir, struktur, kekompakan, dan sifat fisik lainnya. Hasil deskripsi tersebut digunakan untuk pengelompokan batuan yang didasarkan atas lingkungan pengendapannya. Masing-masing penampang pemboran setiap kelompok batuan dikorelasikan dengan pemboran yang lain.

Berdasarkan runtunan lingkungan pengendapan, baik secara mendatar maupun secara tegak, dapat menguraikan dinamika geologi Kuartar, seperti ada tidaknya pengaruh perubahan permukaan laut selama proses pengendapan atau ada tidaknya aktivitas tektonik.

GEOLOGI DAN TEKTONIK DAERAH PENELITIAN

Berdasarkan kejadiannya, geomorfologi daerah Kendal dapat dikelompokkan menjadi Bentukan Asal Laut, Sungai, Denudasi, Batuan Asal Struktur dan Bentukan Asal Gunung Api (Poedjoprajitno, dr. 2008).

Menurut Lumbanbatu dan Hidayat. (2007) terdapat perbedaan kerapatan dan pola aliran di sebelah timur dan sebelah barat daerah penelitian, khususnya yang terdapat di dataran aluvium. Di bagian barat daerah penelitian berkembang sistem pola aliran sub-denritik-denritik, sedangkan di sebelah timur berkembang sistem pola aliran sub-paralel - paralel (Gambar 2). Tidak ada penjelasan lebih lanjut mengenai penyebab terjadinya perbedaan tersebut.

Perbedaan sistem pola aliran pada yang sama dataran aluvium menunjukkan adanya perbedaan kondisi geologi bawah permukaan. Berkembangnya pola aliran subdenritik - denritik di bagian barat sangat boleh jadi diakibatkan oleh pengaruh struktur batuan dasarnya, dimana endapan aluvium yang menutupinya sangat tipis. Sementara itu di bagian timur berkembang pola aliran sub paralel - paralel. Hal ini mengidentifikasi indikasi yang bahwa kondisi geologi bawah permukaan tidak berpengaruh, yang berarti endapan aluvium di bagian timur ini cukup tebal. Berdasarkan fakta tersebut menunjukkan bahwa bagian barat daerah penelitian mengalami pengangkatan yang mengakibatkan tidak berkembangnya proses sedimentasi, sehingga endapan aluviumnya tipis. Sebaliknya bagian timur daerah penelitian mengalami penurunan, dimana proses pengendapan berlangsung dengan baik sehingga endapan aluviumnya cukup tebal.

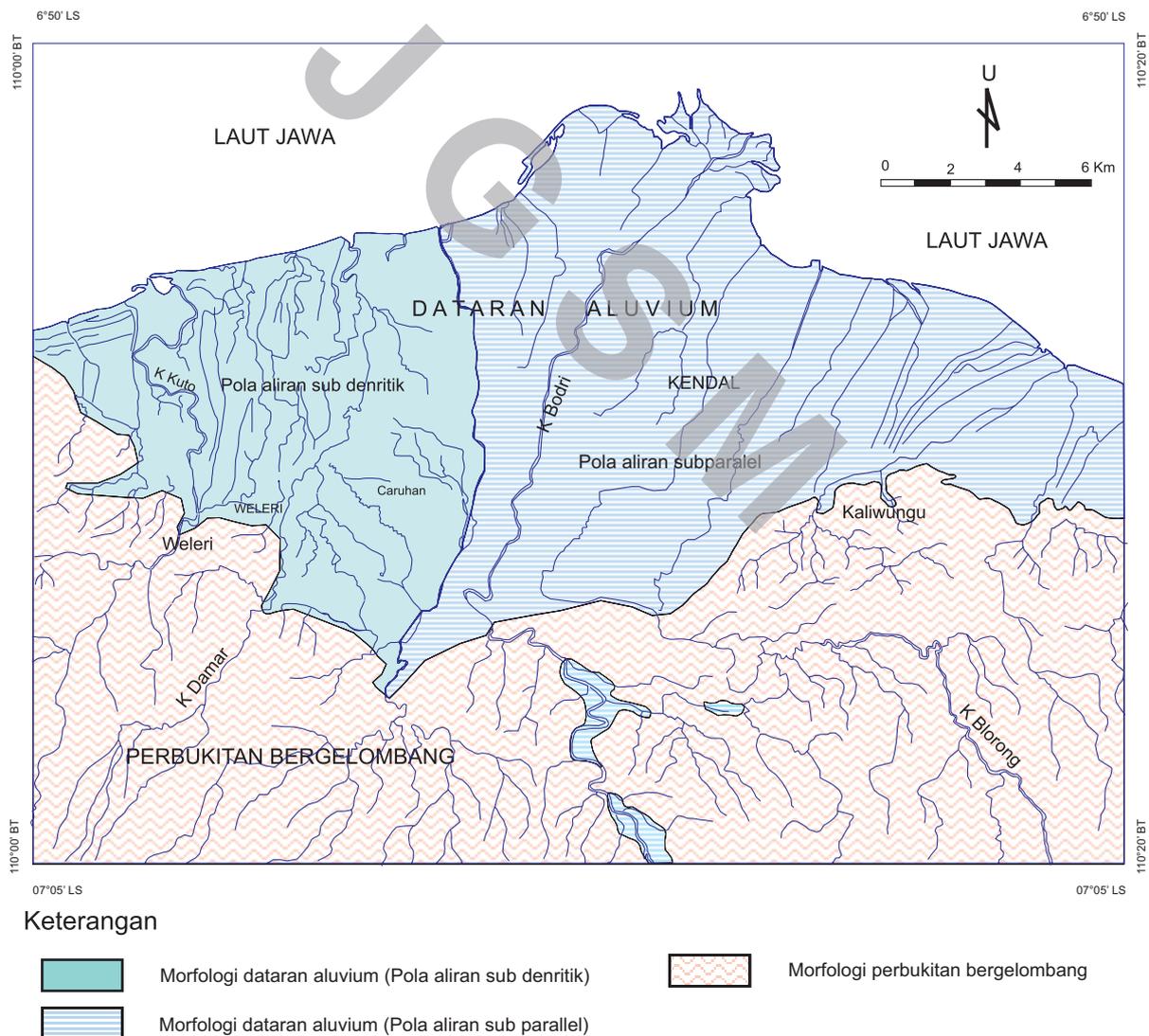
Menurut Thanden dr. (1996) tataan stratigrafi daerah penelitian diawali oleh kehadiran Formasi Damar (Plio-Plistosen). Sebagian Formasi Damar mengandung fosil vertebrata yang mengindikasikan lingkungan pengendapan non marin. Formasi ini terdiri atas batupasir tufan, konglomerat, dan breksi vulkanik. Batupasir mengandung mineral mafik, felspar dan kuarsa. Selanjutnya, Formasi Damar ditutupi oleh endapan aluvium secara tidak selaras. Thanden dr. (1996) memisahkan endapan aluvium tersebut menjadi endapan dataran pantai, dataran sungai dan danau. Endapan aluvium ini tersebar hampir menutupi seluruh daerah penelitian. Tebal maksimum endapan aluvium kurang lebih 80 m.

Pembahasan struktur dan tektonik daerah penelitian telah dilakukan oleh Lumbanbatu dan Hidayat (2007), yang pembahasannya didasarkan pada Peta Geologi Lembar Magelang-Semarang, skala 1:100.000 (Thanden dr., 1996). Para peneliti tersebut menyatakan adanya sesar Kuartar di daerah penelitian, yang diindikasikan oleh terpotongnya batuan Formasi Damar (Plio- Plistosen). Thanden dr. (1996) dalam petanya menggambarkan sesar ini tidak tegas. Di sekitar daerah Muteran, sesar tersebut digambarkan sebagai sesar naik, di sekitar lereng utara Gunung Gili Kelor digambarkan sebagai kelurusan, dan di sekitar Sungai Damar digambarkan

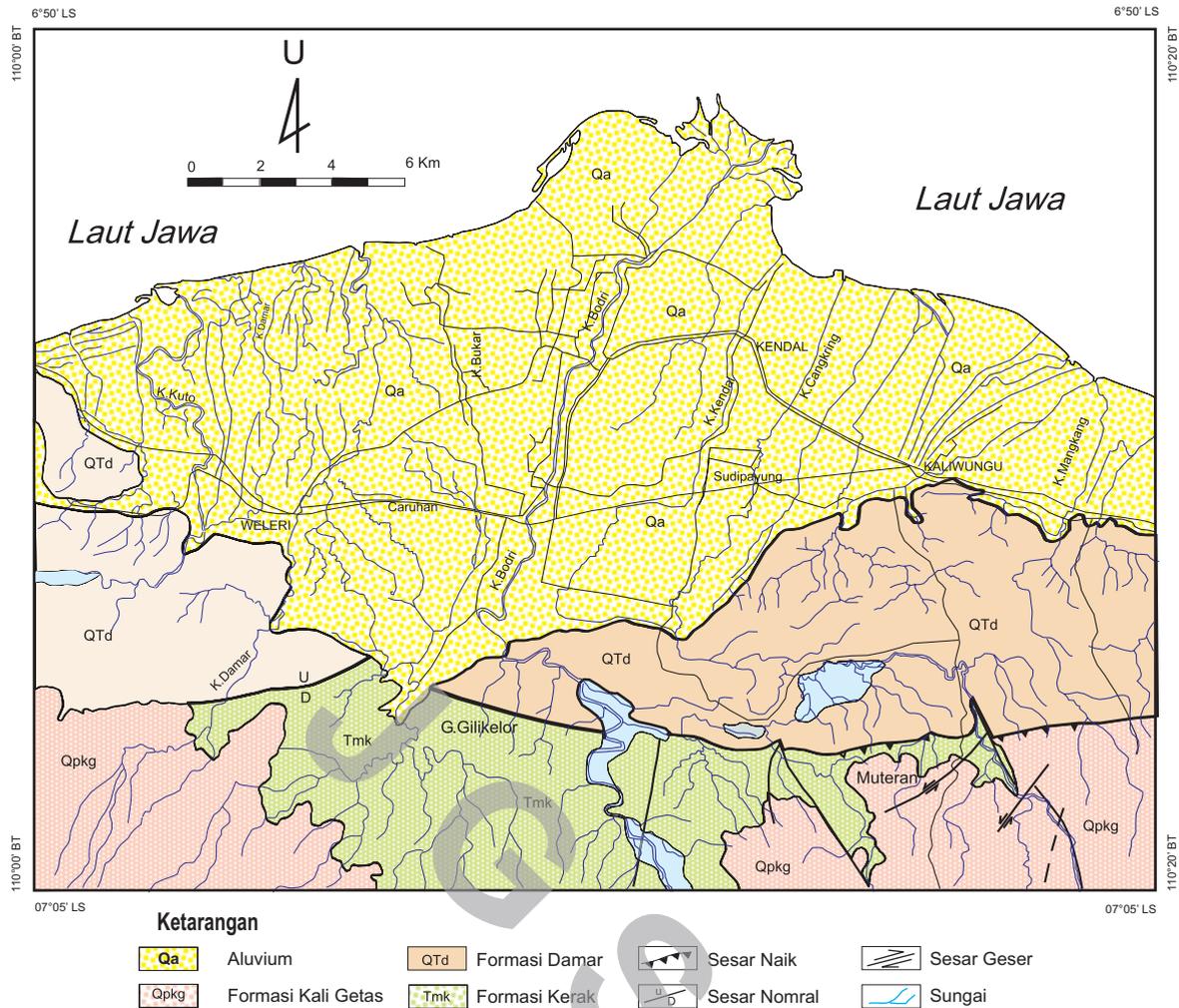
sebagai sesar yang diberi notasi U (*up*) dan D (*down*) (Gambar 3). Namun penulis menafsirkan bahwa sesar tersebut adalah sesar naik, yang didasarkan atas asumsi bahwa gaya utama yang mendorong batuan tersebut muncul ke permukaan berasal dari selatan ke arah utara akibat aktivitas pergerakan Lempeng Indo-Australia, yang berarti berhubungan dengan tektonik regional. Sesar tersebut kemudian dipotong oleh sesar sesar yang berarah tenggara – barat laut. Berdasarkan fakta bahwa umur formasi yang dipotong oleh sesar tersebut, yaitu Formasi Damar (Plio-Plistosen), sesar ini berumur lebih muda yang merupakan sesar Kuartar. Konsekuensi dari pergerakan sesar tersebut terbentuk cekungan pengendapan di bagian utara (*fluvio-deltaic basin*)

yang mengalami penurunan, dan selanjutnya diisi oleh endapan Kuartar berupa endapan fluvial dan delta. Indikasi ini membuktikan bahwa sesar tersebut adalah aktif, yang aktivitasnya memberikan efek terhadap endapan Holosen.

Poedjoprajitno dr. (2008) dalam pembahasan pola struktur daerah Kendal mengenali adanya sesar sesar aktif bawah permukaan, yaitu Sesar Wonorejo, Sesar Jambe Kidul, dan Sesar Kuto. Mereka mengidentifikasi bahwa aktivitas Sesar Kuto mengakibatkan batuan alasnya naik, dan bagian yang turun membentuk cekungan yang diisi oleh endapan Holosen. Sesar Kuto berdasarkan analisis pengukuran kekar dinyatakan sebagai sesar naik.



Gambar 1. Peta geomorfologi daerah penelitian modifikasi dari Lumbanbatu dan Hidayat, 2007.



Gambar 3. Peta geologi daerah Kendal dan sekitarnya Provinsi Jawa Tengah (Thanden, dr., 1996).

KARAKTERISTIK PANTAI (COASTAL CHARACTERISTICS)

Kondisi topografi pantai daerah penelitian sangat landai - datar, sehingga dataran pantai (*coastal plain*) terbentuk secara dominan. Di beberapa tempat terbentuk lingkungan rawa (*swamps*), hutan bakau (*mangrove*), dan pasir pantai (*beach sand*).

Pantai di daerah penelitian disusun oleh endapan lumpur, pasir, dan kerikilan. Di sekitar muara sungai biasanya endapannya lebih kasar. Faktor yang mempengaruhi karakter pantai (*coastal characteristics*) adalah komposisi jenis sedimennya. Secara umum, karakteristik pantai dipengaruhi oleh jenis material yang diangkut oleh sungai, dan kemudian diendapkan di pantai. Oleh karena itu, karakteristik pantai sangat dipengaruhi oleh panjangnya sungai dan daerah tangkapan hujan, sehingga material yang diangkut oleh sungai tersebut

didominasi oleh material halus (Yinwang dr., 2003). Semakin panjang sungai yang mengalir di daerah yang kemiringan lerengnya sangat landai, maka semakin halus pula materi yang akan diendapkan di pantai. Oleh karena itu, pengaruh aktivitas sungai mengontrol perkembangan pertumbuhan pantai.

Kondisi pantai yang berlumpur, berpasir atau berbatu juga sangat tergantung pada kondisi geologi yang dilalui oleh sungai yang mengangkut bahan-bahan rombakan yang diendapkan di pantai. Sungai utama yang mengalir di daerah ini adalah Kali Bodri, Kali Kunto, Kali Blukar, Kali Cangkring, Kali Kenceng, dan Kali Kendal yang hulunya bersumber dari perbukitan sebelah selatan dan bermuara di pantai utara Jawa. Hulu Kali Bodri terletak di Gunung Prahu, di selatan daerah penelitian yang mengalir di daerah tangkapan hujan (*catchmen area*) seluas 640 km².

Di daerah penelitian, material hasil erosi yang ditranspor (diangkut) oleh sungai diendapkan di pantai utara Jawa dan membentuk endapan delta aktif. Hal ini dapat terjadi karena pasokan material yang diendapkan di pantai jauh lebih besar dibandingkan dengan kecepatan gelombang laut dan arus yang memindahkan material tersebut. Dengan kata lain, pembentukan delta di daerah ini terjadi karena kondisi energi gelombang dan arus yang lemah. Oleh karena itu, delta yang terbentuk di daerah penelitian sangat terkait dengan kehadiran Kali Bodir, Kali Kunto, Kali Blukar, Kali Cangkring, Kali Kenceng dan Kali Kendal. Oleh karena itu, pembentukan delta di daerah penelitian dapat diklasifikasikan sebagai delta yang sangat dipengaruhi oleh sistem fluvial (*fluvial-dominated deltas*) (Reading H.G., 1986). Berdasarkan uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa karakteristik pantai di daerah Kendal lebih didominasi oleh pengaruh pasokan material yang diangkut oleh sungai yang hulunya di sebelah selatan dan kemudian diendapkan di sepanjang pantai Kendal.

TATAAN GEOLOGI KUARTER

Penelitian terkait dengan sedimentologi dan stratigrafi di daerah Kendal telah dilakukan oleh Hidayat dr. (2008), yang penelitiannya didasarkan atas penampang pemboran yang berarah utara - selatan barat laut - tenggara dan timur laut - barat daya sebanyak lima penampang. Mereka membedakan endapan Kuartar di daerah ini menjadi Formasi Damar, Endapan Laut Lepas Pantai (*offshore deposits*), Endapan Laut Dekat Pantai (*nearshore deposits*), Endapan Alur Sungai (*river channel deposits*), Endapan Alur Estuari (*estuary channel deposits*), Endapan Limpah/Dataran Banjir (*flood plain deposits*), Endapan Rawa (*swamp deposits*) dan tanah penutup (*soil*). Masing-masing fasies endapan Kuartar tersebut di atas telah diuraikan secara terperinci.

Lumbanbatu dan Hidayat (2007), membahas geologi Kuartar berdasarkan pada runtunan stratigrafi yang diperoleh dari penampang pemboran berarah timur - barat, sebanyak empat lintasan. Hasil bahasan tersebut bahwa endapan Kuartar di daerah penelitian dibedakan menjadi 1). Endapan Rawa, 2). Endapan Alur Estuari, 3). Endapan Laut Dekat Pantai, 4). Endapan Laut Lepas Pantai, 5). Endapan Fluvial dan 6). Sub-strata Para-Holosen. Berdasarkan data tersebut di atas, tidak terlihat

adanya perbedaan menyangkut komposisi endapan Kuartar di daerah penelitian, baik melalui penampang berarah utara - selatan maupun melalui penampang timur - barat.

Selanjutnya, untuk mengetahui proses pengendapan di daerah penelitian, maka pembahasan ini berusaha menjelaskan runtunan endapan Kuartar pada masing-masing penampang yang berarah timur - barat (Gambar 5).

Runtunan batuan pada penampang A-B (Gambar 5a) diawali dari batuan dasar (*basement rock*) berupa lempung kelabu agak lengket, liat, dan sangat padat mengandung bercak-bercak berwarna kuning, dan mengandung fragmen batuan vulkanik dengan diameter 0.5 - 1 cm. Batuan dasar ini adalah hasil pelapukan dari Formasi Damar. Batuan dasar tersebut kemudian ditutupi oleh endapan laut dekat pantai yang terdiri atas lanau berwarna kelabu hitam kehijauan, yang diselingi oleh lapisan pasir halus tipis dan banyak mengandung pecahan - pecahan cangkang moluska. Bagian bawah terdiri atas lempung berwarna hijau, sedangkan di atas endapan laut lepas pantai, endapan rawa yang cukup tebal (8 m). Umumnya endapan rawa tersebut terdiri atas lempung lanauan, berwarna coklat kekuningan, mengandung sisa-sisa tumbuhan berupa akar-akaran, dan daun-daunan. Lumban dan Hidayat (2007), menyatakan bahwa terbentuknya endapan rawa yang cukup tebal tersebut mengindikasikan kondisi pengendapan yang cukup tenang.

Selain itu, disebutkan juga adanya pergeseran (*shifting*) alur sungai purba ke arah timur (Titik Bor 28), namun tidak dijelaskan penyebab pergeseran alur sungai purba tersebut. Penulis berpendapat bahwa pergeseran alur sungai purba satu (Ch-1) menjadi alur sungai purba dua (Ch-2) ditafsirkan sebagai hasil aktivitas Tektonik Holosen Fase Satu (TF-1) yaitu berupa pengangkatan sesaat setelah kondisi tenang berakhir. Alur sungai purba dua ini mengerosi endapan rawa yang menutupi endapan laut dekat pantai. Hasil kegiatan alur sungai satu (Ch 1) menghasilkan endapan cekungan banjir, yang terdiri atas lempung lanauan, berwarna coklat kekuningan, sifatnya lengket, dan mengandung sisa-sisa tumbuhan berupa akar-akaran daun-daunan dan sisa organik berwarna coklat kehitaman. Kehadiran endapan cekungan banjir

menunjukkan kondisi tenang, sehingga alur yang memasok material berada pada posisi yang sama (Reineck dan Singh, 1973). Ke arah timur titik bor No. 21 terlihat adanya endapan alur estuari yang mengindikasikan terjadinya susut permukaan laut dalam skala kecil (lokal). Tektonik Holosen Fase Satu (TF-1) dapat dikorelasikan dengan aktivitas Sesar naik Kuto yang menyebabkan batuan alas mengalami pengangkatan (Peodjoprajitno dr., 2008).

Runtunan endapan Kuartar pada penampang C-D (Gambar 5 b) diawali oleh endapan laut dekat pantai dengan endapan laut lepas pantai yang hubungannya saling menjemari, dan terlihat pula adanya aktivitas alur estuari. Endapan alur estuari pada umumnya terdiri atas perselang-selingan antara lapisan pasir, pasir lempungan dan di beberapa tempat terlihat lapisan pasir tipis berwarna hitam, berbutir kasar - sedang dengan pemilahan menyudut tanggung - membulat tanggung, dan bersifat urai. Pasir lempungan berwarna hitam kehijauan berbutir halus - sedang, dengan pemilahan sedang dan bentuk butir menyudut tanggung - membulat tanggung dan mengandung sisa-sisa cangkang moluska.

Dimensi alur estuari semakin besar bila dibandingkan dengan alur estuari pada penampang A-B. Hal ini dapat terjadi karena posisi alur estuari lebih dekat ke garis pantai pada saat terjadi susut laut. Susut laut ini terjadi secara menerus yang ditunjukkan oleh kehadiran endapan laut dekat pantai yang menutupi endapan laut lepas pantai, dan kemudian ditindih oleh endapan rawa. Proses terjadinya susut laut ini berhubungan dengan peristiwa geologi yang terjadi secara global.

Lumban Batu dan Hidayat (2007) mengamati perubahan dimensi alur sungai purba pada penampang A - B ini berdasarkan perubahan ketebalan sedimennya. Alur sungai purba dua (Ch-2) lebih berkembang dibandingkan dengan alur sungai purba satu (Ch-1). Fenomena menarik lainnya ialah meluasnya sebaran endapan cekungan banjir. Hal ini disebabkan oleh sebaran endapan fluviatil semakin meluas, karena tinggi volume air membesar, yang sejalan dengan semakin besar tingkat kebasahan. Berkembangnya endapan cekungan banjir di daerah ini dimaknai sebagai kondisi kelembaban yang semakin tinggi dan disebabkan oleh perubahan iklim (Hidayat dr., 2008).

Pada penampang E-F (Gambar 5c) terlihat;

1. dimensi alur sungai purba dua (Ch-2) mengecil. Gejala tersebut mungkin mengindikasikan alur sungai utama bercabang menjadi beberapa alur sungai kecil (*distributary channel*) yang umumnya terjadi di daerah dekat pantai.
2. Adanya pergeseran alur sungai purba dua (Ch 2) ke arah timur menjadi alur sungai purba tiga (Ch-3) yang dimensinya sedikit lebih besar. Pergeseran alur sungai purba dua menjadi alur sungai purba tiga ditafsirkan sebagai produk aktivitas Tektonik Holosen Dua (THF-2). Alur sungai purba tiga mengerosi endapan rawa dan endapan laut lepas pantai.

Sementara itu permukaan laut cenderung mengalami penurunan, yang dicirikan oleh terbetuknya endapan rawa dan endapan cekungan banjir yang menindih endapan laut dekat pantai dan endapan laut lepas pantai. Fenomena membesarnya dimensi alur sungai purba tiga (Ch 3), yang dikarenakan oleh permukaan laut, mengakibatkan aliran alur sungai berkembang dengan baik di wilayah dataran rendah pantai. Kondisi ini dikontrol oleh terjadinya aktivitas Tektonik Holosen Fase Tiga (THF-3) yang berhubungan dengan terangkatnya batuan dasar (*uplift*) di bagian barat daya yang mengakibatkan penurunan ke arah pantai menyebabkan arah perkembangan pantai berubah menjadi ke arah timur laut. Menurut Hidayat dr. (2008), puncak proses penurunan diperkirakan berlangsung selama Holosen.

Penampang G-H (Gambar 5d) merupakan penampang yang letaknya paling utara dan mendekati garis pantai sekarang. Lubanbatu dan Hidayat (2007) mencermati kenampakan dimensi alur sungai purba dan endapan estuari yang membesar. Membesarnya kedua endapan tersebut merupakan kejadian normal yang terbentuk di wilayah mendekati garis pantai. Kehadiran endapan alur estuari yang ditutupi oleh endapan rawa cukup tebal, diartikan sebagai indikasi terjadinya susut laut yang relatif lama dan secara perlahan lahan. Kondisi tersebut ditafsirkan pengendapan dalam keadaan tenang yang dicirikan oleh endapan rawa yang cukup tebal.

DINAMIKA GEOLOGI KUARTER

Berdasarkan analisis runtunan stratigrafi penampang pemboran yang berarah timur - barat (Gambar 5) dibuat satu penampang komposit (*composite*

section) (Gambar 6). Berdasarkan penampang komposit tersebut dapat diamati adanya peristiwa genang laut, susut laut dan aktivitas tektonik yang terjadi selama kurun Holosen, Hidayat dr. (2008) mengamati hasil analisis runtunan stratigrafi yang dibuat berdasarkan penampang berarah utara - selatan, barat daya - timur laut, tenggara - barat laut (Gambar 7), menyebutkan bahwa indikasi tektonik dicerminkan oleh adanya perbedaan elevasi batuan alas yang berubah secara tiba-tiba, tataan stratigrafi yang tidak beraturan, terdapatnya indikasi turun-naiknya permukaan laut dan terdapatnya perpindahan alur sungai. Sementara itu Hidayat dr. (2004) menyebutkan di daerah Semarang terdapat aktivitas tektonik Kuartar yang dicerminkan oleh rangkaian korelasi fasies endapannya.

Di daerah penelitian aktivitas tektonik diawali oleh Tektonik Holosen Fase Awal (HTF - 1) yaitu berupa penurunan batuan dasar (*subsidence*) yang mengakibatkan terbentuknya cekungan pengendapan sedimen fluvio-deltaic (*fluvio-deltaic basin*). Mekanisme pembentukan cekungan ini sama dengan pembentukan Cekungan Jakarta yang dipengaruhi oleh aktivitas tektonik jalur penunjaman di selatan Jawa (Moechtar dan Poedjoprajitno, 2004). Aktivitas tektonik tersebut dapat menyebabkan terbentuknya sesar atau terjadinya reaktivasi sesar yang dapat menyebabkan berubahnya lingkungan serta pengendapannya, bergesernya garis pantai dan alur sungai.

Di daerah penelitian penurunan batuan dasar dikarenakan aktivitas sesar aktif (Kuartar) yang terdapat di bagian selatan yaitu sesar yang berarah timur - barat memotong Formasi Damar (Plio-Plistosen). Sebagai konsekuensi penurunan batuan dasar mengakibatkan terjadi genang laut yang direpresentasikan oleh kehadiran endapan laut dekat pantai yang menindih endapan vulkanik Formasi Damar disertai aktivitas sungai yang menghasilkan endapan alur purba satu (Ch-1).

Adanya pergeseran alur sungai purba satu (Ch-1) menjadi alur sungai purba dua (Ch-2) mungkin sebagai maksimum tektonik HTF-1.

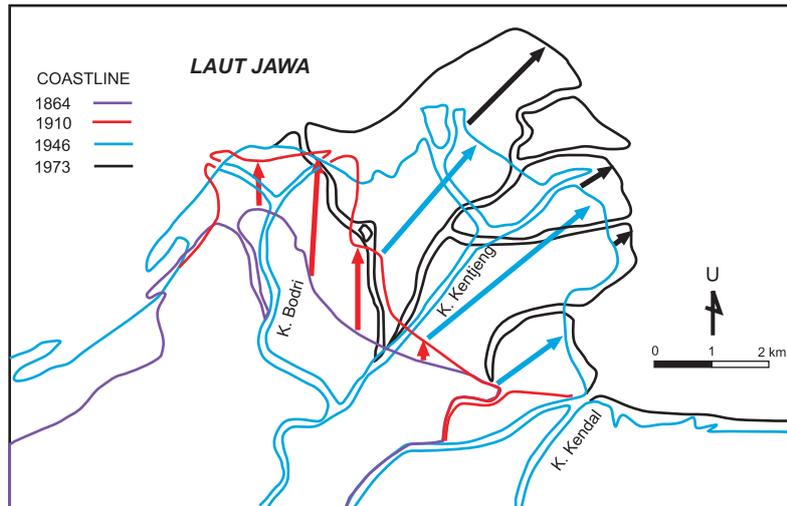
Pada saat terjadinya maksimum genang laut yang kemudian juga terjadi susut laut skala kecil (lokal) yang diawali oleh kehadiran endapan alur estuari. Fenomena ini menjelaskan bahwa meskipun permukaan laut secara umum cenderung naik, akan tetapi secara lokal terjadi fluktuasi turun naik permukaan laut. Setelah genang laut maksimum,

terjadinya susut laut yang berlangsung secara regional selama proses tersebut berlangsung proses pengendapan laut dekat pantai dan endapan lepas pantai yang menjemari menindih endapan laut dekat pantai. Selain fenomena susut laut adanya aktivitas tektonik diindikasikan oleh adanya pergeseran alur sungai purba dua (Ch-2) menjadi alur sungai purba tiga (Ch-3). Pergeseran ini mengindikasikan sebagai maksimum tektonik THF-2. Susut laut terjadi secara menerus hingga sekarang yang ditandai oleh terbentuknya endapan rawa dan endapan cekungan banjir.

Dinamika proses geologi tersebut terekam juga pada pembentukan dan perubahan pantai di daerah penelitian. Pengamatan perkembangan pertumbuhan pantai di daerah Kendal telah dilakukan sejak 1864 -1973 oleh Bird dan Ongkosongo (1980). Berdasarkan hasil pengamatannya (Gambar 4) menunjukkan adanya perubahan pertumbuhan garis pantai yang pada awalnya berkembang ke arah utara (1864 - 1910), berubah menjadi ke arah timur laut (1946-1973). Fakta tersebut memberikan informasi bahwa dalam kurun waktu yang relatif singkat (1946 -1973), selama 28 tahun perkembangan pantai ke arah timur laut jauh lebih pesat perkembangannya dibandingkan dengan perkembangan pantai ke arah utara selama kurun waktu 47 tahun. Kondisi ini menunjukkan bahwa volume pasokan material yang diangkut oleh Kali Kenceng jauh lebih besar dibandingkan dengan volume material yang diangkut oleh Kali Bodri yang membentuk pantai ke arah utara. Hidayat dr. (2008) dalam Poedjoprajitno dr. (2008) menyebutkan bahwa :

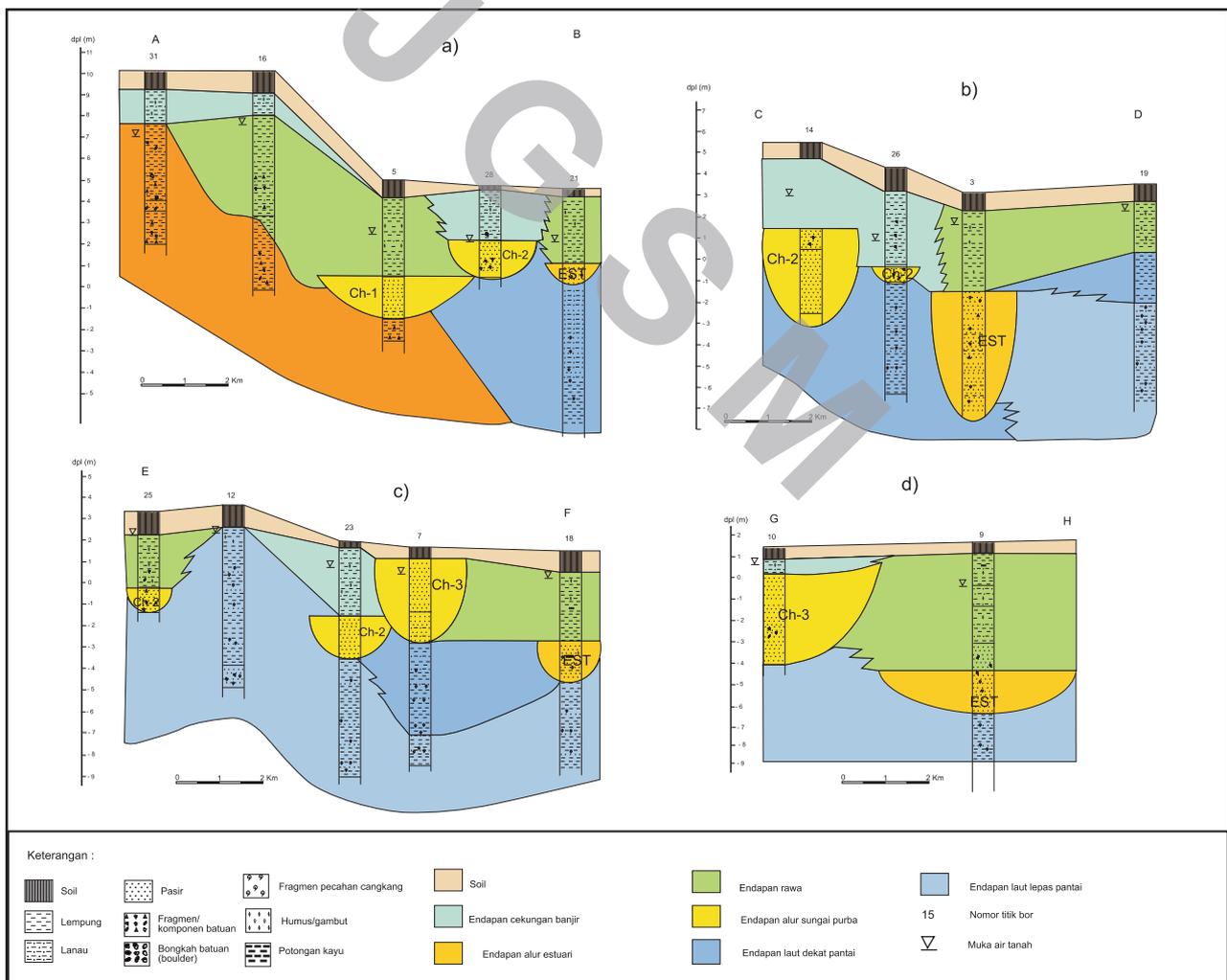
1. faktor pengendali proses pengisian cekungan dapat disebabkan oleh faktor turun-naiknya permukaan laut, perubahan iklim dan kegiatan tektonik.
2. efek tektonik berpengaruh terhadap pasokan material yang mengisi cekungan kuartar.

Kondisi ini korelatif dengan aktivitas pengangkatan yang terjadi di bagian barat yang menyebabkan batuan dasar terangkat, sehingga mempengaruhi arah pola perkembangan pola aliran yang beralih ke arah timur laut. Dengan demikian pasokan material yang diangkut oleh Kali Kenceng diendapkan di daerah tersebut dan sebagai konsekuensinya perkembangan arah pantai sesuai dengan arah perkembangan pola aliran sungainya.

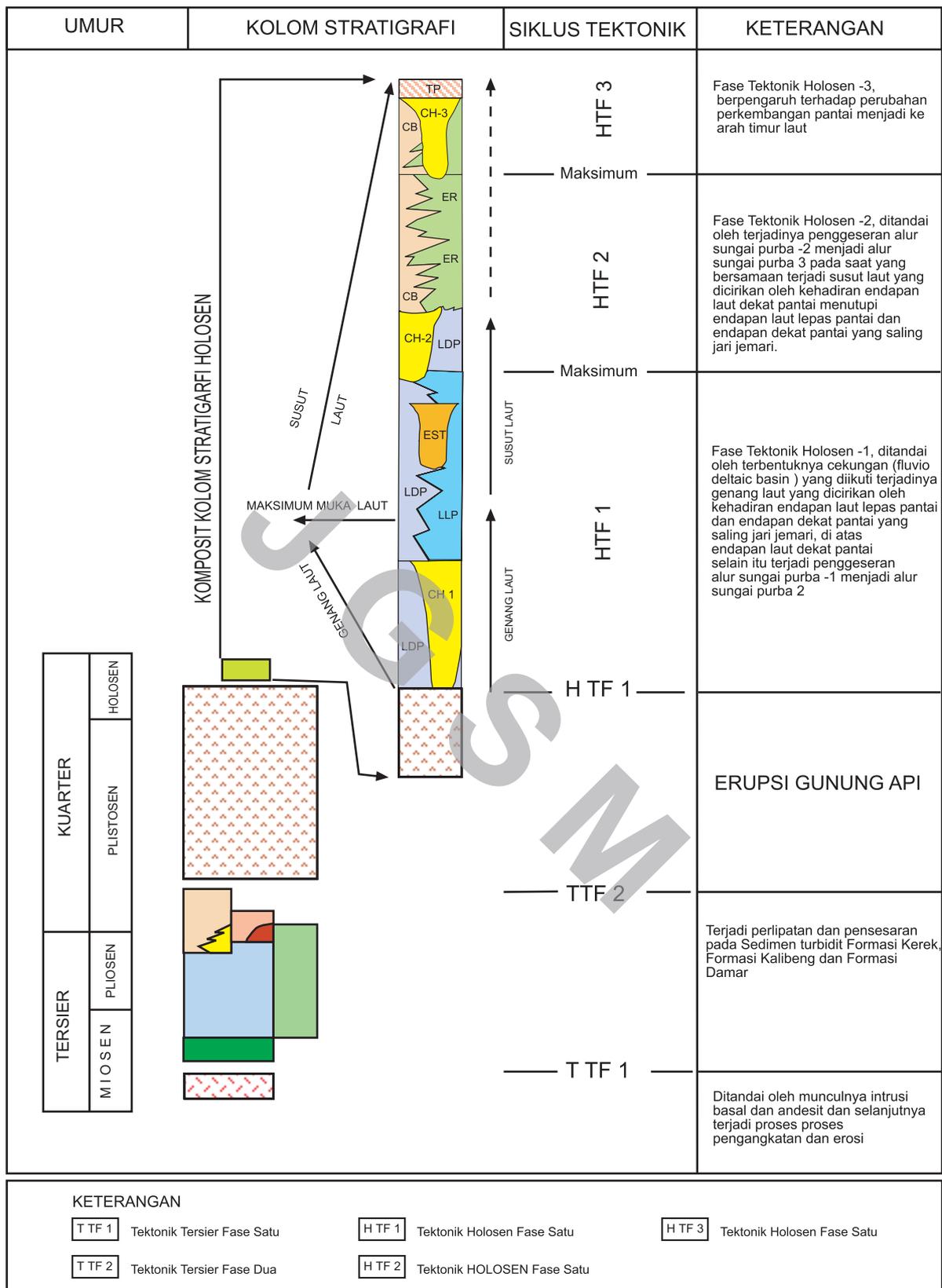


Eric C.F Bird and Otto S.R.Ongkosono 1980

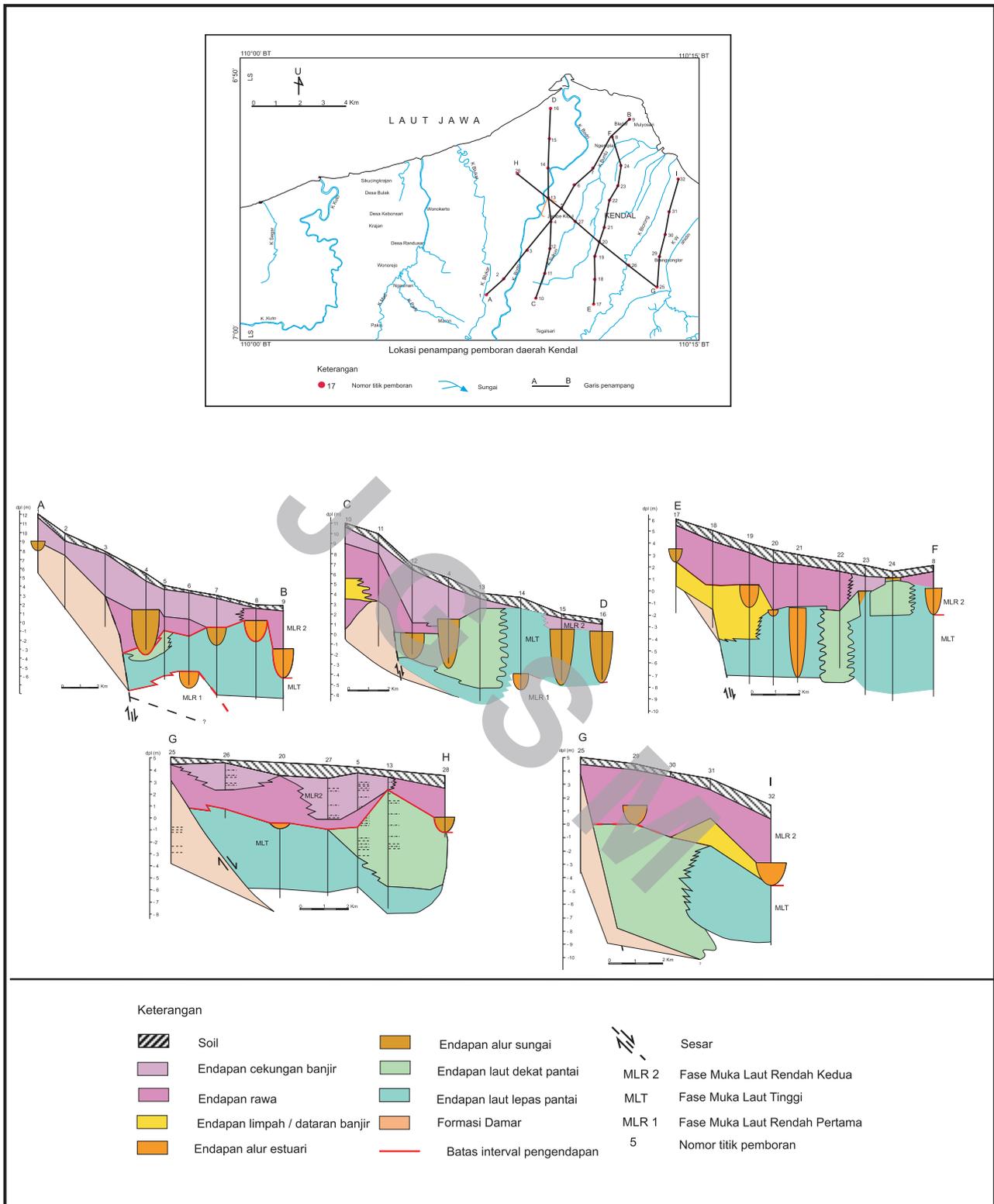
Gambar 4. Evolusi perkembangan garis pantai daerah Kendal, Jawa Tengah.



Gambar 5. Runtunan stratigrafi penampang A-B, C-D, E-F dan G-H (Lumbanbatu, drr., 2007).



Gambar 6. Tataan stratigrafi dan siklus tektonik daerah Kendal dan sekitarnya.



Gambar 7. Korelasi rangkaian sedimen Kuartar daerah Kendal, dengan arah penampang utara-selatan, timur laut - barat daya, tenggara - barat laut (Hidayat, drr., 2008).

Perkembangan dan perubahan pantai tersebut merupakan produk aktivitas Tektonik Holosen Fase Tiga (THF-3). Berdasarkan perkembangan tersebut dapat dinyatakan bahwa hingga saat ini di daerah penelitian masih terus mengalami proses tektonik yang memberi efek terhadap perkembangan pantai ke arah timur laut.

Akibat THF-3 arah Kali Bodri sebagai pemasok bahan sedimen berubah menjadi ke arah timur laut, dan sebagai konsekuensinya perkembangan pantai ke arah timur laut jauh lebih luas dibandingkan dengan perkembangan pantai ke arah utara.

Kenyataan ini tercermin juga pada penampakan morfologi yang diperlihatkan oleh perbedaan sistem pola aliran di daerah pedataran aluvium (Gambar 2). Di sebelah barat daerah penelitian berkembang pola aliran subdenritik - denritik, sedangkan di sebelah timur penelitian berkembang pola subparalel-paralel. Perbedaan sistem pola aliran yang terdapat pada kondisi geologi yang sama yaitu di pedataran aluvium yang patut dicurigai. Oleh karena itu, perbedaan tersebut merupakan salah satu unsur yang digunakan untuk menafsirkan adanya pengangkatan di daerah ini. Sistem pola aliran subdenritik - denritik di sebelah barat penelitian terjadi akibat dari pengangkatan yang mengakibatkan endapan aluviumnya relatif lebih tipis bila dibandingkan dengan yang di sebelah timur, dimana sistem pola aliran yang berkembang adalah pola sub paralel-paralel. Oleh karena itu perkembangan pola aliran yang di sebelah barat penelitian dikontrol oleh batuan dasar.

KESIMPULAN

- Berdasarkan posisi stratigrafinya endapan alur sungai purba dapat dipisahkan menjadi alur sungai purba satu (Ch-1), alur sungai purba dua (Ch-2), dan alur sungai purba tiga (Ch-3), masing - masing berurutan dari tua ke muda

- Rangkaian runtunan stratigrafi di daerah penelitian menunjukkan adanya peristiwa geologi berupa genang laut, susut laut dan aktivitas tektonik yang berpengaruh terhadap arah perkembangan dataran pantai yang hingga sekarang masih terus berlangsung
- Gejala tektonik yang dapat diamati di daerah penelitian adalah berupa pengangkatan (*upflit*) dan penurunan (*subsidence*). Bersamaan dengan terjadinya genang laut terjadi juga kegiatan tektonik berupa penurunan (HTF-1) . Sebagai konsekuensinya terjadi pergeseran alur sungai purba satu (Ch-1) menjadi alur sungai purba dua (Ch-2). Pada saat terjadi susut laut terjadi juga tektonik berupa (HTF-2) serta pergeseran alur sungai purba dua (Ch-2) menjadi alur sungai purba tiga (Ch-3). Efek yang ditimbulkan oleh Tektonik Holosen Fase Tiga (THF-3) terutama terlihat dari perubahan perkembangan pantai yang mengarah ke arah timur laut.
- Sesar naik yang aktif selama proses pengendapan, mengakibatkan bergesernya garis pantai dan turun naiknya permukaan laut secara lokal. Gejala ini membuktikan bahwa aktivitas sesar naik telah memberikan dampak terhadap dasar cekungan yang mengalami penurunan (*subsidence*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Dr. Herman Moechtar atas koreksi, kritik dan saran terutama masukannya, sehingga tulisan ini dapat diselesaikan. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada rekan – rekan dan semua pihak khususnya kepada Suyatman Hidayat M.Sc, Herman Mulyana M.Sc, dan Ir. Santoso yang ikut membantu, hingga makalah ini menjadi lebih baik. Selanjutnya, penulis tak lupa mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Survei Geologi atas izinnya untuk penerbitan makalah ini.

ACUAN

- Bird, E.C.F. and Ongkosongo, O.S.R., 1980. *Environmental Changes on the Coast of Indonesia*. United Nations University, Tokyo, Japan
- Hidayat, S., Moechtar H., Pratomo, I., 2008. Tektonik Sebagai Faktor Pengendali Evolusi Cekungan Kuarter di Daerah Pesisir Kendal Jawa Tengah. *Jurnal JTM XV* (1) : 213-224.
- Hidayat, S., Moechtar, H., Mulyono, Mulyana, H., 2004. Bencana Alam ditinjau dari aspek Geologi Kuarter bawah permukaan di daerah Semarang dan sekitarnya, Jawa Tengah. *Jurnal Sumber Daya Geologi*, I (1) : 192-205. Pusat Survei Geologi Bandung.
- Lumbanbatu, U.M., dan Hidayat, S., 2007. Evaluasi Awal Kerentanan Pelulukan / Likuefaksi daerah Kendal dan sekitarnya, Jawa Tengah. *Jurnal Geologi Indonesia*, II (3) : 159-176. Badan Geologi,
- Moechtar, H., Poedjopradjitno, S., 2004. Runtunan Tataan Stratigrafi sebagai indikator Periode Proses Penurunan (*Subsidence*). (Studi kasus geologi Kuarter Cekungan Jakarta). *Publikasi Khusus: Stratigrafi Pulau Jawa*. Puslitbang Geologi, Bandung.
- Poedjoprajitno, S., Hidayat, S., Waromi, P., Moechtar, H., 2008. Akumulasi Pengendapan Sedimen Kuarter kaitannya dengan Gerak-gerak Struktur Sesar Aktif. (Studi Kasus Geologi Kuarter di wilayah dataran rendah aluvium hingga pantai sepanjang Maron-Sikucingkrajan, Kec. Gemuruh, Kab. Kendal (Jawa Tengah). Proses penerbitan, *Jurnal Sumber Daya Geologi*. Pusat Survei Geologi.
- Reading, H.G., 1986. *Sedimentary Environments and Facies*. Blackwell Scientific Publications, Oxford London, Eidenburgh, Boston, Palo Alto, Melbourne.
- Reineck, H.E., Singh, I.B., 1973. *Depositional Sedimentary Environment*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.
- Thanden, R.E., Sumadirdja, H., Richards, P.W., Sutisna, K., dan Amin, T.C., 1996. *Peta Geologi Lembar Malang dan Semarang*, Skala 1 : 100.000. Pusat Survei Geologi, Bandung.
- Yinwang, Z., Hu, Shixiong, Wu, Yongsheng Shao, Xuejun., 2003. Delta processes and Management Strategies in China. *Intl. J. River Basin Management* I (2) : 173-184.