



Geokimia dan Umur Absolut Sebagai Penanda Dominasi Sistem Laut dan Perubahan Fasies Aluvium di Daerah Pesisir Gresik *Geochemistry and Absolute Dating as Marine System Domination and Facial Changes of Alluvium in the Gresik Coastal Area*

Yudystira P. Ruslia^{1,2}, Dicky Muslim¹, dan Teuku Y.W.M. Iskandarsyah¹

¹Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia

²Pusat Survei Geologi, Bandung, Indonesia

email : yudystirapurnamaruslia@gmail.com

Naskah diterima: 13 Desember 2021, Revisi terakhir: 05 Januari 2022, Disetujui: 11 Januari 2022, Online: 21 Februari 2022

DOI: <http://dx.doi.org/10.33332/jgsm.geologi.v23.1.17-23>

Abstrak - Endapan aluvium tersebar di sepanjang pantai utara Jawa Timur termasuk di Kabupaten Gresik. Penyelidikan ini bermaksud untuk menganalisis unsur geokimia endapan aluvial untuk mengetahui pengaruh dominasi sistem laut atau darat, dan pentarikhan radiokarbon pada lapisan aluvium untuk mengetahui perubahan fasies pengendapan pada kala Holosen. Pengeboran dilakukan pada tujuh titik dengan sebaran empat titik di sebelah barat sungai Bengawan Solo dan tiga titik di sebelah timur sungai ke arah pantai. Untuk menentukan umur lapisan digunakan metode pentarikhan radiokarbon. Sampel batuan ke-tujuh titik bor dianalisis XRF untuk mengetahui unsur geokimia seperti Ca, Ti, Fe, Sr, K, Mn, V. Unsur Ca dan Sr mengindikasikan dominasi pengaruh laut, sedangkan kelimpahan unsur Fe dan K mengindikasikan adanya pengaruh darat. Pada titik bor 22 paling dekat dengan laut terlihat rata-rata logam berat Fe, Mn dan V yang semakin dalam semakin rendah, berbanding terbalik dengan unsur logam ringan Ca dimana semakin dalam semakin besar nilainya. Pada titik bor 19 yang letaknya jauh dari pantai terlihat logam berat Fe, Mn dan V semakin dalam semakin besar nilainya dan unsur logam ringan trendnya semakin dalam semakin kecil. Tujuh sampel lempung telah dilakukan analisa pentarikhan radiokarbon menghasilkan rentang umur 7.210 hingga 3.840 tahun yang lalu. Pada umur lebih dari 7.210 lingkungan pengendapan didominasi oleh endapan nearshore. Pada umur antara 7.000 dan 3.000 tahun yang lalu lingkungan pengendapan berupa endapan rawa, rawa pasang surut, dan endapan pantai. Lebih muda dari 3.000 tahun yang lalu lingkungan pengendapan didominasi oleh endapan pasang surut dan limbah banjir, setempat berupa lingkungan rawa.

Katakunci: Aluvium, geokimia, Gresik, Holosen, radiokarbon.

Abstract - Alluvium deposits are found along the north coast of East Java, including in Gresik Regency. This investigation intended to analyze the geochemical elements of alluvial deposits to determine the influence of the dominance of marine or terrestrial systems and the radiocarbon analysis of alluvium layers are to determine changes in depositional facies during the Holocene. Drilling was carried out at seven holes with a distribution of four drill holes to the west of the Bengawan Solo River and three drill holes to the east of the river towards the coast. To determine the age of the layer, the carbon dating method is used. Rock samples from seven drill holes were collected for XRF analysis to determine geochemical elements such as Ca, Ti, Fe, Sr, K, Mn, and V. Ca and Sr indicated the dominance of marine influences, while the abundance of Fe and K elements indicated terrestrial influences. At drill hole 22 which is closest to the sea, the average heavy metals Fe, Mn and V are getting lower and lower, by contrast, the value of light metal elements Ca, becoming greater toward the deeper depth. At drill hole 19 which is located far from the coast, heavy metals Fe, Mn and V are seen getting deeper and higher in value and light metal elements have a decreasing trend of getting deeper. Seven clay samples have been analyzed for carbon dating yielding an age range of 7,210 to 3,840 years ago. At older than 7,210 the depositional environment was dominated by nearshore deposits At the age between 7,000 and 3,000 years ago the depositional environment was swamps, tidal marshes, and coastal. At younger than 3,000 years ago the depositional environment was dominated by tidal and flood plains, locally a swamp environment.

Keywords: Alluvium, geochemistry, Gresik, Holocene, radiocarbon.

PENDAHULUAN

Kuarter adalah periode terakhir dari ketiga periode di era Kenozoikum dalam skala waktu geologi. Periode ini berlangsung setelah periode Neogen dan membentang dari $2.588 \pm 0,005$ juta tahun yang lalu sampai sekarang. Waktu yang relatif singkat ini ditandai oleh serangkaian glasiasi. Kuartar mencakup dua kala geologi, yaitu Plistosen dan Holosen (Cohen, 2020).

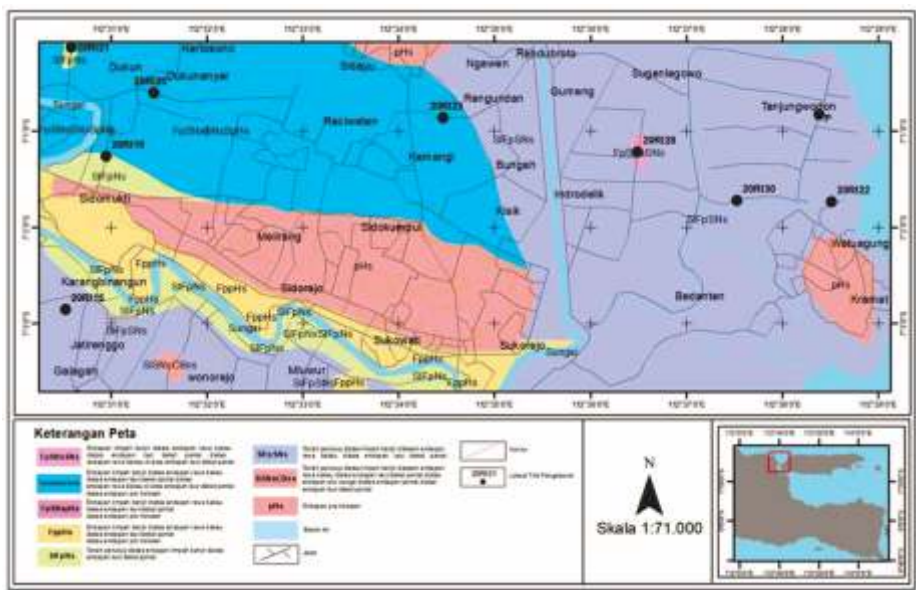
Geologi Kuartar merupakan salah satu disiplin ilmu kebumih yang mempelajari proses proses geologi yang sudah, sedang dan akan berlangsung selama kurun waktu Kuartar (Lumbanbatu, 2013). Bila kita perhatikan peta geologi kawasan darat Indonesia, hampir 80% tertutup endapan Kuartar, yang sebagian besar materialnya berupa aluvium. Aluvium dapat disebut juga paleo-aluvium adalah rangkaian proses sedimentasi yang berkesinambungan hingga menerus ke permukaan. Rangkaian stratigrafi yang dimaksud merupakan suatu siklus pengendapan yang dikendalikan oleh perubahan muka laut global dan sirkulasi iklim yang sifatnya universal yang terjadi pada Akhir Plistosen hingga sekarang, dimana karakter atau pola susunan fasiesnya berada pada bagian zonasi cekungan turun (Poedjoprajitno dkk., 2009). Aluvium merupakan material yang banyak tersebar di daerah kota-kota besar pesisir pantai utara Jawa seperti di Kota Jakarta, Kota Semarang dan Kabupaten Gresik (Sophian, 2010). Kota-kota besar tersebut banyak berkembang di daerah muara aliran sungai yang secara genetik di wilayah tersebut tersebar material endapan aluvium. Endapan-

endapan hasil pelapukan dan erosi terbawa oleh air sungai yang mengendap di muara sungai. Karakteristik material penyusun endapan aluvium wilayah tersebut sangat tergantung oleh batuan yang digerus oleh air sungai tersebut, endapan ini merupakan endapan yang belum terlitifikasi sehingga masih dalam proses konsolidasi dan kompaksi (Sophian, 2010).

Kabupaten Gresik dan sekitarnya merupakan salah satu kota besar di pantai utara Jawa yang mempunyai penduduk padat, terutama di daerah dekat pantai karena pembangunan cenderung ke arah ini. dilihat dari perkembangan garis pantai, Gresik dan sekitarnya mengalami perubahan garis pantai yang cukup signifikan yang mencirikan proses pengendapan yang terus berlangsung hingga kini dan menunjukkan endapan yang terbentuk belum mengalami kompaksi dan berumur relatif muda sehingga dapat dikatakan sebagai endapan aluvium (Thaden, 1996).

Aluvium di daerah Gresik menutupi hampir seluruh wilayah, energi aliran yang berpengaruh terhadap pembentukan fasiesnya berasal dari alur sungai (sistem darat) alur traksi, dan energi yang berasal dari laut (sistem laut) seperti gelombang (Moechtar, 2021), namun belum dijelaskan sistem darat atau sistem laut yang berpengaruh lebih besar pada endapan aluvium di daerah Gresik.

Untuk mengetahui perbedaan aluvium di daerah Gresik menunjukkan dominan sistem laut atau sistem darat, salah satu caranya adalah menggunakan metode geokimia. Dalam beberapa dekade terakhir, beberapa peneliti telah melakukan studi tentang karakteristik endapan pantai dan geokimia baik di Indonesia maupun di luar negeri, seperti di pantai timur dan barat India (Nugroho, 2019).



Gambar 1. Peta Geologi Kuartar (Moechtar, 2021) dan lokasi pengambilan sampel.

Endapan aluvium, selain dipengaruhi oleh air laut juga dapat dipengaruhi oleh air tawar karena pada umumnya aluvium terbentuk dari endapan sungai. Dengan demikian, secara karakteristik geokimia, aluvium dari daerah dengan endapan sungai dan endapan pantai akan berbeda. Unsur Ca dan Ti yang melimpah pada aluvium pantai mengindikasikan sedimen berasal dari lapukan, sedangkan kelimpahan unsur Fe dan K mengindikasikan adanya pengaruh sungai yang membawa suplai sedimen darat dan terendapkan pada aluvium melalui proses gelombang (Nugroho, 2019).

Aluvium di daerah kabupaten Gresik dan sekitarnya umumnya berumur antara Holosen hingga Kuarter. Sayangnya, umur detailnya tidak pernah ada publikasinya karena memang penyelidikan tentang aluvium sangat jarang dilakukan di Indonesia. Umur aluvium menjadi penting karena dapat digunakan sebagai penanda kapan terjadinya perubahan fasies, apalagi rentang umur Kuarter cukup lebar, sedangkan terdapat banyak fasies pada aluvium di daerah Gresik (Moechtar, 2021). Pada aluvium biasanya terdapat lapisan lempung yang mengandung bahan organik (akar tanaman, charcoal, gambut, dan lainnya) sehingga dapat digunakan pentarikan radiokarbon untuk mengetahui umur lapisan lempung tersebut.

Pentarikan radiokarbon (disebut pula penanggalan karbon atau penanggalan Karbon-14) adalah suatu metode penentuan umur suatu objek yang mengandung materi organik dengan memanfaatkan sifat radiokarbon, suatu isotop radioaktif dari karbon (Taylor, 2001). Umur yang nantinya dihasilkan dari pentarikan radiokarbon akan dapat diasosiasikan dengan umur Kuarter. Penyelidikan ini bermaksud untuk menganalisis geokimia yang dapat menunjukkan dominan sistem laut atau darat pada aluvium di daerah Gresik.

Penyelidikan ini dilakukan secara paralel dengan proyek Pemetaan Kuarter berdasarkan rekomendasi dari Kelompok Kerja Pemetaan, Pusat Survei Geologi. Untuk proyek pemetaan ini, 7 lokasi telah diambil sampelnya di wilayah utara Gresik (Moechtar, 2021). Selama proyek pemetaan, profil lokasi yang mewakili daerah tangkapan antara 60 dan 600 km² dipilih. Pemilihan lokasi pengambilan sampel didasarkan pada studi pustaka dimana kriteria geografis, hidrologis dan historis dari lokasi pengambilan sampel potensial dievaluasi.

METODOLOGI

Preferensi diberikan pada lokasi dengan aliran sungai

yang stabil atau bermigrasi lambat, seperti yang direkomendasikan oleh Bogen dkk. (1992) untuk jenis penyelidikan ini. Sampel diambil dengan pengeboran tangan (*hand auger*) kemudian membuat log inti yang menjelaskan deskripsi litologi dan karakteristik inti sedimen dan analisis radiokarbon untuk memberikan data geokronologis.

Metode radiokarbon digunakan untuk menentukan umur sampel hingga ± 50.000 tahun yang lalu. Metode ini digunakan untuk bahan yang mengandung unsur karbon (C). Unsur karbon yang digunakan adalah isotop ¹⁴C yang terdapat di atmosfer dan terikat pada senyawa CO₂. Senyawa organik isotop karbon ini dihasilkan dari reaksi sinar kosmik dengan unsur nitrogen (Faure, 1986).

Pada prinsipnya, analisis radiokarbon mengubah senyawa organik dan non-organik melalui proses kimia dan fisika menjadi fase cair. Kemudian, dengan menggunakan waktu paruh radiokarbon (5.730 ± 40 tahun yang lalu) dan rumus peluruhan, umur sampel dapat dihitung. Penanggalan radiokarbon sangat cocok untuk menentukan umur kayu, arang, gambut, paleoil, kalsium karbonat pada moluska, foraminifera, koral dan tulang, karena bahan tersebut tersusun dari unsur C. Analisis radiokarbon yang akan dilakukan menggunakan metode konvensional benzene menurut Skripkin (2017).

Sampel endapan Kuarter untuk analisis radiokarbon (C¹⁴), diambil menggunakan *hand auger* pada tiga lokasi terpilih dari 7 lokasi pengambilan sampel, yaitu: RI19, RI20 dan RI23, dengan kedalaman bervariasi mulai dari 0,8 m (paling dangkal) hingga 7,2 m (paling dalam), dimana lokasi lainnya digunakan untuk analisis geokimia.

Deskripsi masing-masing lubang bor yang diambil misalnya dapat dilihat pada Tabel 1. Sampel yang diambil untuk analisis radiokarbon adalah bahan organik yang sebagian besar mengandung sisa tanaman seperti batang, daun dan akar, gambut atau lempung gambut. Sampel yang diambil tersebut merupakan endapan paludal, sedimen dataran banjir, sedimen laut dangkal dan sedimen rawa.

Masing-masing sampel terdiri atas gabungan beberapa lapisan. Pengambilan sampel yang terperinci dilakukan untuk menguji asumsi bahwa variasi geokimia dapat terjadi antara interval bagian bawah dan atas dalam titik lokasi pengambilan sampel. Selain itu, memungkinkan penilaian apakah migrasi vertikal penting dari elemen terjadi di titik tersebut. Akhirnya, hanya 7 lokasi sampel vertikal yang dianalisis secara rinci. Pemilihan lokasi didasarkan pada adanya anomali atau konsentrasi elemen jejak tinggi yang dikenali dalam proyek pemetaan atau karena kebutuhan profil referensi dalam area tertentu.

Analisis geokimia dari sampel terpilih di pesisir utara gresik telah dipelajari. Komposisi kimia sampel yang dipilih telah diukur menggunakan X-Ray Fluorescence (XRF) untuk komposisi utama dan beberapa komposisi oksida jejaknya. Sampel dianalisis di Laboratorium Geologi Pusat Survei Geologi Bandung. Setelah dikeringkan minimal selama satu hari, seluruh sampel digerus dengan jaw crusher dan dipisahkan menggunakan ball mill untuk mendapatkan ukuran partikel 200 mesh. Pelet yang ditekan dianalisis menggunakan metode XP X-Ray Fluorescence (XRF) advant untuk 12 oksida utama (SiO₂, Al₂O₃, K₂O, Fe₂O₃, Na₂O, CaO, MgO, NiO, Cr₂O₃, SO₃, TiO₂, dan MnO).

Tidak ada larutan kimia yang diperlukan dalam metode preparasi pelet dan manik fusi untuk pengukuran XRF. Analisis ini mengadaptasi metode press pellet untuk menghemat waktu dan menghindari risiko kontaminasi krus platina pada teknik lain (Chubarov dkk., 2016). Serbuk sampel homogen ditekan pada 300 kN selama 30 detik pada mesin press. LOI adalah jumlah bahan volatil dalam sampel dan biasanya ditentukan melalui pemanasan sampel hingga suhu tinggi (Irzon, 2017). Parameter yang ditetapkan dengan membakar wadah porselen yang kosong, kering, dan bersih dalam tungku. Sampel sebanyak 1 gram kemudian dimasukkan ke dalam krus o dan dipanaskan pada suhu 100°C selama kurang lebih satu jam. sampel bersama-sama dengan wadah dan dipanaskan pada 100°C selama sekitar satu jam. sampel bersama-sama dengan krus kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang. LOI dihitung dari rumus ini.

$$LOI = \frac{A-B}{A-C} \times 100\%$$

A = mass of crucible+sample
 B = mass of crucible+residue
 C = mass of empty crucible

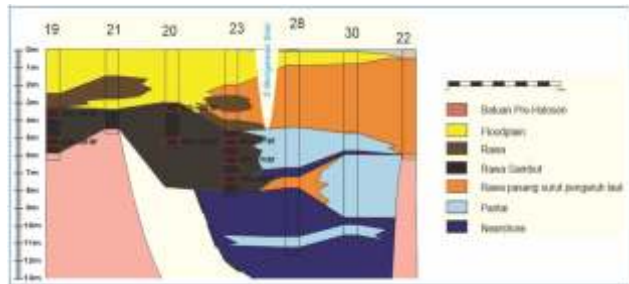
HASIL PENYELIDIKAN DAN DISKUSI

Pentarikan Radiokarbon

Hasil pengambilan sampel dari lapisan aluvium Kuartar di daerah pesisir utara gresik dan sekitarnya menunjukkan bahwa umur bervariasi dari 3.840 sampai 7.210 tahun yang lalu (Tabel 1). Tabel 1 ini menunjukkan hubungan antar lokasi, kedalaman, jenis bahan organik, asosiasi sedimen dan umur mutlak sedimen dari lingkungan pengendapan manapun.

Tabel 1. Hasil analisis radiokarbon sampel lapisan aluvium sedimen Kuartar

Lokasi	Kedalaman (meter)	Deskripsi Litologi	Asosiasi Sedimen	Umur
RI19A	3,7 - 4,1	Lempung, coklat kemerahan, pecahan cangkang	Endapan Rawa Bakau	3.840 ± 180 BP
RI19B	4,8 - 5,4	Lempung, dominan hitam gambut dominan sisa tanaman	Endapan Rawa Gambut	6.485 ± 200 BP
RI20A	3,5 - 3,8	Lempung, hitam material organik gambut, karbon merata	Endapan Rawa Gambut	4.276 ± 181 BP
RI20B	5 - 5,5	Lempung, hitam material organik gambut, karbon merata, ada kalsit lunak	Endapan Rawa Gambut	6.630 ± 216 BP
RI23A	5,0 - 5,6	Lempung, hitam dominan gambut pecahan cangkang	Endapan Rawa Gambut	6.432 ± 287 BP
RI23B	6,0 - 6,6	Lempung, hitam dominan gambut dan sisa-sisa tanaman	Endapan Rawa Gambut	7.110 ± 170 BP
RI23C	7,0 - 7,6	Lempung abu-abu kehijauan lunak	Endapan Rawa Gambut	7.210 ± 190 BP



Gambar 2. Penampang Geologi Kuartar daerah penyelidikan (Moechtar, 2021).

Berdasarkan hasil korelasi bor dengan penampang dengan arah barat-timur terdapat 3 sistem pengendapan yang didominasi oleh sistem laut, rawa dan darat. Pembuatan stratigrafi rinci dan penentuan umum terumbu Holosen telah membuktikan bahwa muka air laut tinggi terjadi pada 9.000-10.000 tahun yang lalu (Chappel dan Polach, 1991). Parinath dkk. (2001) mempelajari perubahan muka air laut dan sedimentasi pada data bor periode Kuartar akhir menyatakan bahwa umur kayu dan gambut hasil pentarikan radiokarbon adalah antara 10.760 - 9.280 tahun yang lalu. Pada awal pengendapannya didominasi oleh sistem laut dengan terbentuknya endapan laut pada daerah Bungah hingga Watuagung. Endapan ini diduga merupakan puncak muka air laut pada kala Holosen dan apabila asumsi ini benar maka umur endapan tersebut berkisar antara 9.000-10.000 tahun yang lalu. Pada perioda tengah pengendapan laut tersebut, terdapat penurunan muka air laut setempat dengan skala waktu yang pendek pada daerah Bentawen ditandai dengan terbentuknya endapan pantai.

Muka air laut kemudian turun ditandai dengan terbentuknya marsh system pada daerah Sidomukti hingga Kemangi di bagian barat dan perubahan lingkungan laut menjadi pantai dan rawa pasang surut pada daerah Bungah hingga Watuagung. Sistem marsh ditandai dengan terbentuknya endapan rawa bakau yang cukup luas dengan pengendapan mulai 6.630 ± 216 hingga 6.432 ± 287 tahun yang lalu. Pada bagian timur endapan pantai sangat mendominasi, namun terdapat perubahan lingkungan pengendapan pada daerah Indrodelik pada awal periode pengendapan dengan terbentuknya rawa darat kemudian endapan laut dekat pantai, sebelum kembali normal menjadi endapan pantai (Moechtar, 2021).

Regresi masih terjadi hingga periode Holosen akhir dengan terbentuknya sistem pengendapan darat ditandai dengan lingkungan yang berubah menjadi semakin darat. Bagian barat didominasi dengan endapan limbah banjir yang cukup luas dan rawa darat, sedangkan bagian timur sangat dominan dengan endapan rawa pasang surut yang dipengaruhi oleh laut.

Geokimia

Unsur-unsur yang dapat menggambarkan asal sumber sedimen yaitu Kalsium (Ca), Strontium (Sr), Kalium (K) dan Besi (Fe) dan Titanium (Ti) (Nugroho dkk., 2019; Gambar 3 dan 4). Secara umum, titik bor RI30, dan RI28 memiliki nilai unsur-unsur yang semakin besar apabila semakin dalam. Titik-titik bor tersebut terletak di bagian timur sungai Bengawan Solo. Ketika Bengawan Solo meandering ke arah timur berarti cenderung dominasi sungai, namun setelah berbelok menjadi dominasi laut. Hal tersebut terlihat dari grafik bor RI30, dimana rata-rata nilai pada kedalaman 5 m ke atas cenderung nilainya lebih kecil daripada kedalaman 5 m. Lebih dalam lagi, pada titik bor RI28 nilai semua unsur cenderung relatif sama namun pada kedalaman 11 m terlihat bahwa semua unsur dominan. Hal itu disebabkan karena pengaruh dominasi laut yang seharusnya tinggi tidak terjadi pada titik RI28. Pada kedalaman 11 m di titik RI28 masih terdapat dominasi sungai, dengan demikian titik RI28 merupakan titik transisi dari dominasi sungai menjadi dominasi laut. Trend influx sedimen darat makin ke timur makin berkurang, artinya semakin berkurang sedimen darat, unsur laut makin tinggi sehingga semakin ke arah timur sedimentasi asal darat semakin berkurang.

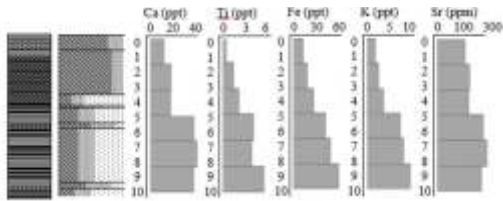
Pada grafik titik bor RI22 terlihat ada anomali pada beberapa unsur dibandingkan dengan bor RI30. Untuk Sr dan Ca mempunyai pola yang sama, sedangkan

untuk Ti, Fe dan K berbeda. Pada titik ini terlihat bahwa dominasi laut terjadi pada saat sekarang dengan adanya nilai Ca yang semakin tinggi. Pada titik bor RI22 cenderung dominasi laut sejak lama, karena selain paling dekat dengan pantai dan titik paling jauh dari Bengawan Solo. Disini juga ukuran butir pasir mendominasi. Dominasi sungai menjadi dominasi pantai dapat dilihat dari nilai kisaran unsur di titik RI22, yang semakin besar dilihat dari persentase nilai unsur-unsurnya lebih besar dari titik RI30 dan RI28, sehingga titik RI22 merupakan titik campuran antara dominasi darat dan dominasi laut.

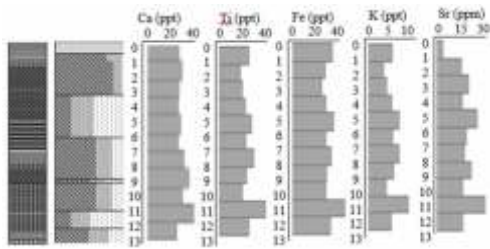
Pada titik bor RI19 dan RI20 terlihat unsur Ca semakin ke dalam semakin kecil, begitupun unsur Sr dimana pada beberapa sampel unsur Sr tidak dapat terdeteksi. Titik-titik ini merupakan titik bor sebelah barat yang terjauh dari Bengawan Solo. Semakin kecilnya nilai unsur Ca dan Sr menandakan dominasi darat pada titik tersebut. Pada unsur Ti, Fe dan K di titik bor RI19, terlihat pada kedalaman 3 m merupakan titik balik dimana nilai setiap unsur trendnya berubah, yang tadinya nilainya naik menjadi turun di kedalaman 3 m (unsur Ti), begitupun sebaliknya turun kemudian naik setelah kedalaman 3 m (unsur Fe). Tidak banyak yang bisa digali dari titik bor RI20 (Gambar 5) karena jumlah sampel sedikit dan kedalaman hanya sekitar 5 m, namun pada titik bor RI23 (Gambar 6) terlihat unsur Ca semakin dalam semakin tinggi nilainya, menandakan adanya pengaruh dominasi laut di titik ini. Pada kedalaman 4 m dilihat dari unsur Ti terlihat trend-nya menurun, begitu juga dengan unsur K menandakan pada kedalaman 4 m sudah terlihat dominasi laut pada titik ini. Pada umur yang lebih muda dari pada 6.432 ± 287 tahun yang lalu pernah terjadi suatu even dimana pengaruh laut jauh sampai ke daratan. Unsur Ca dan Sr dipengaruhi oleh kehadiran mineral karbonat sebagai penciri lingkungan laut, sedangkan Ti, K dan Fe merupakan parameter yang mencirikan adanya pengaruh sedimentasi dari darat.

Logam berat berdasarkan densitas dibatasi dengan nilai di atas 5 gr/cm^3 Fe, Mn, dan V termasuk dalam golongan ini, sedangkan logam ringan termasuk Ca, Ti dan K merupakan logam yang mempunyai berat jenis di bawah 5 gr/cm^3 (Tripathi, 2017). Pada titik bor RI22 (Gambar 7) dimana paling dekat dengan laut terlihat bahwa rata-rata logam berat Fe, Mn dan V semakin dalam semakin rendah, berbanding terbalik dengan unsur logam ringan Ca dimana semakin dalam semakin besar nilainya. Adapun untuk unsur Ti dan K juga cenderung menurun. Pada titik bor RI19 (Gambar 8), dimana merupakan titik terjauh dari pantai terlihat bahwa logam berat Fe, Mn dan V makin dalam makin besar nilainya dan unsur logam ringan rata-rata trend-nya semakin dalam semakin kecil. Ini membuktikan bahwa wilayah Gresik didominasi oleh sedimen laut, maka pada saat naik (naik turun muka air

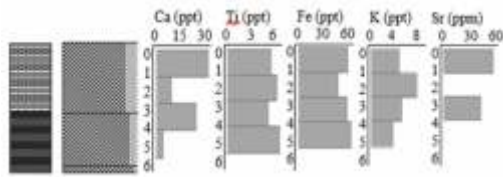
laut) dengan sumber batuan vulkanik maka unsur-unsur dengan berat jenis rendah akan mengambang di pantai dan pada saat turun muka air laut apabila unsur-unsur berat maka akan jauh dari pantai, karena air laut naik berarti membawa materi dari laut ke darat tapi apabila turun membawa material dari darat ke laut.



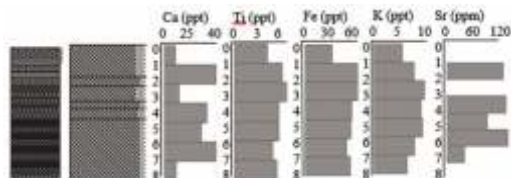
Gambar 3. Distribusi ukuran butir dan analisis unsur Ca, Ti, Fe, K dan Sr pada titik bor (RI30).



Gambar 4. Distribusi ukuran butir dan analisis unsur Ca, Ti, Fe, K dan Sr pada titik bor (RI28).



Gambar 5. Distribusi ukuran butir dan analisis unsur Ca, Ti, Fe, K dan Sr pada titik bor (RI20).



Gambar 6. Distribusi ukuran butir dan analisis unsur Ca, Ti, Fe, K dan Sr pada titik bor (RI23).

KESIMPULAN

Berdasarkan data geokimia dari lubang bor, maka dapat disimpulkan bahwa pada umur lebih dari 7.210 tahun yang lalu lingkungan pengendapan didominasi oleh endapan *nearshore*. Pada umur antara 7.000 dan 3.000 tahun yang lalu lingkungan pengendapan berupa endapan rawa, rawa pasang surut, dan endapan pantai. Lebih muda dari 3.840 tahun yang lalu lingkungan pengendapan didominasi oleh endapan pasang surut dan limbah banjir, setempat berupa lingkungan rawa.

Pada periode lebih tua dari 7.210 tahun yang lalu dititik bor RI30 didominasi oleh pengaruh sedimen laut, sedangkan pada titik bor RI28 dipengaruhi oleh sedimen laut dan pencampuran antara sedimen darat dan laut. Pada periode umur 7.210 hingga 3.840 tahun yang lalu, berdasarkan data unsur di lubang bor di titik RI30 proses sedimentasi lebih didominasi pengaruh laut, dan berdasarkan data di titik RI23 diketahui bahwa terjadi pencampuran antara pengaruh darat dan laut. Pada periode lebih muda dari 3.840 tahun yang lalu lebih dominan sedimentasi berasal dari darat berdasarkan data unsur setiap lubang bor meskipun letak titik bor tersebut dekat dengan pantai.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Kepala Pusat Survei Geologi yang telah memberikan ijin belajar kepada penulis. Selain itu juga diucapkan terima kasih kepada Sdr. Rio Alcanadre dan Bapak Rully Setiawan yang telah mencurahkan waktunya untuk berdiskusi dengan penulis. Tidak lupa kepada Ibu Iirfany Agustiany dan tim juga Bapak Irwan yang telah membantu penulis pada bagian analisis sampel dan pihak lain yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

ACUAN

- Bogen, J., 1992. Monitoring Grain Size of Suspended Sediments in Rivers. https://www.researchgate.net/publication/237763182_Monitoring_grain_size_of_suspended_sediments_in_rivers.
- Chappell, J. and Polach, H., 1991. Post-Glacial Sea-Level Rise from a Coral Record at Huon Peninsula, Papua New Guinea. *Nature*, 349: 147-149.
- Chubarov, V.M., Aisueva, T.S., and Finkelshtein, A., 2016. Determination of Sulfide and Total Sulfur in Ore by Wavelength-Dispersive X-ray Fluorescence. *Analytical Letters*, 49: 2099-2107.
- Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L.; Fan, J.X., 2020. *International Chronostratigraphic Chart*. International Commission on Stratigraphy.
- Faure, G., 1986. *Principles of Isotope Geology*, 2nd ed. John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto,

Singapore, 589 p.

- Irzon, R. 2017. Pengayaan Logam Berat Mn, Co, Dan Cr Pada Laterit Nikel Di Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara. *Buletin Sumber Daya Geologi*, 12: 71-86.
- Lumbanbatu, U., 2013. Peluang dan Tantangan Ahli Geologi Kuarter. https://inaquarter.com/index.php?option=com_content&view=article&id=85:peluang-dan-tantangan-ahli-geologi-Kuarter&catid=38:artikel [24/03/21].
- Moechtar, R.A.T., 2021. Dinamika Proses Pengendapan Sedimen Holosen di Hilir Sungai Bengawan Solo Serta Wilayah Pasang Surut di Gresik dan Sekitarnya, Jawa Timur. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 22(1): 9-23.
- Nugroho, S.H. dan Putra, P.S., 2019. Karakteristik Sebaran Besar Butir Endapan Pantai Pulau Sumba, Nusa Tenggara Timur Berdasarkan Data Ukuran Butir dan Geokimia. *Jurnal geologi dan Sumberdaya Mineral*, 20(3): 153-164..
- Parinath, K., Shankar, R. and Yadava, M.G., 2001. Late Quaternary Changes in Sea Level Sedimentation Rate Along the Southwestern Coast of India: Evidence from Radiocarbon Dates. *Current Science*, 81(5):594-600.
- Poedjoprajitno, S., Moechtar, H., dan Hidayat, S, 2012. Perubahan Lingkungan Pengendapan Hubungannya dengan Tektonik Kuarter: Studi Kasus Geologi Kuarter di Wilayah Dataran Rendah Aluvial Hingga Pantai Sepanjang Maron- Sikucingkrajan, Kec. Gemuruh, Kab. Kendal (Jawa Tengah). *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 19(2): 107-116.
- Skripkin, V.V. and Buzynnyi, M.G., 2017. Teflon Vials For Precise C-14 in Benzene Measurements by LSC Technique. *Biological and Chemical Research*, 4(9): 229-233.
- Sophian, R.I., 2010. Penurunan Muka Tanah di Kota-kota Besar Pesisir Pantai Utara Jawa (Studi Kasus: Kota Semarang). *Bulletin of Scientific Contribution*, 8(1): 41-60.
- Taylor, R.E., 1987. *Radiocarbon Dating: An Archaeological Perspective*. Academic Press, New York, 212p.
- Thaden, R.E., Sumadirja, H. dan Richards, P.W., 1996. *Peta Geologi Lembar Magelang dan Semarang, Jawa Tengah*. Direktorat Geologi Bandung.
- Tripathi, V.N., 2017. Molecular Mechanisms of Heavy Metal Resistance in Bacteria. https://www.researchgate.net/publication/326069885_Molecular_mechanisms_of_heavy_metal_resistance_in_bacteria.
-