

## GEOLOGI KUARTER DATARAN PANTAI JEPARA, JAWA TENGAH *QUATERNARY GEOLOGY OF JEPARA COASTAL PLAIN, CENTRAL JAVA*

Oleh:

Ungkap. M. Lumban Batu, Suyatman Hidayat,  
Woro Sri Sukapti, dan Emma Yan Patriani

Pusat Survei Geologi  
Jl. Diponegoro 57, Bandung 40122

### Abstrak

Untuk mengetahui dinamika Kuartar di daerah penelitian, urutan lingkungan pengendapan baik secara vertikal dan mendatar perlu dilakukan. Selain itu, untuk menafsirkan proses pengisian cekungan sedimen, korelasi beberapa penampang stratigrafi sangat diperlukan. Pengumpulan data geologi bawah permukaan dilakukan dengan pemboran dangkal menggunakan bor tangan. Sejumlah 52 pemboran telah dilakukan dengan kedalaman maksimum 11,50 m dan total kedalaman 268,61m. Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa satuan batuan di daerah ini dapat dipisahkan Tanah penutup (S), endapan dataran banjir (FP), endapan cekungan banjir (FB), endapan alur Sungai Purba), endapan pasir dataran pantai (B), endapan pasir pematang pantai (BS), endapan rawa bakau (SW), endapan paya (LG), koral / reef (Q), endapan laut dangkal (SM), endapan vulkanik / (V), endapan pre-Holosen (pHs). Secara vertikal kombinasi urutan lingkungan pengendapan tersebut menghasilkan 16 tipe penampang. Hasilnya beberapa fenomena geologi dapat diamati seperti adanya perulangan lingkungan endapan rawa, satu indikasi daerah yang mengalami penurunan secara perlahan lahan. Kehadiran endapan vulkanik muda berupa tuf dapat ditafsirkan sebagai hasil aktivitas Gunung api Muria paling Muda. Indikasi proses-proses progradasi atau retrogradasi garis pantai ditunjukkan oleh proporsi *mangrove* yang perlahan-lahan semakin berkurang sementara polen-polen *grassland* semakin meningkat. Dari kedalaman 150 cm, kecenderungan perubahan itu berbalik yaitu proporsi polen-polen *mangrove* semakin bertambah sementara polen-polen *grassland* semakin berkurang. Secara umum kondisi cekungan sedimen pada saat proses pengendapan adalah dalam kondisi tenang (stabil). Dengan demikian abrasi tidak berhubungan dengan kegiatan tektonika.

Kata kunci : Dinamika kuartar, retrogradasi, progradasi, kondisi tenang

### Abstract

*In order to be well understand the Quaternary dynamic of studied area, vertical sequence of depositional environment is necessary to be known. Additionally, how to interpret basin filled up, correlation of several stratigraphical cross-sections are needed. The sub surface geological data was collected by using hand auger. More than 52 drillings has been done and it has a maximum depth of 11,50 m and total depth of 268.61 m. It shows that depositional environment of this area can be separated into : soil (S), Food plain deposits (FP), Flood basin deposits (FB), Paleo Channel (CH), Beach Sand (B), Beach ridges (BS), Mangrove swamp deposit (SW), Marsh / Lagoon (LG), Coral / Reef (Q), Shallow marine deposits (SM), Volcanic deposits (V), and pre Holocene sediments (pHs). Vertically, combination of those depositional environment, acquired 16 profile type. Several geological phenomena can be observed during field work such as the presence of repetition marsh sediment environment which is indicated that area has subsided steadily. The presence of a young volcanic material can be interpreted as the result of the youngest Muria volcanic activities. Shoreline progradation or retrogradation is indicated by the proportion of mangrove slowly decreasing while the grassland increased. From a depth of 150 cm, the trend was reversed : the proportion mangrove grows while grassland decreases. In General, during the deposition process the sedimentary basin is in calm conditions (stable). Therefore it can be deduced that abration is not related to tectonic activities*

*Keywords : Quaternary dynamic retrogradation, progradation, calm condition*

### Pendahuluan

Seperi diketahui daerah Jepara terkenal dengan sebutan Kota Ukir, banyak menghasilkan produk – produk ukir dari bahan kayu Jati seperti meja dan

kursi, lemari, tempat tidur, patung dan sebagainya. Produk ukiran tersebut sudah banyak yang diekspor ke luar negeri. Selain itu, Kabupaten Jepara memiliki potensi pariwisata baik wisata alam, wisata budaya, wisata sejarah, wisata religi dan museum seperti Museum RA.Kartini.

Beberapa objek wisata yang banyak dikunjungi oleh turis antara lain Pantai Kartini, Pantai Awur, Tirta Samudera Pulau Panjang, dan Taman Nasional Laut Karimun Jawa.

Oleh karena itu, daerah ini mengalami pertambahan penduduk dari waktu ke waktu. Seiring dengan pertambahan penduduk tersebut, maka perlu dilakukan percepatan perkembangan pembangunan di bidang penyediaan berbagai sarana, seperti pemukiman, perkantoran, kawasan industri, sarana transportasi, dan sebagainya. Seperti diketahui perencanaan pengembangan wilayah yang berwawasan perlu mempertimbangkan potensi sumber daya alam serta kendalanya. Potensi sumber daya alam perlu kita analisis supaya terdapat keseimbangan antar potensi ketersediaan sumber daya alamnya dengan kebutuhan. Pemetaan geologi Kuartar merupakan salah satu cara untuk menjawab tantangan tersebut.

Endapan Kuartar adalah salah satu produk dari proses geologi yang sifatnya sangat dinamis, dengan kata lain endapan tersebut dapat mengalami perubahan sifat fisik dalam waktu yang relatif singkat. Perubahan tersebut dapat terjadi secara alamiah dan dapat pula terjadi oleh aktivitas manusia. Beberapa faktor yang menyebabkan fungsi lahan dan daya dukung lahan mengalami perubahan atau gangguan di antaranya adalah: ledakan pertumbuhan penduduk dan industri, Hilangnya / menyusut/ berkurangnya lahan pertanian subur, pengembangan wilayah yang tidak terkontrol, perusakan ekosistem, cadangan dan mutu air bersih yang semakin menurun, potensi Sumberdaya mineral, Terdapat bahan galian golongan C (pasir, kerikil, lempung, gamping, trass dll), terdapat sumber daya mineral seperti emas, intan, *ilmunit*, *monasit (placer deposits)* serta terjadinya laterisasi seperti bauksit, nikel dll.

Faktor tersebut di atas memperlihatkan hubungan yang sangat erat antara kegiatan manusia dan lingkungan geologi Kuartar. Oleh karena itu studi geologi Kuartar khususnya yang mencakup genesis dan produk sangat terkait dengan pembentukan lingkungan dan kehidupan manusia.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengumpulkan data geologi Kuartar bawah permukaan serta data geologi lainnya. Data geologi bawah permukaan dapat berupa tataan litologi berdasarkan lingkungan pengendapannya secara vertikal maupun mendatar. Dengan data tersebut dapat diketahui urutan-

satuan lingkungan pengendapannya. Tujuannya adalah untuk mengetahui bagaimana hubungan dari masing-masing lithofasies tersebut baik secara vertikal maupun *horizontal* (mendatar). Dengan demikian proses sedimentasi di cekungan tersebut (*how basin filled up*) dapat difahami.

Daerah penelitian tercakup di dalam Peta Geologi Lembar Kudus Skala 1 : 100.000 , secara pemerintahan termasuk ke dalam Kabupaten Jepara, dan bagian selatan masuk ke Kabupaten Demak, Provinsi Jawa Tengah. Secara geografis daerah penelitian terletak pada koordinat 110°30' – 110° 45' BT dan 6° 30' – 6° 45' LS. (Gambar 1).

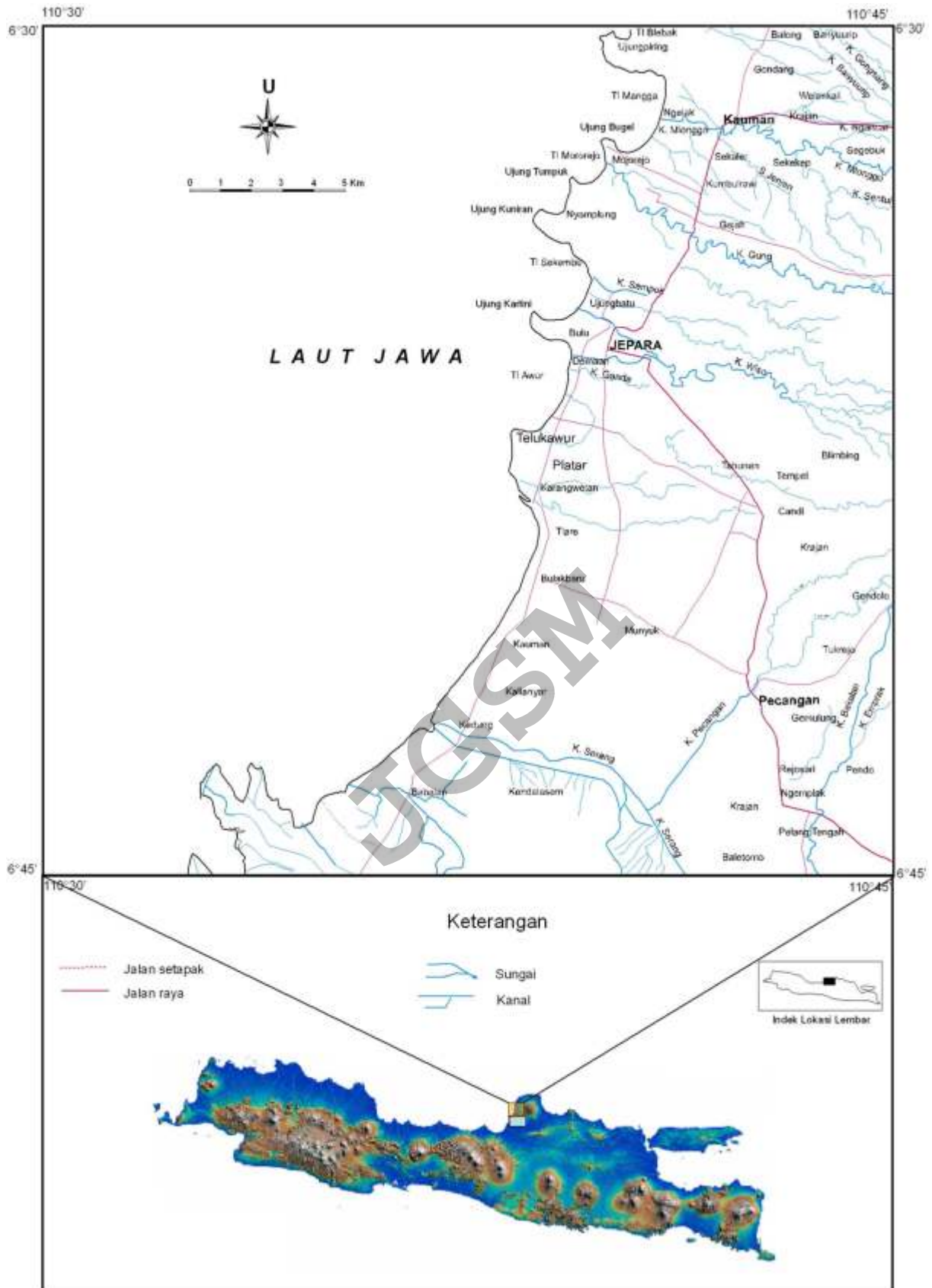
### Metodologi

Pengumpulan data geologi bawah permukaan, dilakukan dengan pemboran dangkal menggunakan *hand auger*. Pemboran dilakukan secara acak di daerah - daerah yang ditempati oleh endapan Kuartar. Selanjutnya setiap hasil pemboran diuraikan jenis batuan dan lingkungan pengendapannya. Hal ini dilakukan dengan membuat *log bor* skala 1 : 200 yang memuat diskripsi batuan yaitu sifat fisik, warna, kandungan fosil, kandungan material organik, kandungan lempung, kandungan mineral, besar butir, bentuk butir, struktur sedimen, kekompakan dan sifat fisik lainnya, serta ketebalan lapisan. Berdasarkan hasil pemerian tersebut kemudian dilakukan pengelompokan batuan sesuai dengan lingkungan pengendapannya atau genesisnya, dan berdasarkan korelasi beberapa penampang stratigrafi dapat ditafsirkan hubungan dari masing-masing lito-fasies tersebut baik secara vertikal maupun horizontal (mendatar). Selanjutnya dapat dianalisis proses sedimentasi di cekungan tersebut.

### Tataan Geologi Umum

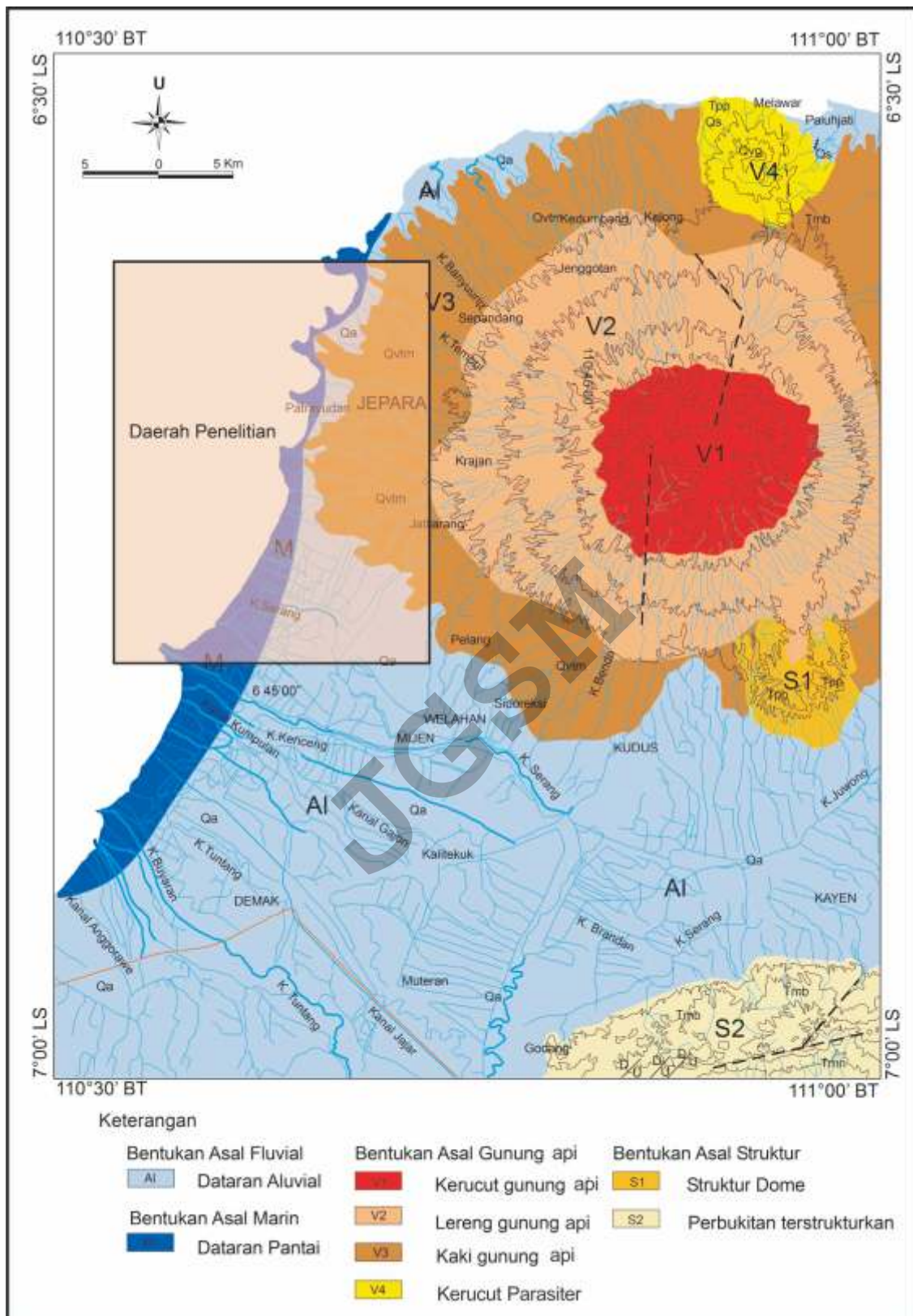
#### *Geomorfologi*

Daerah penelitian (Jepara dan sekitarnya ) dibagi menjadi tiga satuan morfologi yaitu: satuan dataran aluvium, dataran pantai, dan satuan lereng gunung api (Lumban Batu drr, 2013) (Gambar 2). Pada Peta Geologi Lembar Kudus (Suwarta dan Wikarno, 1992). Satuan Dataran Aluvium dan Dataran Pantai disatukan menjadi Satuan Dataran Rendah. Satuan Dataran Rendah tersebar di bagian tengah yaitu dari Jepara , Demak di sebelah barat hingga ke daerah Kudus di sebelah timur, memisahkan antara kompleks Gunung Muria dengan perbukitan batugamping di selatan.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Daerah Jepara, dan sekitarnya Jawa Tengah





Gambar 2. Peta Geomorfologi daerah Kudus dan sekitarnya Jawa Tengah (Lumban Batu., dr., 2013)

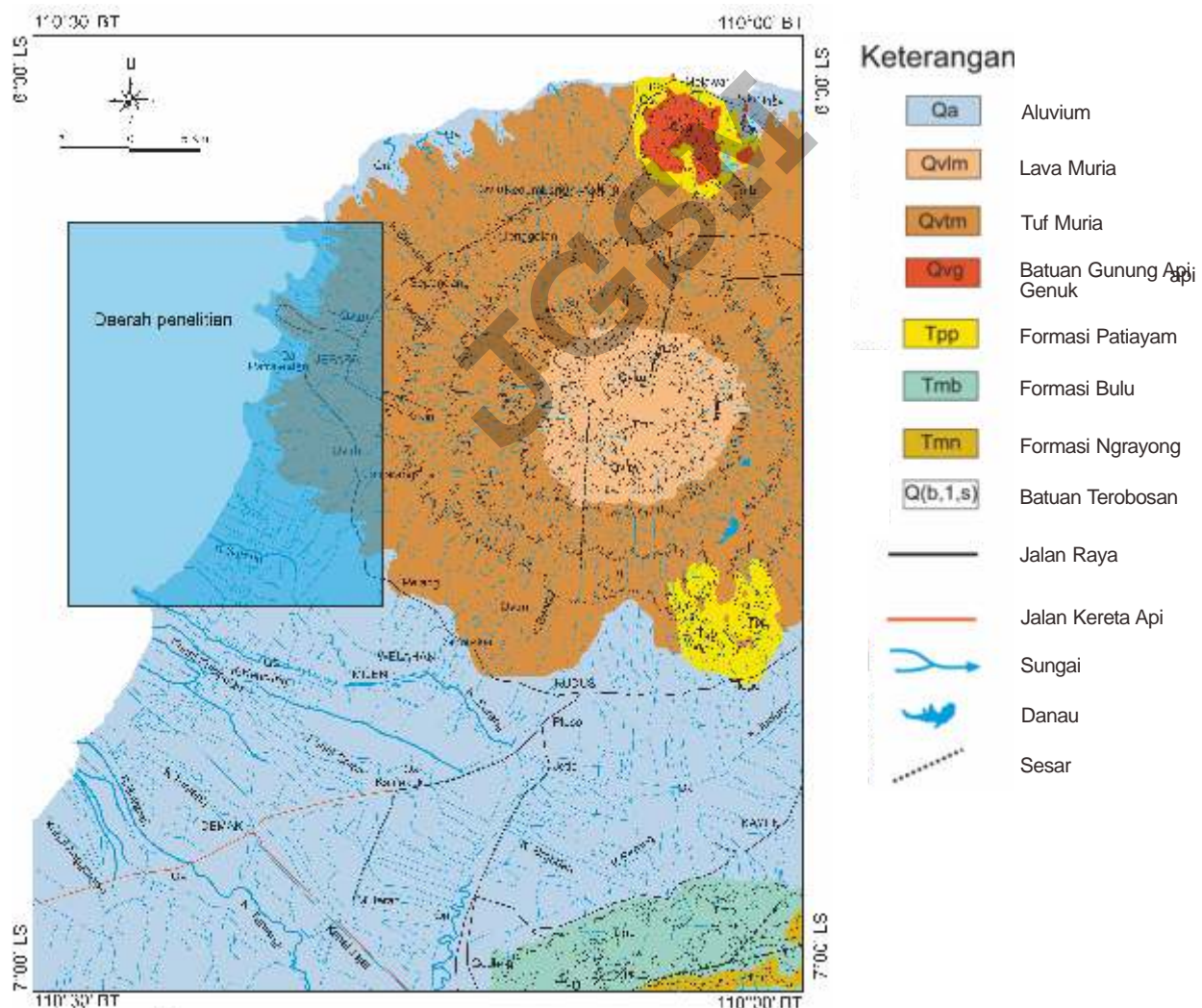
Satuan ini menempati hampir 40 % daerah penelitian. Batuanya terutama terdiri atas kerikil, pasir, lempung dan lanau dan sisa tumbuhan dan bongkahan gunung api. Satuan ini mempunyai ketinggian berkisar dari 0- 6 m di atas muka laut

### Stratigrafi

Sejarah geologi di daerah ini dimulai pada Kala Miosen Tengah yang ditandai dengan kehadiran sebuah cekungan laut dangkal di dalamnya yang mana diendapkan Formasi Ngrayong (Tmn) (Gambar 3) (Suwarti dan Wikarno., 1992). Cekungan ini menerus ke arah timur (Rembang) dan ke Salatiga (selatan). Secara berkelanjutan pada Miosen Akhir di atas formasi ini diendapkan Formasi Bulu (Tmb). Pada Miosen Akhir sampai Pliosen terjadi orogenesis

lemah bersamaan dengan itu diendapkan Formasi Patiayam (Tpp) yang menindih Formasi Bulu secara tidak selaras. Selanjutnya terjadi kubah di Daerah Patiayam dimana Formasi Patiayam tersingkap di permukaan.

Kegiatan gunung api Kuarter kemudian mendominasi daerah ini. Batuan Gunung api Kuarter (Qv) tersebut merupakan hasil dari kegiatan Gunung Muria berupa tuf, lahar, breksi, dan lava. Hasil kegiatan dari Gunung Genuk berupa lava, breksi gunungapi, dan tuf serta retas basal, leusit, sienit dan andesit. Batuan terobosan (Qb,1,s) merupakan retas di dalam batuan gunung api, tersingkap setempat-setempat. Endapan termuda adalah aluvium (Qa), yang tersebar di sepanjang pantai dan bagian tengah lembar peta.



Gambar 3. Peta Geologi Lembar Kudus, Jawa Tengah (T. Suwarti dan R. Wikarno, 1992)



### .Struktur dan tektonika

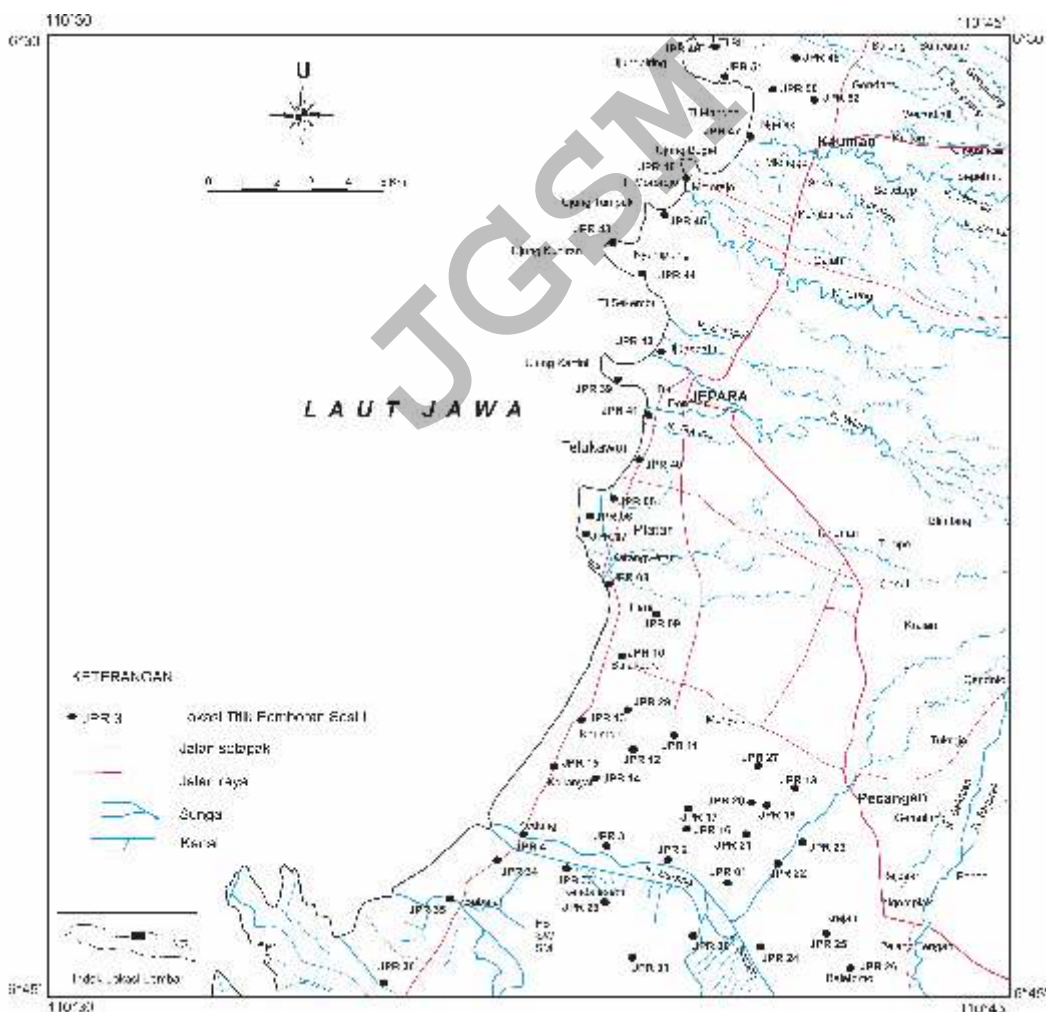
Struktur geologi regional di daerah ini berupa sesar, kelurusan dan kubah. Sesar normal dijumpai di bagian tenggara lembar peta yang mensesarkan batugamping Formasi Bulu. Kelurusan terdapat pada batuan tua maupun batuan muda. Secara umum kelurusan ini baik yang di Gunung Muria maupun yang di Gunung Genuk menunjukkan arah hampir utara-selatan, sementara itu di bagian tenggara kelurusan mempunyai arah baratdaya-timur laut dan hampir timur barat. Di dataran aluvial tidak terlihat adanya gejala struktur. Namun perlu dicermati adanya perubahan karakteristik sungai yaitu berupa pelebaran dan penyempitan kali Serang, serta penyebaran dari kehadiran rawa yang sebagian besar terdapat di bagian tenggara dari daerah penelitian ini. Struktur kubah terdapat di Patiayam, merupakan suatu struktur diapir, namun akhir-akhir ini para ahli

menyatakannya sebagai gunung api parasiter.

Dari analisis seismik refleksi, pada bagian utara dari Laut Jawa terdapat indikasi sesar yang hampir mirip dengan struktur sesar regional daerah ini (McBirney dr., 2003). Sesar regional tersebut tercermin dalam Depresi Rembang. Menurut Mallard dr. (1991) dan Serva (2001). Depresi Rembang terekam sebagai cekungan *pull-apart*, yang dibentuk oleh dua sistem sesar utama di wilayah ini.

### Hasil Penelitian Lapangan

Jumlah titik pemboran adalah sejumlah 52 titik (Gambar 4), dengan total kedalaman 268,61 m. Hasil pemboran dituangkan ke dalam *log* bor skala 1 : 200 yang dilengkapi dengan foto pemboran. Kedalaman minimum adalah 0,60 m, sedangkan kedalaman maksimum adalah 11,50 m, dan kedalaman rata-rata adalah 6,45 m.



Gambar 4. Peta Lokasi Sebaran Titik Bor di Daerah Jepara dan sekitarnya, Jawa Tengah

Hasil analisis pemboran menunjukkan lingkungan pengendapan dapat di bedakan menjadi:

1. Tanah penutup (S)
2. Endapan dataran banjir / *food plain deposits* (FP)
3. Endapan cekungan banjir/ *Flood basin deposit* (FB)
4. Endapan alur sungai purba / *Paleo Channel* (CH)
5. Endapan pasir dataran pantai / *Beach sand* (B)
6. Endapan pasir pematang pantai / *Beach Ridges* (BS)
7. Endapan rawa bakau (SW)
8. Endapan paya / *lagoon* (LG)
9. Koral / *reef* (Q)
10. Endapan laut dangkal (*shallow marine deposit* (SM))
11. Endapan Vulkanik / *Volcanic deposits* (V)
12. Endapan pre Holosen / *pre Holocenen Sediments* (pHs)

Dari sejumlah 52 data pemboran tersebut dapat dilihat bahwa endapan Kwartir yang terdapat di daerah penelitian sangat berkaitan erat dengan adanya aktivitas fluvial, gelombang serta aktifitas arus. Fakta tersebut teridentifikasi dari variasi lingkungan pengendapannya. Pengaruh aktivitas tersebut menyebabkan terbentuknya lingkungan pengendapan dengan urutan endapan yang bervariasi dari satu lokasi ke lokasi lain. Berikut ini akan diuraikan masing masing lingkungan pengendapannya.

#### *Tanah penutup (Soil)*

Tanah penutup merupakan bagian paling atas, dan terdiri umumnya atas lempung lanauan, lanau, berwarna abu-abu gelap hingga abu-abu cerah, lunak, mengandung fragmen – fragmen batu, dan sisa-sisa tanaman berupa daun padi, plastik dan pecahan genting. Ketebalannya umumnya berkisar dari 0,30 m – 1,00m

#### *Endapan dataran banjir (Flood plain deposits)*

Terbentuk pada daerah-daerah yang memiliki morfologi rendah, umumnya terdapat di sekitar aliran sungai. Proses pengendapan meterialnya terjadi sewaktu air melimpah dan kemudian diendapkan pada daerah – daerah yang elevasinya rendah. Endapan ini terdiri atas material yang berukuran lempung-lanau hingga pasir sangat halus, terkadang dijumpai humus, daun dan batang kayu. Di beberapa tempat terdiri atas lempung pasiran, sering berupa

perselingan antara endapan lapisan tipis pasir dan lempung. Kadang kadang dijumpai Konkresi besi, karbonat dan konkresi mangan, mengakibatkan perubahan warna menjadi berbercak kuning kemerahan akibat dari pengaruh fluktuasi air permukaan. Fasies dataran banjir mempunyai ketebalan yang cukup tebal yaitu 4.60 m (JPR 47).

Pada endapan dataran banjir di Teluk Melonggong terdapat endapan pasir berwarna hitam yang diperkirakan sebagai endapan biji besi. Oleh karena itu di sepanjang pantai khususnya di Teluk Melonggong dapat ditemukan pasir besi tersebut. Endapan limbah banjir ini diendapkan langsung di atas endapan laut dangkal.

#### *Endapan cekungan banjir (Food basin deposit)*

Menurut Cohen dr. (2003), dan Reineck dan Singh (1973) lingkungan cekungan banjir merupakan wilayah dataran rendah yang tergenang, dimana pengaruh sungai sangat kecil dalam memasok materialnya. Litologinya terdiri atas lempung lanau, pasir, lempung lanauan dan lempung pasiran, berwarna coklat kekuningan – abu-abu kekuningan, abu-abu gelap, tidak menampakkan perlapisan, dengan pemisahan butir tidak sempurna, bersifat lunak /lembek hingga padat, plastis, dan lengket. Dengan sifat yang demikian maka sangat sulit untuk menembus lapisan ini dengan menggunakan bor tangan.

Didalam endapan ini terdapat warna kecoklat-coklatan sebagai pengaruh dari proses oksidasi dan semakin ke bawah menjadi lebih abu-abu. Bagian atas dari endapan ini dicirikan oleh banyaknya kandungan humus dan makin ke bawah kandungan humus ini makin berkurang. Pada bagian tertentu mengandung sisa-sisa tumbuhan berupa akar-akar dan daun-daunan atau potongan kayu, di bagian bawah interval fasies ini kadang kadang ditemukan lapisan tipis lempung berhumus, berwarna abu-abu kecoklatan hingga kehitaman, bersisipan lanau sampai pasir halus sedikit kerikilan. Endapan cekungan banjir tersebut menyusun bagian atas dari rangkaian stratigrafi, yang selanjutnya secara berangsur ke arah atasnya ditutupi oleh tanah penutup.

Lingkungan pengendapan pada air tawar diwakili oleh *Melanoides Sp.* Dan *Tarbia spp.* (Gambar 5). Contoh fosil tersebut terdapat di dalam lapisan lempung kecoklatan, liat, lengket dan pejal, terlihat adanya bercak bercak coklat dan kemerahan.

Endapan ini dikenal sebagai endapan Cekungan Banjir (FB)

#### *Endapan alur sungai purba /Paleo Channel (CH)*

Litologi umumnya terdiri atas kerakal-kerikil hingga pasir lempungan mengandung butiran kuarsa, felspar, dan pecahan batupung, berwarna coklat, kuning hingga abu-abu gelap-hitam kecoklatan. Bentuk butir membundar tanggung sampai sangat menyudut. Satuan ini tidak berlapis, mengandung unsur organik / sisa-sisa potongan kayu dan daun-daunan. Daerah endapan alur sungai purba biasanya merupakan perkampungan, karena terdapat airtanah tawar, sehingga dapat dipergunakan oleh penduduk setempat. Keadaan medannya ditandai oleh morfologi yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan keadaan sekitarnya.

#### *Endapan pasir pantai (Beach sand)*

Endapan pasir pantai membentuk dataran pantai yang penyebarannya relatif sejajar dengan garis pantai. Endapannya terutama terdiri atas pasir kasar yang tersusun oleh butiran dan fragmen karang serta pecahan cangkang kerang, berwarna putih, urai dan jenuh air. Endapan ini tersebar secara terbatas di bibir pantai saja. Pada umumnya wilayah ini dikembangkan menjadi wisata pantai, dan oleh karena itu diperkirakan menjadi wilayah yang berkembang pada waktu mendatang

#### *Endapan pasir pematang pantai / Beach Ridges (BS)*

Endapan pasir pematang pantai terdiri atas pasir dengan pemilahan jelek banyak mengandung cangkang kerang, berbutir halus hingga kasar, bersifat urai/lepas, dan jenuh air, berwarna putih kekuningan. Endapan ini ditemukan pada daerah yang sangat terbatas, dan untuk membor lebih dalam mengalami kesulitan.

Pasir pematang pantai dapat dipakai sebagai indikator dari permukaan laut masa lalu atau sebagai indikasi letak /posisi garis pantai, bahkan kondisi iklim dan rata-rata pengangkatan isostatik (Mason, 1990 ). Lebih lanjut Otvos, 1999, menyatakan bahwa *beach-ridge or beachridge* diterapkan untuk menunjukkan bekas *intertidal and supratidal* , eolian and pantai terbangun oleh gelombang yang terdiri atas unsur *siliclastic* atau *calcareous clastic* dengan besar butir yang sangat variatif mulai dari pasir halus, kerikil dan kerakal.

#### *Endapan rawa bakau (Swamp deposit)*

Secara umum endapan rawa bakau terdiri atas lempung yang banyak mengandung sisa-sisa tumbuhan baik itu daun, ranting, potongan kayu, dan akar-akar serta organik material lainnya). Kadang – kadang struktur kayu ataupun dedaunan masih dapat dikenali dengan baik. Sifat endapannya sangat humik, lembek, plastis dan berbau busuk. Endapan rawa pada umumnya berwarna abu-abu gelap hingga hitam.

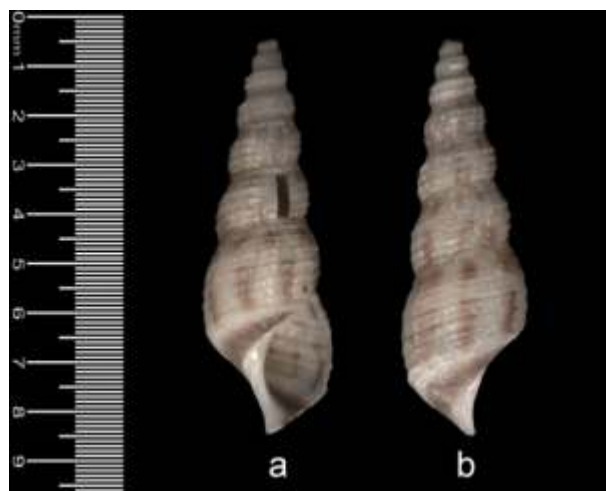
#### *Endapan payau (lagoon)*

Endapan ini terutama terdiri atas pasir halus, lanau, lempung, dan kadang-kadang lanau lempungan karbonatan, kaya akan material organik. Pada umumnya salinitasnya rendah. Bentuk sebaran dari endapan ini umumnya berbentuk lonjong (*elongate*), dan secara mendatar ataupun tegak berubah dengan cepat yang mengindikasikan perubahan lingkungan dari lingkungan laut ke lingkungan darat

Fosil moluska yang habitatnya di air tawar – air payau dipresentasikan oleh *Melanoides* (*Melanoides*) *fennemai* (Martin) dan *Ostrea sp.* (Gambar 6). Fosil tersebut terkandung di dalam endapan lempung abu-abu kehitaman, banyak mengandung fosil moluska dan gastropoda, dan endapan itu dikenal di lapangan sebagai endapan *Lagoon* (Payau).

#### *Koral / Reef (Q)*

Koral terdapat dan tersebar secara terbatas di sekitar pantai, pada umumnya koral merupakan alas dari pasir koral yang tersebar di sekitar pantai, dan pecahan koral merupakan komponen utama pasir



Gambar 5. *Melanoides sp.*, fosil yang habitatnya di perairan tawar



pantai tersebut. Umumnya koral tersebut merupakan pecahan dari jenis koral keras (*hard coral / stony coral*) dari tipe *brain coral* dan *antler coral* (*staghorn coral*)

Koral ditemukan pada lingkungan laut dangkal, dengan kondisi air yang jernih, sehingga sinar matahari dapat menembus hingga ke dasar laut. Dengan demikian airnya menjadi hangat, sehingga memungkinkan untuk hidupnya plankton sebagai sumber makanan (*nutrient*) bagi koral tersebut. Oleh karena itu koral biasanya tumbuh pada wilayah yang terbatas tidak jauh dari permukaan air laut yaitu di *euphotic zone* kira-kira 70 m dari permukaan air laut.

#### Endapan laut dangkal (*shallow marine*)

Litologi endapan ini dicirikan oleh lempung, lempung lanauan, lunak dan plastis, mengandung sisa tumbuhan. Secara umum endapan ini berwarna abu-abu gelap kehijauan, sering berselingan dengan lapisan tipis pasir lanauan, mengandung pecahan-pecahan moluska. Kadang-kadang, fosil moluska dan gastropoda terawetkan dengan baik, dengan jumlah yang sedikit. Ketebalan lapisan pasir lanauan berkisar antara 0.2 cm - 0.3 cm. Di daerah Pecangaan Wetan dan Karangrandu. Endapan ini dialasi oleh endapan pra-Holosen berupa pasir tufaan yang mengandung kerikil andesit dan batuapung, ketebalannya berkisar antara 6,00 m - 7,00 m.

Berdasarkan hasil analisis kandungan fosil foraminifera mikro secara umum terlihat bahwa umur endapan ini tidak dapat ditentukan. Namun apabila dikorelasikan dengan keterdapatannya fosil yang sama di

cekungan Jawa Timur menunjukkan kisaran umur pada zona N15 hingga N23, atau pada umur Miosen Akhir hingga Resen (Soeka, dr., 1980). Kecuali percontohan batuan No F - 02 / JPR 12, menunjukkan kisaran umur pada zona N<sub>22</sub> hingga N<sub>23</sub>, atau pada umur Plistosen hingga Resen yang dikorelasikan dengan cekungan Jawa Timur atas kehadiran *Calcarina calcar* d'Orbigny dan berasosiasi dengan *Asterorotalia subtrispinosa* (Ishizaki) dan *Pseudorotalia conoidea* (d'Orbigny) (Soeka, dr., 1980).

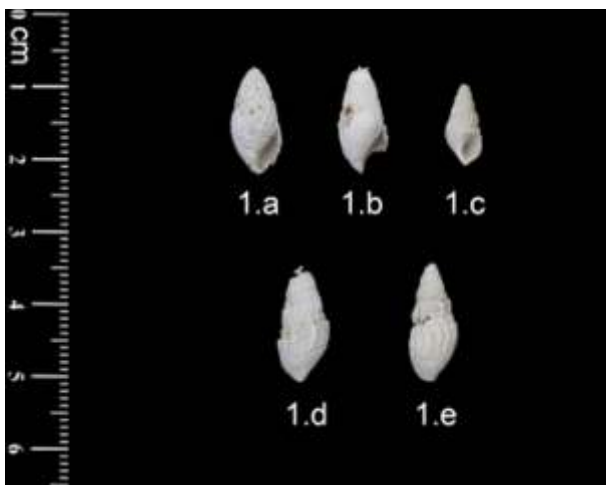
Fosil tersebut terkandung dalam lempung, abu-abu terang, lunak, mengandung foraminifera bentonik kecil yang sangat melimpah dengan pengawetan cangkang (*test*) yang sangat baik. Jenis plangtonik tidak ditemukan. Selain itu terdapat ostrakoda (banyak) dan moluska (gastropoda, bivalvia dan ostrea) hadir dengan kondisi pecah-pecah, dengan ukuran relatif besar dan jumlah yang sangat melimpah.

Kandungan fosil foraminifera bentonik *Rotalia beccarii* (Linnè) dan moluska (gastropoda dan bivalve), menunjukkan bahwa endapan ini diendapkan pada lingkungan *hipersalin*, temperatur hangat-tropik, pada kedalaman 0 - 50 m dan tersebar luas pada lingkungan *marginal marine*. (Murray, 2006). Fosil lainnya yang menunjukkan lingkungan *marginal marine inner shelf* (Phleger, F.B. dan Parker, F.L., 1951) antara lain : *Nonionella atlantica* Cushman, *Bolivina striatula* Cushman var *spinata* Cushman, *Elphidium discoidale* (d'Orbigny), *Spiroculina communis* Cushman & Todd, *Quinqueloculina seminulum* (Linnè), *Quinqueloculina boueana* d'Orbigny, *Tubinella finalis* Brady

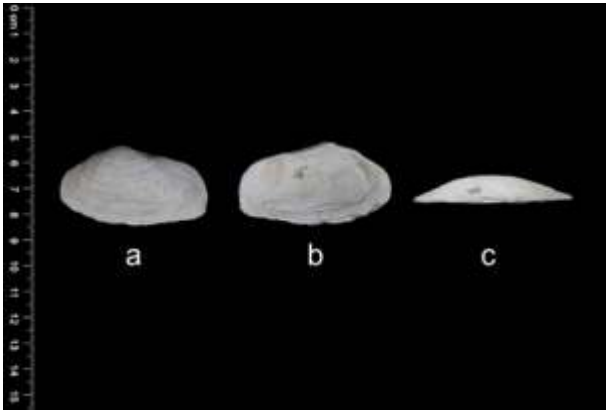
Sementara itu fosil moluska yang menunjukkan habitat di lingkungan laut dangkal dipresentasikan oleh *Hiatula diphos* (Linnaeus), *Ostera cf. tegalensis* Oosthing 1935, *Katelsia (Hemitapes) oppenoorthi* Oosthing 1935, *Katelsia (Hemitapes) sp.* dan *Thais (Cymia) javanica* (Phillipi) (Gambar 7).

#### Endapan Vulkanik

Pemahaman akan geologi dan aktivitas Gunung Muria perlu diketahui dengan baik. Hal ini disebabkan oleh karena kegiatan dan produk Gunung Muria berkaitan erat dengan material pengisi cekungan Kwartir di daerah ini.



Gambar 6. Fosil *Melanoides (Melanoides) fennemai* (Martin), yang hidup di air tawar - payau



Gambar 7. Hiatula diphos (Linnaeus), hidup di lingkungan laut dangkal

Endapan Vulkanik terdapat di titik pemboran JPR 26, Desa Bandungrejo yaitu sebelah timur bagian selatan daerah pemetaan. Endapan ini terdiri atas lempung tufaan, massif, pejal ada kerikil berupa batuapung, warnanya kecoklatan. Endapan vulkanik tersebut belum dapat diidentifikasi apakah merupakan piroklastika (jatuhan) primer atau merupakan rombakan. Apabila endapan vulkanik tersebut merupakan endapan piroklastika maka dapat ditafsirkan terjadi aktivitas Gunung api Muria pada saat itu.

#### Endapan pra Holosen (pHs)

Batuan alas dari endapan Holosen terdiri atas tuf, lahar, dan tuf pasiran produk dari letusan akhir Gunung Muria. Tuf berwarna kuning sampai coklat berbutir lanau pasir hingga kerikil sebagian lapuk. Lahar berkomponen pecahan batuan leusit teprif, leusit, basal andesit, trakit dan setempat batugamping. Tuf pasiran berukuran lanau sampai pasir. Tuf pasiran sebagai sisipan dalam tuf. Satuan batuan ini mempunyai sebaran yang cukup luas dan umur satuan ini diperkirakan sama dengan Lava Muria yaitu Plistosen – Holosen (Suwarta dan Wikarno., 1992)

#### Pembahasan

Secara umum, mekanisme pembentukan cekungan sedimen difahami berhubungan dengan pergerakan lempeng. Ada dua mekanisme pembentukan cekungan sedimen secara umum yaitu: 1) cekungan yang dihasilkan oleh gaya ekstensi sebagai hasil gerakan lempeng yang *divergen*, dan 2) cekungan yang dibentuk oleh gaya kompresi oleh gerakan lempeng yang *konvergen*. Klasifikasi cekungan sedimen secara rinci telah dibahas oleh Dickinson (1974), Mitchell & Reading (1986) dan Miall (1990).

Terdapat beberapa kemungkinan mekanisme pembentukan cekungan laut dangkal di daerah penelitian. Hasil analisis seismik refleksi, pada bagian utara dari Laut Jawa terdapat indikasi sesar yang hampir mirip dengan struktur sesar regional daerah ini. Sesar regional tersebut tercermin dalam Depresi Rembang. Menurut Mallard dr. (1991) dan Serva (2001) depresi Rembang terekam sebagai cekungan *pull-apart*, yang dibentuk oleh dua system sesar utama di wilayah ini.

Fakta lain yang perlu dipertimbangkan adalah kehadiran Gunung Muria di daerah ini, yang dapat membentuk cekungan tipe *foreland basin*. *Foreland basin* dapat terjadi karena gaya pembebanan oleh tubuh gunung api yang mengakibatkan batuan dasar mengalami penurunan hingga di bawah permukaan laut. Contoh cekungan sedimen yang paling nyata adalah di selatan Pegunungan Himalaya. Berdasarkan uraian tersebut mekanisme pembentukan cekungan laut dangkal di daerah ini masih memerlukan kajian yang lebih rinci.

Berdasarkan 74 data radiometri National Technical Team (NT., 2000) dan menurut McBirney dr. 2003, dalam Bronto dan Sri Mulyaningsih (2007) aktivitas vulkanisme di Semenanjung Muria dibagi menjadi lima periode, yaitu: (1) Genuk Tua, (2) Muria Tua, (3) Muria Tengah, (4) Genuk Muda, dan (5) Muria Muda. Aktivitas Gunung Api Genuk Tua dimulai dengan letusan di lingkungan laut dangkal pada sekitar 2 jtl (juta tahun yang lalu) dan menerus hingga 1,65 jtl. Muria Tua mulai aktif pada 0,84 jtl., dan berakhir pada beberapa puluh ribu tahun pada awal 0,8 jtl. Sementara itu, Gunung Api Genuk Muda mengalami aktivitas mulai 0,8 jtl. hingga 0,49 jtl., sedangkan Muria Tengah dan Muda meningkat aktivitasnya hingga 0,32 jtl. Setelah pengendapan hasil erupsi gunung api Kuartir Muria Tengah dan Muda ( 0,32 jtl.), kemudian diendapkan endapan laut dangkal. Hal ini ditunjukkan oleh hasil pemboran yang memperlihatkan batuan vulkanik lapuk sebagai alas dari endapan tersebut (Gambar 8). Batuan vulkanik ini tersingkap dengan baik di Ds. Jambu lebih kurang 1 km dari bibir pantai.

Variasi susunan lingkungan pengendapan secara vertikal dapat dikelompokkan menjadi 16 tipe penampang. Ke 16 tipe penampang tersebut merupakan hasil kombinasi dari satuan batuan yang terdiri atas 12 satuan batuan. Adapun ke enam belas tipe penampang tersebut (Gambar 9) (Lumban Batu, dr., 2013) adalah: Endapan pasir dataran pantai (B),

endapan pasir dataran pantai di atas koral (B/Q), endapan pasir dataran pantai di atas pra-Holosen sedimen ( B/pHs), endapan laut dangkal (SM), endapan rawa di atas endapan laut dangkal di atas endapan rawa di atas endapan laut dangkal ( SW/SM/SW/SM), endapan limbah banjir di atas endapan laut dekat pantai (FP/SM), endapan rawa di atas endapan laut dangkal ( SW/SM), endapan cekungan banjir di atas endapan rawa bakau di atas endapan laut dangkal (FB /SW/SM), endapan cekungan banjir di atas endapan lagoon di atas endapan laut dangkal (FB/LG/SM), endapan laut dangkal di atas endapan pasir pematang pantai (SM/BR), endapan cekungan banjir di atas endapan laut dangkal di atas endapan pra-Holosen (FB/ SM / pHs ), endapan limbah banjir di atas endapan vulkanik, di atas endapan laut dangkal (FB/ V/SM /pHs), endapan limbah banjir di atas endapan laut dangkal (FP/SM), endapan limbah banjir di atas endapan laut dangkal di atas endapan alur sungai purba di atas endapan pra-Holosen (FP/SM/CH/pHs), endapan limbah banjir di atas endapan pra-Holosen (FP/pHs), endapan cekungan banjir di atas pra-Holosen (FB./pHs)

Berdasarkan variasi tipe penampang tersebut dapat diketahui dinamika Kuarter di daerah ini. Semakin bervariasi tipe penampang maka semakin dinamis proses geologi yang terjadi pada saat pengendapannya. Lebih lanjut, berdasarkan penampang ideal (Gambar 10), terlihat bahwa proses pengisian cekungan di daerah Jepara ini sangatlah sederhana. Lingkungan pengendapan baik secara mendatar maupun tegak tidak terjadi perubahan secara mencolok. Di permukaan dari arah darat ke arah laut digambarkan terjadi perubahan lingkungan pengendapan dari endapan limbah banjir berubah menjadi cekungan banjir.

Secara keseluruhan endapan Holosen di daerah ini dialasai oleh endapan pra-Holosen berupa Endapan Gunung Api Muria Muda, terdiri atas pasir tufan mengandung kerikil andesitis dan pumis, berwarna coklat. Semakin ke arah laut endapan limbah banjir/ dan endapan cekungan banjir tersebut dialasi oleh endapan laut dekat pantai / *nearshore deposit* berupa lempung abu-abu kehijauan, lunak, plastis, dan lengket mengandung fosil moluska dan gastropoda. Bagian atas kadang – kadang mengandung material organik berupa sisa – sisa tumbukan, dan agak berwarna kecoklatan. Sedangkan pada bagian bawah terdapat sisipan lapisan pasir tipis – tipis (0.01 – 0.03 cm) berupa kumpulan pecahan cangkang kerang yang

sudah halus. Selanjutnya di dalam endapan laut dangkal tersebut terdapat endapan lempung yang kaya akan material organik dan fosil yang disebut sebagai endapan lagoon. Di lain tempat terdapat endapan pasir pantai yang terutama terdiri atas pasir yang disusun oleh pecahan cangkang kerang. Pada pantai terlihat perkembangan pasir dataran pantai berupa pasir kasar mengandung fragmen koral putih urai dan jenuh air, dialasi oleh koral.

Pada penampang ideal (Gambar 10) terlihat perulangan lingkungan endapan rawa di daerah ini. Gejala ini merupakan satu indikasi daerah yang mengalami penurunan secara perlahan lahan. Hal menarik lainnya yang dapat dilihat adalah terdapatnya endapan vulkanik muda berupa tuf agak pejal, liat berwarna kecoklatan menutupi endapan laut dekat pantai. Kehadiran endapan vulkanik ini dapat ditafsirkan sebagai hasil aktivitas Gunung api Muria paling muda.

Secara umum kondisi wilayah ini pada saat proses pengendapan adalah dalam kondisi tenang. Hal ini diperlihatkan oleh susunan endapan laut dekat pantai yang homogen mulai dari bawah (alas) yaitu bagian paling bawah hingga ke paling atas (Gambar 8).

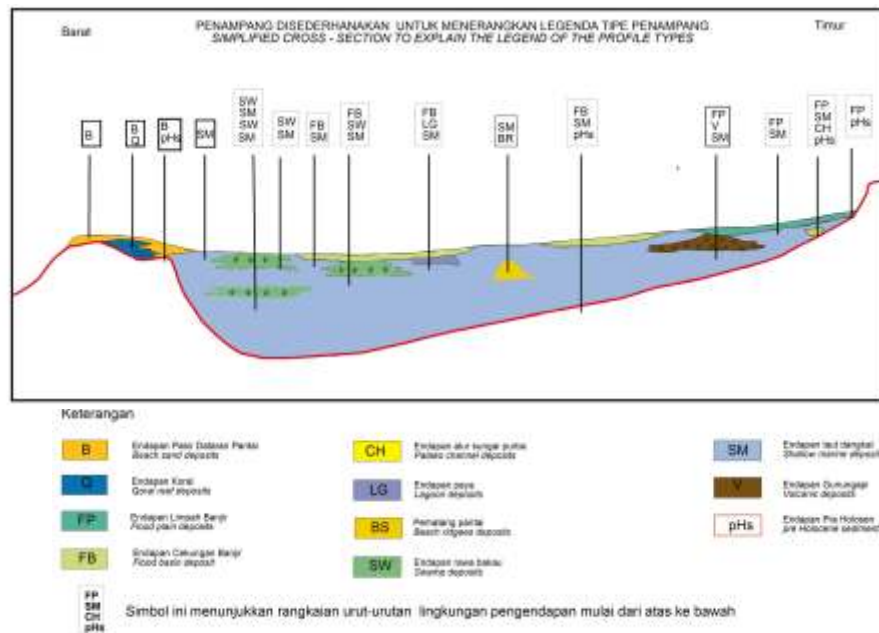
Fakta geologi lain yang mengindikasikan lingkungan pengendapan tenang adalah sebagai berikut: tidak terlihat perubahan fasies pengendapan secara tiba-tiba baik secara tegak maupun horizontal, tidak terdapat adanya penebalan ataupun penipisan fasies pengendapan, tidak terlihat adanya pergeseran / perpindahan endapan fasies alur sungai purba secara mendatar.



Gambar 8. Kenampakan endapan laut dekat pantai yang secara menerus diendapkan mulai dari batuan alas hingga ke bagian atas (homogen).







Gambar 10. Penampang ideal menjelaskan hubungan lingkungan pengendapan secara tegak dan mendatar. Nampak adanya perubahan lingkungan pengendapan dari timur ke barat (semakin ke arah pantai). Di bagian barat berkembang lingkungan, pasir pantai, koral, rawa bakau dan lagun sementara di bagian timur terdapat endapan material vulkanik, endapan sungai purba dan pasir pematang pantai

dengan *mangrove* yaitu cenderung semakin berkurang secara kronologis. Sementara *Cyathea* dan *Polypodiaceae* cenderung mengikuti pola perubahan proporsi yang menyerupai proporsi *grassland* yaitu semakin bertambah secara kronologis. Secara kronologis proporsi *mangrove* perlahan-lahan semakin berkurang sementara polen-polen *grassland* semakin meningkat. Kecenderungan perubahan ini mencapai titik balik pada kedalaman 150 cm, yaitu ketika polen-polen *grassland* mencapai proporsi dua kali lebih besar daripada proporsi polen-polen *mangrove*. Dari kedalaman 150 cm, perubahan itu berbalik yaitu proporsi polen-polen *mangrove* semakin bertambah sementara polen-polen *grassland* semakin berkurang.

Besarnya proporsi polen *mangrove* di sepanjang inti bor yang dianalisis menunjukkan bahwa lokasi penelitian berada berdekatan dengan atau bahkan berada di lingkungan hutan *mangrove*. Kecenderungan pengurangan proporsi polen *mangrove* mengindikasikan berkurangnya *influx* polen *mangrove* ke lingkungan pengendapan yang diteliti. Pengurangan *influx* ini bisa disebabkan oleh berkurangnya populasi tumbuhan yang memproduksi polen-polen itu (*pollen producer*) atau semakin jauhnya lingkungan pengendapan itu dari hutan

*mangrove* akibat adanya pergeseran lajur hutan *mangrove*. Pergeseran demikian dapat terjadi oleh proses-proses progradasi atau retrogradasi garis pantai. Penelitian sedimen permukaan di dalam lingkungan hutan *mangrove* di Delta Mahakam (Caratini dr, 1982) menunjukkan bahwa proporsi polen *mangrove* dalam sedimen tersebut bisa mencapai sekitar 50% atau lebih. Sementara sampel-sampel yang diambil dari lingkungan di depan hutan *mangrove* (*shallow marine*) memiliki proporsi polen *mangrove* kurang dari 50%.

Semakin jauh jarak sampel itu dari hutan *mangrove* semakin kecil pula proporsinya. Berlandaskan pada hasil penelitian Caratini (1982) tersebut, dapat diduga bahwa lingkungan pengendapan dari semua sampel yang diteliti adalah hutan *mangrove* atau berada sangat dekat dengan hutan *mangrove*. Perubahan lingkungan dari semula hutan *mangrove* atau berada di dekat hutan *mangrove* dikompensasi oleh meluasnya lingkungan padang rumput. Ini diindikasikan oleh peningkatan polen *grassland* di dalam sedimen. Perubahan lingkungan ini terjadi secara berangsur yang diindikasikan oleh penurunan proporsi *mangrove* dan kenaikan proporsi *grassland* yang berlangsung secara bertahap. Pergeseran demikian dapat terjadi oleh proses progradasi atau retrogradasi.

## Kesimpulan

Endapan Kuartar yang terdapat di daerah pemetaan sangat berkaitan erat dengan adanya aktivitas fluvial, aktivitas gelombang serta arus. Fakta tersebut teridentifikasi dari variasi lingkungan pengendapannya. Hasil analisis pembaron menunjukkan lingkungan pengendapan di bedakan menjadi : Tanah penutup (S), endapan dataran banjir / *flood plain deposits* (FP), endapan cekungan banjir / *flood basin deposit* (FB), endapan alur sungai purba / *paleo channel* (CH), endapan pasir dataran pantai / *beach sand* (B), endapan pasir pematang pantai / *beach ridges* (BS), endapan rawa bakau (SW), endapan paya / *lagoon* (LG), Koral / *reef* (O), endapan laut dangkal / *shallow marine deposit* (SM), endapan vulkanik / *volcanic deposits* (V), endapan pra-Holosen / *pre-Holocenen sediments* (pHs)

Berdasarkan analisis dari data pembaron yang di lakukan kombinasi lingkungan pengendapan yang dikenal sebagai tipe penampang dapat dikelompokkan menjadi 16 tipe penampang. Di antara ke 16 tipe penampang tersebut, menarik untuk diperhatikan adanya perulangan endapan rawa yang dapat dipergunakan sebagai indikator adanya proses penurunan di wilayah ini. Selain itu, terdapatnya endapan vulkanik muda berupa tuf agak pejal, liat berwarna kecoklatan menutupi endapan laut dekat pantai yang ditafsirkan sebagai hasil aktivitas Gunung Api Muria paling muda. Selain itu keterdapatannya endapan pasir pematang pantai dapat difahami sebagai indikator dari permukaan laut masa lalu atau sebagai indikasi letak /posisi garis pantai, bahkan kondisi iklim dan rata-rata pengangkatan isostatik.

Dinamika Kuartar yang tergambar dalam penampang stratigrafi baik mendatar dan vertikal menunjukkan kondisi cekungan sedimen pada saat proses

pengendapan adalah dalam kondisi yang sangat tenang (stabil). Fakta geologi lain yang mengindikasikan lingkungan pengendapan tenang adalah: tidak terlihat perubahan fasies pengendapan secara tiba tiba baik secara tegak maupun horizontal, tidak terdapat ketidak teraturan fasies pengendapan secara tegak maupun mendatar, tidak terdapat adanya penebalan ataupun penipisan fasies pengendapan, dan tidak dijumpai adanya pergeseran / perpindahan endapan fasies alur sungai purba secara mendatar, maupun tegak

Indikasi progradasi atau retrogradasi garis pantai ditunjukkan oleh proporsi *mangrove* yang perlahan-lahan semakin berkurang sementara polen-polen *grassland* semakin meningkat. Dari kedalaman 150 cm, kecenderungan perubahan itu berbalik yaitu proporsi polen-polen *mangrove* semakin bertambah sementara polen-polen *grassland* semakin berkurang.

## Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pemda Propinsi Jawa Tengah atas pemberian izin untuk melakukan penelitian di daerah Kabupaten Demak dan Kabupaten Jepara. Terima kasih kami ucapkan juga kepada Pemerintah Kabupaten Jepara yang memberikan dukungan serta informasi tentang pengembangan tata ruang di daerah penelitian. Kepada seluruh anggota tim yang sudah bersusah payah dan bekerja keras untuk mengumpulkan data selama kegiatan penelitian, terutama kepada Sonny Mawardi ST, dan ibu Dra Elina Sofiati yang telah menyediakan data indera jauh dan peta dasar serta dukungan dalam menganalisis kandungan fosil moluska. Akhirnya kepada Kepala Pusat Survei Geologi, penulis mengucapkan terima kasih atas izinnya untuk penerbitan makalah ini.



## Acuan

- Caratini C., Tissot C., 1988. *Paleogeographical evolution of Mahakam Delta in Kalimantan, Indonesia during the Quaternary and Late Pliocene*. Review of Paleobotany and Palynology. 55, p.217-228
- Cohen, K.M., Gouw, M.J.P., Holten, J.P., 2003. *Fluvio-deltaic floodbasin deposits recording differential subsidence within a coastal prism (central rhine-meuse delta, The Netherlands*. Dalam Blum, M.D., Marriott, S.B. dan Leclair, S.F. (eds.), *Fluvial Sedimentology* vii. Int. Assoc. of Sedimentologist, Blackwell Scientific: 40-68.
- Bronto S., dan Sri Mulyaningsih., 2007. Gunung api maar di Semenanjung Muria. *Jurnal Geologi Indonesia*. v.2, no.1: 43-54.
- Dickinson, W.R. 1974. *Plate Tectonics and Sedimentation*. In Dickinson, W.R. ed. *Tectonics and Sedimentation*: 1-27. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Tulsa.
- Lumban Batu, U.M., Suyatman Hidayat, Woro Sri Sukapti, dan Emma Yan Patriani, 2013. Laporan Akhir Pemetaan Geologi Kwartir Skala 1 : 50.000 Lembar Jepara, Jawa Tengah. Laporan intern, Pusat Survei Geologi, Badan Geologi Bandung (Tidak diterbitkan)
- Mason, O.K., 1990. Beach Ridge Geomorphology of Kotzebue Sound: Implications or Paleoclimatology and Archeology. PhD Dissertation, University of Alaska, 262 p.
- Mallard, D., Hays, W., and Serva, L., 1991. *Earthquake and associated topics in relation to NPP siting. Revision I. Code of Practice*. Safety Standard Series 50-SG-S1, IAEA, 70 p.
- Mitchell, A.H.G. & Reading, H.G., 1986. *Sedimentation and Tectonics*. In Reading, H.G. ed. *Sedimentary Environments and Facies* Second Edition, Blackwell Science, Oxford: 471-519.
- McBirney, A.R., Serva, L., Guerra, M., and Connor, C.B., 2003. Volcanic and seismic hazards at a proposed nuclear power site in Central Java. *J. Volc. and Geoth. Res.* 126: 11-30.
- Miall, A.D. 1990. *Principles of Sedimentary Basin Analysis - Second Edition*. Springer Verlag, New York.
- Murray, J.W., 2008. *Ecology and Applications of Benthic Foraminifera*. Cambridge University Press, New York.
- Otvos E.R., 1999. *Beach ridges — definitions and significance*. Gulf Coast Research Laboratory and USM Department of Coastal Sciences, Ocean Springs, MS 39566-7000, USA, Elsevier.
- Phleger, F.B. dan Parker, F.L., 1951. *Ecology of Foraminifera Northwest Gulf of Mexico, Part II. Foraminifera Species*. The Society of America Memoir 46.
- Reineck, H.E., and I.B. Singh 1973. *Depositional Sedimentary Environment*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.
- Serva, L., 2001, Siting of high risk industrial facilities: the role of natural phenomena such as earthquakes. *Proceed. of the European Conference on Safety and Reliability, ESREL 2001, Turi*. 2: 1257-1264.
- Soeka, S., Suminta., Thayib, E. And Sudjaah, T., 1980. Neogen Benthic Foraminiferal Biostratigraphy and Datum-Planes of East Java Basin. *Sci. Contr.*, No. 1, Lemigas, Jakarta.
- Suwarti T., dan R. Wikarno., 1992. *Peta Geologi Lembar Kudus Skala 1 : 100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung.

JGSM