

KARAKTERISTIK BATUAN SEDIMEN BERDASARKAN ANALISIS PETROGRAFI PADA FORMASI KALIBENG ANGGOTA BANYAK

Novianti Wahyuni Purasongka¹⁾, Ildrem Syafri²⁾, Lia Jurnaliah²⁾

1) Mahasiswa Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

2) Laboratorium Petrologi dan Mineralogi, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

3) Laboratorium Paleontologi, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

ABSTRACT

Administratively, the research areas included in the district of Semarang, Central Java Province. This research was conducted at Jeragung River with the object of claystone and sandstone. In physiographic, rocks in the study area are in Kendeng Basin, and parts of Anggota Banyak Kalibeng Formation. This study aims to determine the characteristics of sedimentary rocks mainly sandstones, based on petrographic analysis to determine the source of the sediment and diagenesis processes that formed. Based on observations of six sandstone samples from areas of research included in Feldspatic Wacke. Provenance analysis of six samples of sandstone with using Dickinson and Suczek triangles, shows the origin of sediment is arc magmatic. Diagenesis phase which occurs is eogenesis characterized by compacting and leaching, mesogenesis marked by cementation and recrystallization, as well as the replacement and deformation marks telogenesis process.

Keywords: Petrographic analysis, provenance, diagenesis

ABSTRAK

Secara administratif, daerah penelitian termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Semarang Provinsi Jawa Tengah. Penelitian ini dilakukan pada Kali Jeragung dengan objek yang terdiri dari batulempung dan batupasir. Secara fisiografi, batuan pada daerah penelitian berada dalam Cekungan Kendeng, dan bagian dari Formasi Kalibeng Anggota Banyak. Studi ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik batuan sedimen terutama batupasir, berdasarkan analisis petrografi untuk mengetahui sumber sedimen serta proses diagenesis yang terbentuk. Berdasarkan pengamatan terhadap keenam sampel batupasir yang berasal dari daerah penelitian termasuk kedalam jenis *Feldspatic Wacke*. Hasil analisis provenance dari enam sampel batupasir dengan menggunakan segitiga Dickinson dan Suczek (1979), menunjukkan asal *magmatic arc*. Tahap diagenesis yang terjadi adalah eogenesis ditandai dengan adanya kompaksi dan pelarutan, mesogenesis ditandai dengan adanya sementasi dan rekristalisasi, serta adanya replacement dan deformasi yang menandai proses telogenesis.

Kata kunci: Analisis petrografi, provenance, diagenesis

PENDAHULUAN

Batuan sedimen merupakan salah satu jenis batuan yang mengisi hampir tiga per empat permukaan bumi (Boggs, 1995). Batuan sedimen menyimpan banyak informasi geologi yang menggambarkan beragam proses yang pernah terjadi atau yang sedang terjadi sepanjang usia bumi. Proses yang beragam tersebut akan menghasilkan jenis dan karakteristik batuan sedimen yang beragam.

Studi mengenai batuan sedimen baik secara megaskopis maupun mikroskopis dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang, salah satunya untuk mengetahui perubahan lingkungan yang terjadi pada suatu wilayah, dengan meneliti sumber material pem-

bentuk batuan sedimen, yang dihubungkan dengan lingkungan pengendapannya. Perbedaan karakteristik suatu batuan, terutama batuan sedimen, dipengaruhi oleh kandungan mineral yang ada di dalamnya, asal atau karakteristik dari mineral itu sendiri, kondisi pembentukan mineral tersebut, dan kondisi dari lingkungan pengendapan material sedimen. Studi mengenai asal material pembentuk batuan sedimen atau yang disebut provenance saat ini banyak diaplikasikan pada berbagai bidang seperti perminyakan untuk mengetahui karakteristik reservoir, oseanografi untuk mengetahui proses perubahan iklim, ataupun untuk kebutuhan penelitian lainnya.

Studi mengenai provenan yang dilakukan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui sumber batuan dan tatanan tektonik pada daerah penelitian. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan karakteristik batuan sedimen berdasarkan analisis petrografi pada Formasi Kalibeng Anggota Banyak. Secara administratif daerah penelitian termasuk dalam wilayah Kabupaten Semarang, Provinsi Jawa Tengah. Secara geologi daerah penelitian termasuk ke dalam Geologi Lembar Salatiga. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Petrologi dan Mineralogi Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran, sedangkan sampel batuan yang dijadikan bahan penelitian berasal dari hasil pengukuran stratigrafi terukur pada Kali Jeragung, Kecamatan Pringapus Kabupaten Semarang Propinsi Jawa Tengah. Adapun tujuan penelitian ini adalah : 1) Menentukan karakteristik batuan sedimen pada daerah penelitian secara mikroskopis; 2) Menentukan batuan sumber sedimen dari daerah penelitian; 3) Menjelaskan proses diagenesis batupasir pada daerah penelitian

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah analisis petrografi berupa deksripsi mikroskopis pada 6 sayatan batupasir dan 5 sayatan batulempung. Batupasir di klasifikasikan berdasarkan diagram Pettijohn (1975) dan jenis provenance berdasarkan diagram Dickinson and Suzcek (1983).

Berdasarkan pembagian fisiografi Van Bemmelen (1949) maka daerah penelitian termasuk ke dalam Zona Kendeng yang meliputi deretan pegunungan dengan arah memanjang barat-timur yang terletak langsung di sebelah utara sub-zona Ngawi. Pegunungan ini tersusun oleh batuan sedimen laut dalam yang telah mengalami deformasi secara intensif membentuk suatu antiklinorium. Pegunungan ini mempunyai panjang 250 km dan lebar maksimum 40 km (de Genevraye & Samuel, 1972, dalam Sukardi,

1992) membentang dari gunungapi Ungaran di bagian barat ke timur melalui Ngawi hingga daerah Mojokerto. Di bawah permukaan, kelanjutan zona ini masih dapat diikuti hingga di bawah selatan Madura. Ciri morfologi Zona Kendeng berupa jajaran perbukitan rendah bermorfologi bergelombang, dengan ketinggian antara 50 hingga 200 meter. Jajaran yang berarah barat-timur ini mencerminkan adanya perlipatan dan sesar naik yang berarah barat-timur dan berangsur melemah di bagian timur.

Daerah penelitian termasuk dalam Anggota Banyak Formasi Kalibeng yang tersusun atas perselingan batupasir tufan, batulanau gampingan, batupasir, dan batupasir kerikilan. Anggota Banyak berumur Miosen Akhir (N16 – N17) yang terendapkan pada lingkungan laut dangkal. Tebal satuan ini paling tidak 400m, dan tersingkap baik di Kali Jragung.

HASIL PENELITIAN

Karakteristik Objek Penelitian

Pengambilan sampel untuk analisis *provenance* merupakan sampel dari pengukuran stratigrafi terukur pada Kali Jragung (Gambar 1), terdiri dari 2 jenis batuan yaitu batulempung dan batupasir. Penampang stratigrafi terukur pada Kali Jragung memiliki panjang lintasan 170 meter. Sampel yang dijadikan objek penelitian diambil dengan interval tertentu yang mewakili bagian atas, tengah, dan bawah penampang stratigrafi. Tabel 1 memperlihatkan komposisi setiap sampel penelitian.

Batulempung

Batulempung yang menjadi objek penelitian terdiri dari lima sampel yaitu JR 0; JR 1; JR 2; JR 2 m 20,30; JR 4 m 40,50 dengan karakteristik secara megaskopis memiliki ciri-ciri megaskopis yang sama yakni warna lapuk abu-abu keputihan, warna segar abu-abu, kemas tertutup, bersifat karbonatan. Kenampakan mikroskopis

5 sampel batulempung yang menjadi objek penelitian memiliki kenampakan sebagian besar terdiri dari matriks mineral karbonat yang berukuran lempung (85 - 88 %). Butiran terdiri dari plagioklas 2-5 %, dengan bentuk butir membundar tanggung, kembar albit-kalsbad; kuarsa 5-8 %, monokristalin, bentuk butir membundar tanggung, pepadaman tidak bergelombang; k-feldspar 2%, bentuk butir membundar tanggung, tidak memiliki belahan atau kembar. Sayatan JR 2 m20,30 dan JR 4 m40,50 memiliki kandungan kuarsa dengan persentase paling tinggi yaitu 8%.

Batupasir

Batupasir yang menjadi objek penelitian terdiri dari enam sampel dengan nomor sayatan JR 08, JR 09, JR 12, JR 13, JR 15, dan JR 16 .

1) JR 08

Secara megaskopis memiliki warna lapuk cokelat pudar, ukuran butir pasir sedang-kasar, menyudut tanggung-menyudut, kemas terbuka, pemilahan buruk, karbonatan. Kenampakan mikroskopis menunjukkan tekstur klastik, kemas terbuka, pemilahan sedang, beberapa butiran terlihat mengambang, matriks (55%) berupa mineral karbonat warna kecoklatan berukuran lempung. Butiran terdiri dari kuarsa monokristalin (Qm) dengan pepadaman tidak bergelombang (*non-undulose extinction*), menyudut tanggung-membundar tanggung; K-feldspar, warna keabuan, bentuk butir menyudut tanggung, tidak memiliki kembar; Plagioklas dengan kembar albit-kalsbad; fragmen batuan karbonat (L); fragmen fosil berupa jejak-jejak fosil foraminifera dengan bekas cangkang yang terisi oleh mineral karbonat. Porositas sekunder berupa rekahan. Proses diagenesis kompaksi dicirikan oleh *floating contact* (Gambar 2), diikuti proses disolusi ditandai rongga akibat pelarutan pada cangkang fosil yang membentuk porositas sekunder.

2) JR 09

Secara megaskopis berwarna cokelat pudar, ukuran pasir halus-sedang, membundar tanggung-membundar, kemas terbuka, pemilahan buruk, karbonatan. Tekstur klastik, menyudut tanggung-membundar tanggung, kemas terbuka, pemilahan sedang, kontak antar butir *point-contact*, matriks karbonat berukuran lempung. Kuarsa monokristalin, kuarsa polikristalin, menyudut-menyudut tanggung. Plagioklas dengan kembar kalsbad, albit-kalsbad dan beberapa memiliki zoning; k-feldspar tidak memiliki kembar. Semen terdiri dari semen karbonat. Porositas berupa porositas sekunder berupa rekahan. Proses diagenesis yang terjadi yakni proses kompaksi yang ditandai dengan adanya *point contact* (Gambar 3), diikuti oleh proses disolusi yang terjadi pada cangkang fosil dan membentuk porositas sekunder. Semen yang terbentuk adalah semen karbonat. Rekristalisasi juga terjadi pada feldspar yang menjadi mineral karbonat. Porositas sekunder berupa rekahan terjadi akibat adanya kompresi yang terjadi pada batupasir.

3) JR 12

Secara megaskopis berwarna abu-abu terang ukuran pasir halus-sedang, membundar tanggung-membundar, kemas terbuka, pemilahan buruk, karbonatan. Secara mikroskopis tekstur klastik, kemas terbuka, kontak antar butir *point-contact*, *floating contact*. Butiran terdiri dari kuarsa monokristalin, Plagioklas, K-feldspar, mineral karbonat, menyudut tanggung-membundar tanggung. Fragmen batuan batuan beku tekstur porfiritik. Matriks karbonat, mineral lempung dan gelas vulkanik. Semen terdiri dari mineral karbonat. Porositas sekunder berupa rekahan. Kompaksi ditunjukkan dengan adanya *point contact* pada beberapa butiran, diikuti dengan proses *disolusi* atau pelarutan pada cangkang fosil dan mineral seperti feldspar yang membentuk porositas sekunder. Sementasi karbonat.

Replacement terjadi pada cangkang fosil yang digantikan oleh mineral karbonat. Porositas sekunder berupa rekahan (Gambar 4).

4) JR 13

Secara megaskopis menunjukkan warna abu-abu keputihan, ukuran pasir halus-sedang, membundar tanggung-membundar, kemas terbuka, pemilahan buruk, karbonatan, sangat keras. Secara mikroskopis memperlihatkan tekstur klastik, kemas terbuka, tekstur lebih kasar, kontak antar butir *point-contact*, *long-contact*, *floating contact*. Butiran terdiri dari kuarsa monokristalin, Plagioklas, K-feldspar, Amfibol, menyudut-membundar tanggung. Fragmen batuan terdiri dari batuan beku andesitik dengan tekstur porfiritik. Terdapat fragmen fosil foraminifera, matriks mineral karbonat ukuran lempung, semen karbonat. Porositas intergranular dan rekahan. Proses diagenesis ditunjukkan dengan proses kompaksi pada butiran dengan adanya *point contact* dan *long contact*. Diikuti dengan proses disolusi atau pelarutan pada cangkang fosil dan mineral seperti feldspar yang membentuk porositas sekunder. Semen karbonat. *Replacement* terjadi pada cangkang fosil yang digantikan oleh mineral karbonat. Kompresi pada batupasir menyebabkan terjadinya porositas sekunder berupa rekahan. Kenampakan sayatan JR 13 pada Gambar 5.

5) JR 15

Kenampakan megaskopis adalah warna lapuk cokelat abu-abu keputihan, ukuran pasir halus-sedang, membundar tanggung-membundar, kemas terbuka, pemilahan sedang, bersifat karbonatan. Deskripsi mikroskopis sayatan adalah tekstur klastik, kemas terbuka, tekstur lebih kasar, kontak antar butir *point-contact*, *long-contact*, *floating contact*. Butiran terdiri dari kuarsa monokristalin, Plagioklas, K-feldspar, mineral karbonat dengan bentuk butir menyudut tanggung-membundar tanggung. Fragmen

batuan terdiri dari batuan karbonatan. Matriks terdiri dari mineral karbonat, mineral lempung dan gelas vulkanik (Gambar 6). Semen terdiri dari mineral karbonat. Porositas intragranular dan rekahan. Rekahan akibat kompresi menyebabkan porositas sekunder. Kompaksi ditunjukkan dengan adanya *point contact* dan *long contact* pada beberapa butiran, diikuti dengan proses *disolusi* atau pelarutan pada cangkang fosil dan mineral seperti feldspar yang membentuk porositas sekunder. Semen yang terbentuk adalah semen karbonat. Proses rekristalisasi terjadi pada mineral feldspar yang menjadi mineral karbonat. *Replacement* terjadi pada cangkang fosil yang digantikan oleh mineral karbonat.

6) JR 16

Ciri-ciri megaskopis adalah memiliki warna lapuk cokelat abu-abu terang, ukuran pasir halus-sedang, membundar tanggung-membundar, kemas terbuka, pemilahan sedang, karbonatan, sangat keras. Kenampakan mikroskopis menunjukkan tekstur klastik, kemas terbuka, kontak antar butir *point-contact*, *long-contact*, *floating contact*. Butiran terdiri dari kuarsa monokristalin, Plagioklas, K-feldspar, Amfibol, mineral karbonat menyudut tanggung-membundar tanggung. Fragmen batuan terdiri dari batuan beku andesitik dan basaltik (tekstur *subofitik*) dengan tekstur afanitik. Fragmen fosil foraminifera; matriks terdiri dari mineral karbonat, mineral lempung dan gelas vulkanik. Semen terdiri dari mineral karbonat. Porositas intergranular dan berupa rekahan. Proses diagenesis ditunjukkan dengan proses kompaksi pada butiran dengan adanya *point contact* dan *long contact*. Diikuti dengan proses disolusi atau pelarutan pada cangkang fosil dan mineral seperti feldspar yang membentuk porositas sekunder. Semen yang terbentuk adalah semen karbonat. Proses rekristalisasi terjadi pada mineral feldspar yang menjadi mineral karbonat. *Replacement* terjadi

pada cangkang fosil yang digantikan oleh mineral karbonat. Kompresi pada batupasir menyebabkan terjadinya porositas sekunder berupa rekahan. Kenampakan dibawah mikroskop dapat dilihat pada Gambar 7. Berdasarkan klasifikasi batupasir menurut Pettijohn (1975), batuan termasuk ke dalam jenis *Feldspatic wacke* (Gambar 8).

Interpretasi Provenance

Kuarsa

Kuarsa merupakan mineral stabil yang memiliki tingkat resistansi yang cukup tinggi. Kuarsa memiliki kekerasan dengan skala 7 (menurut skala Mohs) dan pada Deret Bowen berada di urutan dengan kandungan silika yang tinggi. Hal ini menyebabkan kuarsa memiliki ketahanan terhadap perubahan yang terjadi di alam dan dapat bertahan pada jarak transportasi yang jauh. Karakteristik penampakan kuarsa secara mikroskopis pada sayatan batupasir secara keseluruhan umumnya merupakan kuarsa monokristalin, bentuk butir menyudut tanggung – membundar tanggung, pemataman tidak bergelombang (*non undulatory*), dan tidak terdapat inklusi (Gambar 9) dan kuarsa polikristalin yang terdiri lebih dari 5 kristal (Gambar 10) dengan pemataman tidak bergelombang. Berdasarkan karakteristik dan kenampakan tersebut, batuan sumber dari kuarsa pada daerah penelitian dapat dibedakan menjadi:

1. *Plutonic quartz*, dengan kenampakan di bawah mikroskop monokristalin dan polikristalin, pemataman tidak bergelombang.
2. *Volcanic quartz*, dengan kenampakan di bawah mikroskop monokristalin, bentuk menyudut tanggung-membundar tanggung, pemataman tidak bergelombang, tidak terdapat inklusi.

Klasifikasi ini didasarkan menurut klasifikasi Krynine (Gambar 11) dan menurut Bernet & Bassett (Tabel 2).

Feldspar

Feldspar terdiri dari plagioklas dan k-feldspar. Sayatan didominasi oleh k-feldspar dengan karakteristik *colorless*, bentuk butir menyudut tanggung, dan tidak memiliki belahan dan kemungkinan jenis k-feldspar adalah sanidin. Plagioklas dengan karakteristik bentuk butir menyudut tanggung, memiliki belahan satu arah, terdapat kembar albit, albit - kalsbad dan beberapa memiliki zoning (Gambar 12). Dari kenampakan dan karakteristik tersebut diperkirakan sumber batuan berasal dari batuan beku vulkanik dan plutonik. Adanya plagioklas dengan kembar albit menunjukkan sumber batuan vulkanik dan plutonik misalnya granit.

Jenis Batuan Sumber

Adanya mineral feldspar dengan persentase yang cukup banyak dan kuarsa dengan pemataman tidak bergelombang, menunjukkan bahwa sumber batuan adalah batuan beku plutonik dan vulkanik. Berdasarkan ciri dari mineral feldspar dan kuarsa yang terdapat pada objek penelitian, diperkirakan bahwa batuan sumber berasal dari batuan plutonik dan vulkanik. Mineral – mineral yang ada diperkirakan belum mengalami proses transportasi yang jauh karena memiliki bentuk butir menyudut tanggung – membundar tanggung.

Jenis Provenance

Berdasarkan data – data yang diperoleh dalam Tabel 3 dan diplot ke segitiga QFL (Dickinson dan Suczek, 1979) (Gambar 13) menunjukkan bahwa batupasir termasuk dalam tipe *provenance* busur vulkanik (*magmatic arc*). Dalam *magmatic arc* sendiri terdiri dari tiga subbagian, dan objek penelitian termasuk ke dalam tipe *dissected arc* dan *transitional arc*. Tipikal batupasir yang berasal dari daerah busur vulkanik biasanya mempunyai kandungan kuarsa yang sedikit dibanding yang lain. *Dissected arc*

memiliki ciri sumber yang berasal dari *magmatic arc* yang matang terutama dari *continental margin* dan campuran, terdeposisi pada daerah *forearc*, *back arc*, dan *trench*. Komposisi di dominasi oleh feldspar, fragmen litik jenis vulkanoklastik, dan kuarsa plutonik mungkin ada. Aktifitas vulkanik berlangsung pada busur magmatik yang matang, dan sumber sedimen berasal dari vulkanik cover dan batolith (*vulcano-plutonic*). Tipe sedimen yang berasal dari *transitional arc* memiliki kesamaan dengan tipe yang berasal dari tipe *dissected arc*.

Diagenesis Batupasir

Diagenesis menyebabkan detritus yang lepas menjadi terlitifikasi oleh proses fisika, kimia, dan biologi. Diagenesis terjadi setelah batuan mengubah tekstur dan mineralogi dari batuan. Secara garis besar, tahap diagenesis yang terjadi pada daerah penelitian terdiri dari :

1) *Eogenesis*, pada tahap ini terjadi proses kompaksi dan diikuti oleh proses disolusi (pelarutan). Kompaksi ditunjukkan oleh kontak antar butir yaitu *floating-contact*, yaitu butiran yang mengambang dalam matriks, *long-contact*, dan *point-contact* (Gambar 14). *Floating contact* merupakan kontak yang terjadi pada butiran yang terlihat mengambang dalam matriks. *Point contact* terdapat pada sayatan JR 09 dan JR 12, sedangkan *long contact* mulai terlihat pada sayatan JR 13, JR 15, dan JR 16. Hal ini disebabkan oleh posisi stratigrafi sayatan JR 13, JR 15, dan JR 16 lebih tua dibandingkan sayatan JR 09 dan JR 12, sehingga proses kompaksi yang terjadi lebih mempengaruhi lapisan yang lebih tua. Disolusi (pelarutan) ditunjukkan oleh adanya korosi pada butiran seperti cangkang fosil yang membentuk porositas intragranular, butiran k-feldspar dan plagioklas yang mengalami korosi dan membentuk porositas intragranular

(Gambar 15). Disolusi pada cangkang fosil dan feldspar kemungkinan besar dipengaruhi oleh iklim dan fluida sehingga butiran mengalami pelarutan dan membentuk porositas intargranular.

- 2) Mesogenesis, terjadi sementasi dan rekristalisasi pada batuan. Semen yang terdapat pada sayatan batupasir adalah semen karbonat. Rekristalisasi dapat dilihat dengan adanya proses ubahan dari mineral plagioklas menjadi mineral karbonat (Gambar 16). Rekristalisasi plagioklas menjadi mineral karbonat terdapat pada sayatan JR 09, JR 15, dan JR 16.
- 3) Telogenesis, terjadi proses *replacement* dan deformasi. *Replacement* ditunjukkan dengan adanya penggantian cangkang fosil oleh mineral karbonat (Gambar 17). Deformasi mulai terlihat dengan adanya gejala *fracturing* pada butir, serta adanya porositas sekunder berupa rekahan. Telogenesis merupakan tahap akhir dari proses diagenesis. *Replacement* pada sayatan JR 12, JR 13, JR 15, dan JR 16 adalah penggantian cangkang fosil oleh mineral karbonat dengan sifat *replacement* adalah *neomorphic / allomorphic*.

Sejarah Geologi

Pada Kala Oligosen Akhir, di Cekungan Kendeng diendapkan Formasi Pelang dalam lingkungan laut dangkal. Pada Kala Miosen Tengah diendapkan Formasi Kerek yang diendapkan pada lingkungan laut terbuka, yaitu sekitar sublitoral bagian utara sampai batial. Adanya kegiatan tektonik pada Kala Miosen Tengah menyebabkan Cekungan Kendeng saat itu berupa palung. Anggota Banyak diendapkan pada Kala Miosen Akhir dengan lingkungan pengendapan adalah laut dangkal. Pada saat pengendapan, terjadi kegiatan vulkanik sehingga menyebabkan Anggota Banyak mengandung bahan gunungapi. Material vulkanik diperkirakan berasal dari Gunung Ungaran. Sebagian material

sedimen saat itu diperkirakan berasal dari daerah *magmatic arc*.

Batupasir didominasi oleh mineral feldspar, kuarsa monokristalin, bentuk menyudut tanggung-membundar tanggung, pepadaman tidak bergelombang, tidak terdapat inklusi; serta fragmen batuan dengan tekstur porfiritik cenderung afanitik, dan beberapa batupasir mengandung gelas vulkanik menunjukkan bahwa material berasal dari vulkanik. Kelimpahan feldspar serta bentuk butir yang menyudut tanggung-membundar tanggung menunjukkan bahwa asal material berasal dari relief tinggi belum mengalami proses transportasi yang jauh.

Setelah proses pengendapan, terjadi proses diagenesis yang mengubah sedimen menjadi batuan sedimen. Proses diagenesis yang terjadi adalah kompaksi, rekristalisasi, pelarutan, sementasi, dan *replacement*. Kompaksi pada daerah penelitian di cirikan dengan adanya *point contact* dan *long contact*. Disolusi ditandai dengan adanya korosi pada mineral seperti feldspar dan membentuk porositas intragranular. Semen yang terbentuk adalah semen karbonat. Rekristalisasi ditandai dengan berubahnya mineral plagioklas menjadi mineral karbonat. Replacement terjadi pada cangkang fosil yang digantikan mineral karbonat.

Tektonik pada daerah penelitian cukup aktif sehingga batuan sedimen pada daerah penelitian merupakan *immature sediment*. Hal ini dapat dilihat dari komposisi matriks pada batuan sedimen masih cukup dominan, bentuk butir relatif menyudut tanggung, dan kompaksi yang terjadi masih pada tahap *point contact* dan *long contact* pada beberapa butiran. Tektonik daerah penelitian juga menyebabkan terjadi perubahan batimetri yang cukup mempengaruhi proses pengendapan. Hal ini menyebabkan terbentuknya batupasir dan batulempung yang berselang-seling.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis petrografi yang dilakukan pada setiap sayatan batulempung dan batupasir pada Kali Jragung Anggota Banyak Formasi Kalibeng, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa lima sayatan batulempung pada Kali Jeragung memiliki karakteristik pemilahan buruk, bentuk butir membundar tanggung, matriks didominasi oleh mineral karbonat yang berukuran lempung dengan persentasi 85 - 88% . Butiran terdiri dari plagioklas, kuarsa, k-feldspar, mineral karbonat, dan fragmen fosil. Berdasarkan klasifikasi Pettijohn (1975), keenam sampel batupasir daerah penelitian termasuk ke dalam jenis *Feldspatic wacke*. Batupasir memiliki karakteristik berukuran butir sedang - halus; bentuk butir menyudut tanggung - membundar tanggung; pemilahan sedang; kemas terbuka. Matriks terdiri dari mineral lempung, mineral karbonat, dan gelas vulkanik dengan persentase 22 - 33 %. Butiran terdiri dari kuarsa, feldspar, fragmen batuan beku, fragmen fosil, mineral karbonat, amfibol, serta mineral opak.

Untuk analisis *provenance*, sampel yang digunakan adalah sampel batupasir. Batupasir dengan kandungan feldspar, kuarsa, dan fragmen litik diplot ke dalam segitiga QFL. Hasil plotting segitiga QFL (Dickinson and Suzcek, 1979) menunjukkan bahwa *provenance* batupasir daerah penelitian adalah *magmatic arc*, dengan karakteristik butiran kuarsa monokristalin dengan bentuk butir menyudut - membundar tanggung, pepadaman tidak bergelombang, tidak terdapat inklusi, dan diketahui jenis kuarsa adalah *plutonic quartz* dan *volcanic quartz*. Feldspar memiliki bentuk butir menyudut tanggung, tidak memiliki belahan untuk k-feldspar, dan plagioklas memiliki kembar albit, albit - kalsbad, dan zoning.

Tahap diagenesis yang terjadi pada daerah penelitian adalah eogenesis, ditandai dengan proses kompaksi yang ditunjukkan dengan *floating*

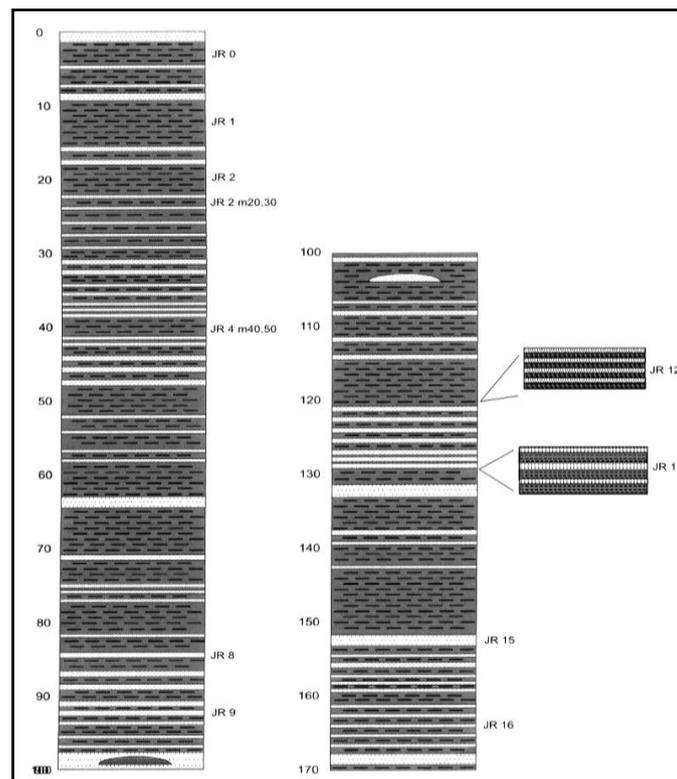
contact, *long contact* (sampel JR 13, JR 15, dan JR 16), dan *point contact* (sampel JR 09, JR 12, JR 13, JR 15, dan JR 16); diikuti dengan proses disolusi, ditunjukkan dengan adanya porositas intragranular akibat pelarutan cangkang fosil dan butiran feldspar (sampel JR 12, JR 13, JR 15, dan JR 16). Selanjutnya mesogenesis, yaitu terjadinya sementasi berupa semen karbonat dan rekristalisasi yang ditunjukkan dengan mineral plagioklas yang berubah menjadi mineral karbonat (sampel JR 08, JR 09, JR 15, dan JR 16). Telogenesis ditandai dengan terjadinya proses *replacement* (sampel JR 12, JR 13, JR 15, dan JR 16) dan deformasi yaitu penggantian cangkang fosil oleh mineral karbonat dan terdapatnya porositas sekunder berupa rekahan.

DAFTAR PUSTAKA

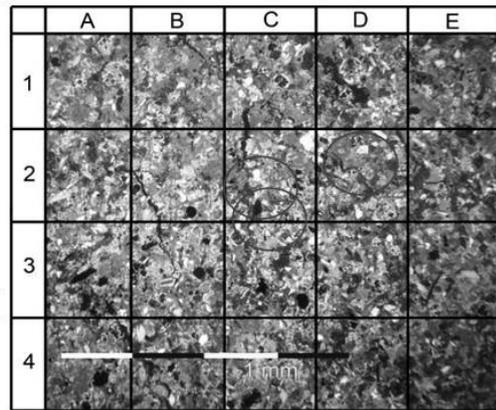
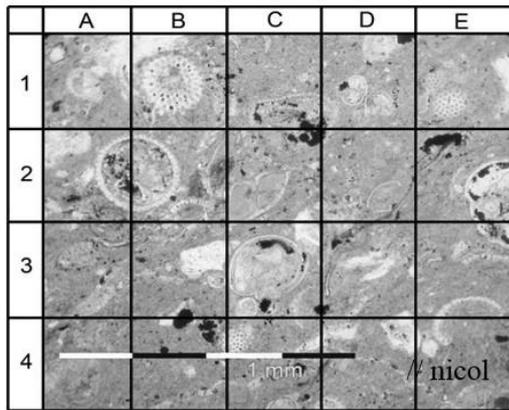
- Anonim, 1999, *Peta Rupabumi Digital Indonesia Lembar Wiru No. 1408-631*. BAKOSURTANAL. Cibinong
- Bernet & Bassett, *Journal of Sedimentary Research*, vol 75, no.3, May, 2005
- Boggs, S., 1992, *Petrology Of Sedimentary Rocks*. Macmillan Publishing Company. New York.
- Boggs, S., 1995, *Principles Of Sedimentology & Stratigraphy*, Macmillan Pub. Co., New York.
- De Genevraye & Samuel, 1972, *Geology of The Kendeng Zone*, IPA 1st Annual Convention Proceeding.
- Dickinson, W.R., & Suzcek, C.A., 1979, *Plate Tectonic and Sandstone Compositions*, *AAPG Bulletin* V. 63 No.12, 2164 – 2182.
- Fadhly, A., 2013, *Provenance Batupasir Pada Lapangan "X" Berdasarkan Data Petrografi Pada Interval Lower Sihapas Formasi Sihapas Cekungan Sumatera Tengah*. Universitas Padjadjaran.
- Folk, R.L., 1980, *Petrology of Sedimentary Rock*, Hemphill Publishing Company Austin, Texas.
- Koesomadinata, R.P., 1985, *Pinsip – Prinsip Sedimentasi, Jurusan Geologi ITB*.
- Pettijohn, F. J., 1975, *Sedimentary Rocks 3rd Ed.* Harper & Row Pub., New York-Evanston- San Fransisco - London.
- Sukardi, & Budhitrisna, T., 1992, *Peta Geologi Regional Lembar Salatiga, Jawa Tengah*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung.
- Septriandi, 2011, *Karakteristik Batupasir Formasi Bobong Berdasarkan Data Lapangan Dan Analisis Petrografi Di Daerah Kepulauan Taliabu, Kabupaten Sanana, Propinsi Maluku Utara*, Universitas Padjadjaran.
- Thande, R.E., 1996, *Peta Geologi Regional Lembar Magelang dan Semarang, Jawa Tengah*, PSG, Bandung.
- Van Bemmelen, R.W. 1949. *The Geology of Indonesia, Volume I A. The Hague Martinus Nijhoff, Netherland, 732 h.*
- Yulia, F.Y., 2009, *Perkembangan Sedimentasi Formasi Brani, Formasi Sawahlunto dan Formasi Ombilin Ditinjau Dari Provenance Dan Komposisi Batupasir Cekungan Ombilin*, Unpad.

Tabel 1. Resume deskripsi batulempung dan batupasir daerah penelitian

| No. Sayatan | Butiran | | | | | | Matriks | Porositas | Kemas | Ukuran Butir (mm) | Bentuk Butir | Nama Batuan |
|--------------|---------|----|----|-----|------------------|---------------|---------|-----------|---------|-------------------|--------------------------------|------------------|
| | Q | F | L | Amp | Mineral Karbonat | Fragmen Fosil | | | | | | |
| JR 0 | 5 | - | - | - | 7 | - | 88 | - | Terbuka | < 0.02 | <i>Rounded</i> | Mudstone |
| JR 1 | 5 | - | - | - | 10 | - | 85 | - | Terbuka | < 0.02 | <i>Rounded</i> | Mudstone |
| JR 2 | 7 | 5 | - | - | - | - | 88 | - | Terbuka | < 0.02 | <i>Subangular - rounded</i> | Mudstone |
| JR 2 m 20,30 | 8 | 5 | - | - | 3 | - | 84 | - | Terbuka | < 0.02 | <i>Subangular - rounded</i> | Mudstone |
| JR 4 m 40,50 | 8 | 4 | - | - | - | - | 88 | - | Terbuka | < 0.02 | <i>Subangular - rounded</i> | Mudstone |
| JR 8 | 5 | 12 | 5 | - | - | 15 | 55 | 8 | Terbuka | 0.03 - 0.07 | <i>Subangular - subrounded</i> | Feldspatic Wacke |
| JR 9 | 11 | 22 | 10 | - | 7 | 8 | 33 | 7 | Terbuka | 0.02 - 0.08 | <i>Subangular - subrounded</i> | Feldspatic Wacke |
| JR 12 | 12 | 26 | 7 | - | 5 | 5 | 33 | 7 | Terbuka | 0.02 - 0.08 | <i>Subangular - subrounded</i> | Feldspatic Wacke |
| JR 13 | 10 | 34 | 12 | 5 | - | 5 | 29 | 5 | Terbuka | 0.02 - 0.09 | <i>Subangular - subrounded</i> | Feldspatic Wacke |
| JR 15 | 5 | 30 | 7 | - | 4 | 7 | 30 | 12 | Terbuka | 0.02 - 0.08 | <i>Subangular - subrounded</i> | Feldspatic Wacke |
| JR 16 | 9 | 29 | 11 | 5 | 5 | 7 | 22 | 9 | Terbuka | 0.02 - 0.08 | <i>Subangular - subrounded</i> | Feldspatic Wacke |

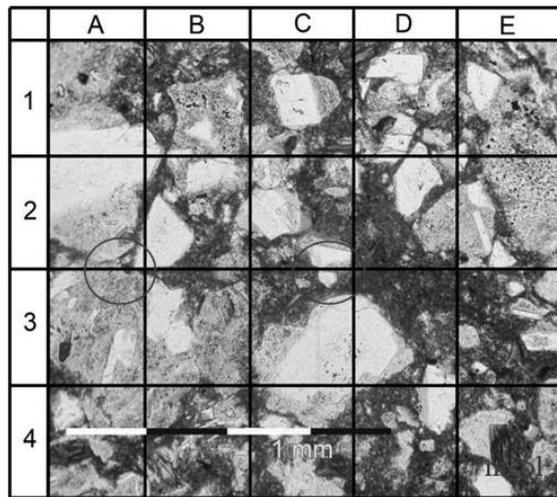
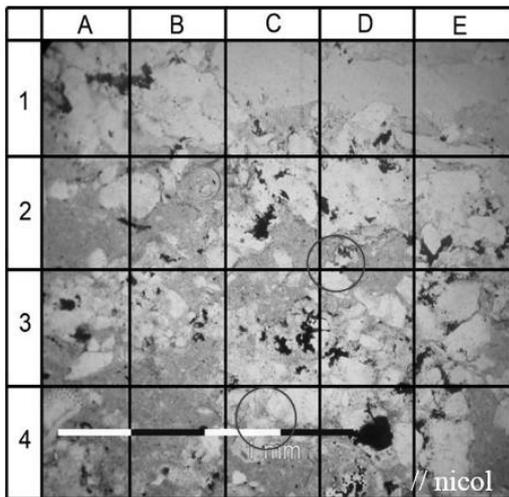


Gambar 1. Urutan stratigrafi sampel penelitian dari muda ke tua



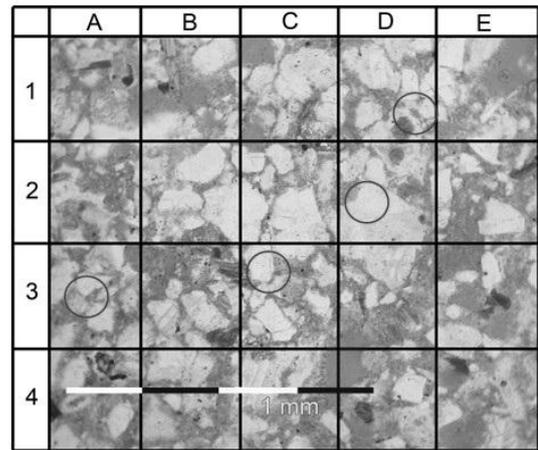
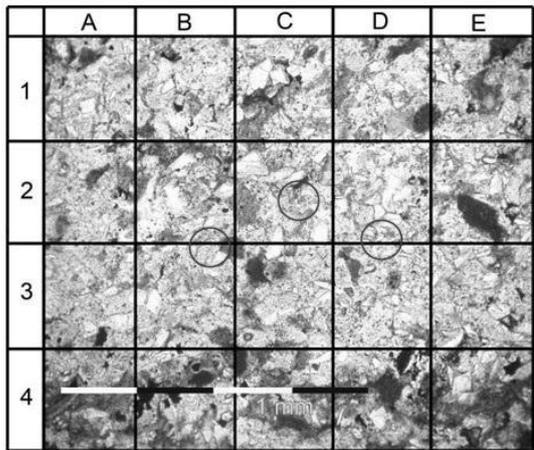
Gambar 2 (kiri). Sayatan batupasir dengan *floating contact* pada sampel JR Z8

Gambar 3 (kanan). Kontak yang ditemukan pada sayatan JR 09 adalah *point contact* (C-2, D-2)



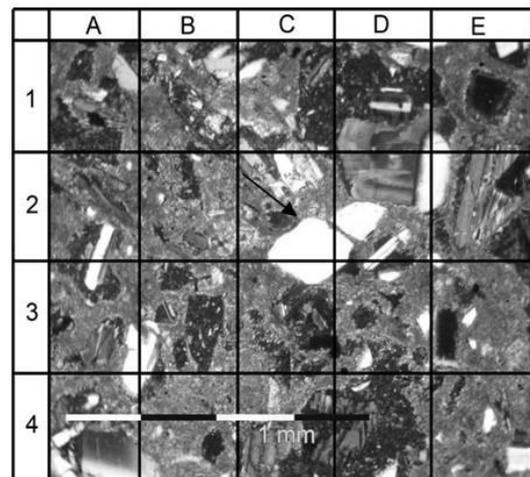
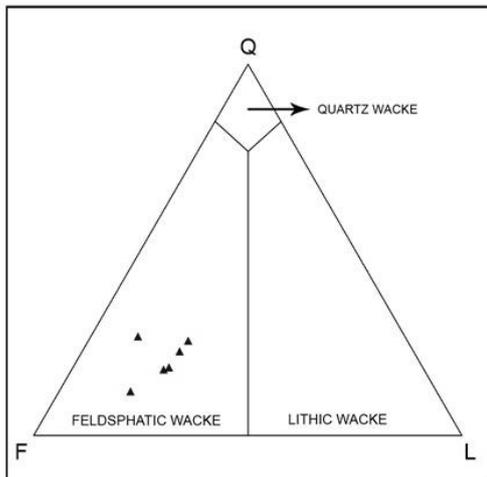
Gambar 4 (kiri). Kontak yang ditemukan pada sayatan JR 12 terdiri dari *point contact* (C-4, D-2)

Gambar 5 (kanan). Kontak yang ditemukan pada sayatan terdiri dari *point contact* (A-3, B-2) dan *long-contact* (B-3, C-3), beberapa terlihat memiliki *floating contact*.



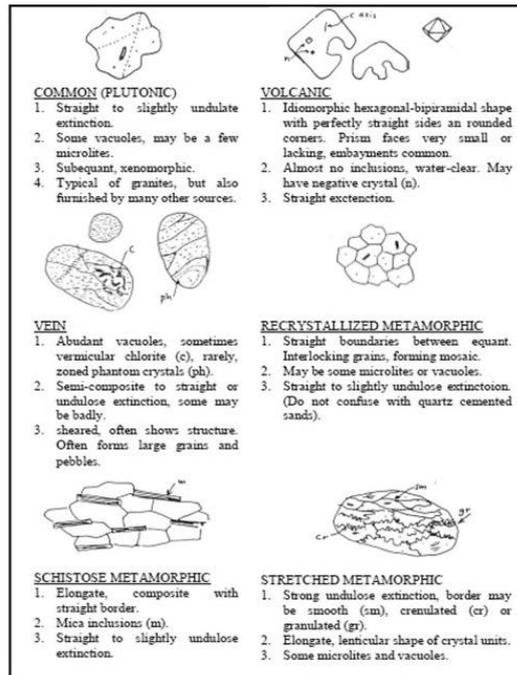
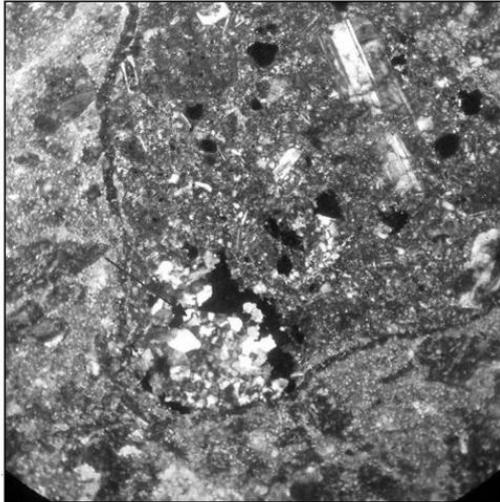
Gambar 6 (kiri). Terdapat beberapa kontak, seperti *point contact* dan *long contact*.

Gambar 7 (kanan). Kontak yang terdapat pada sayatan adalah *point contact* (A-3, D-1) dan *long contact* (C-3, D-2)



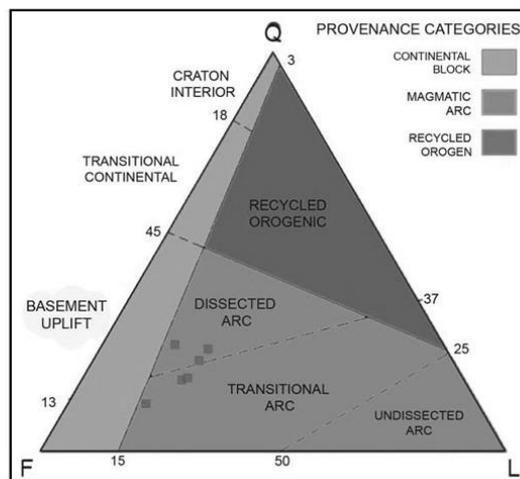
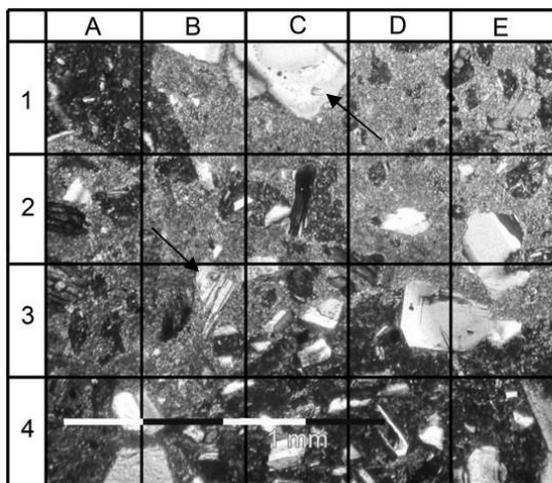
Gambar 8 (kiri). Enam sampel batupasir dengan jenis *Feldspatic wacke* menurut klasifikasi Pettijohn (1975)

Gambar 9 (kanan). Pada sayatan JR 13 terdapat kuarsa monokristalin dengan bentuk butir menyudut tanggung-membundar tanggung, pepadaman tidak bergelombang, dan tidak ada inklusi.



Gambar 10 (kiri). Sayatan JR 9 memiliki kuarsa polikristalin dengan pepadaman tidak bergelombang

Gambar 11 (kanan). Klasifikasi genetik mineral kuarsa dari Krynine (1940)



Gambar 12 (kiri). Sayatan JR 13 memiliki plagioklas dengan kembar albit, albit-kalsbad, dan zoning

Gambar 13 (kanan). Hasil Plotting Batupasir Daerah Penelitian pada Diagram Qt-F-L (Dickinson, 1979)

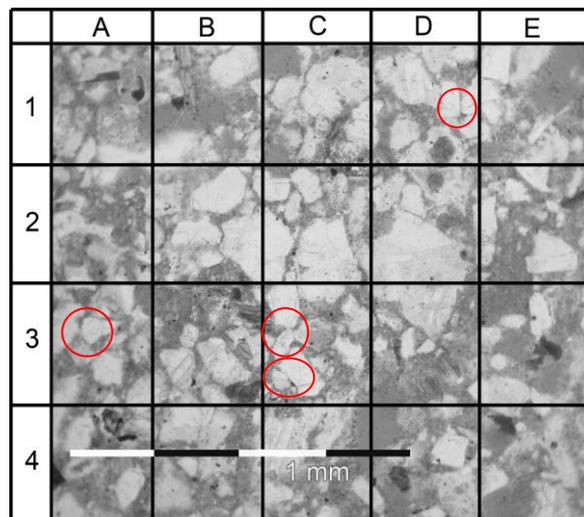
Tabel 2. Pengelompokan kuarsa berdasarkan karakteristik dan kenampakan di bawah mikroskop (Bernet and Bassett, 2005).

| Quartz type | SEM-CL features | Optical features | Comments |
|--|--|--|--|
| Plutonic quartz | <ul style="list-style-type: none"> - light gray CL - microcracks and healed cracks (randomly oriented) - rare zoning | <ul style="list-style-type: none"> - monocrystalline or <3 polycrystalline - non-undulose to weak undulose extinction | May contain fluid-inclusion trails and mineral inclusions (e.g., apatite or zircon) |
| Volcanic quartz | <ul style="list-style-type: none"> - light gray to black CL - either homogeneous or patchy CL - common zoning - large open cracks | <ul style="list-style-type: none"> - monocrystalline - non-undulose extinction - large open cracks | Inclusions and open cracks can be seen with both techniques. Cracks formed during rapid cooling. |
| Brittle deformed quartz (under very low-grade metamorphic conditions) | <ul style="list-style-type: none"> - microfractures or healed fractures with preferred orientation | <ul style="list-style-type: none"> - mono- or polycrystalline - weakly undulose extinction | Tectonically induced microfractures are possible in any quartz type that experiences brittle deformation. Several generations of oriented microfractures or healed fractures are possible in the same grain. |
| Ductile deformed quartz (under low-medium grade metamorphic conditions) | <ul style="list-style-type: none"> - deformation lamellae - complex shear | <ul style="list-style-type: none"> - weakly to strong undulose extinction - deformation lamellae | Tectonically induced deformation lamellae are possible in any quartz type that experiences ductile deformation. Complex shear patterns were not observed in this study see Seyedolali et al. (1997). |
| Low-grade to medium-grade metamorphic quartz | <ul style="list-style-type: none"> - light gray to black CL - patchy or mottled CL | <ul style="list-style-type: none"> - weakly to strong undulose extinction | Quartz grains of volcanic, plutonic, or other origin that experienced low- to medium-grade metamorphic overprint. |
| High-grade metamorphic quartz-recrystallized quartz | <ul style="list-style-type: none"> - black CL | <ul style="list-style-type: none"> - polycrystalline (quartz mosaics with non-undulose to weakly undulose extinction) | Also see Seyedolali et al. (1997) for more information on CL of high-grade metamorphic quartz. Recrystallized quartz is easy to identify with the optical microscope. |
| Vein quartz | <ul style="list-style-type: none"> - light gray to black CL - homogeneous CL - patchy CL - zoning - very rare microcracks | <ul style="list-style-type: none"> - mono- or polycrystalline - weakly to strongly undulose extinction | Vein quartz commonly very similar to metamorphic, recrystallized, or microcrystalline quartz |
| Shocked quartz | <ul style="list-style-type: none"> - strong fracture pattern seen as black lines | <ul style="list-style-type: none"> - fractures and inclusions - strongly undulose extinction | Not observed in this study, information from Seyedolali et al. (1997) and Boggs et al. (2001). |
| Recycled detrital quartz with brittle deformation during burial and diagenesis | <ul style="list-style-type: none"> - grain shattering (against grain contact = diagenetic) | <ul style="list-style-type: none"> - mono- or polycrystalline depending on quartz type - weakly to strongly undulose extinction (depending on inherited extinction behavior) | With the optical microscope, grains look as though if they experienced pressure solution. SEM-CL shows grain shattering (Dickinson and Miliken 1995; Miliken and Laubach 2000). |
| Microcrystalline quartz | <ul style="list-style-type: none"> - black CL | <ul style="list-style-type: none"> - microcrystalline | Better to identify with optical microscope. |

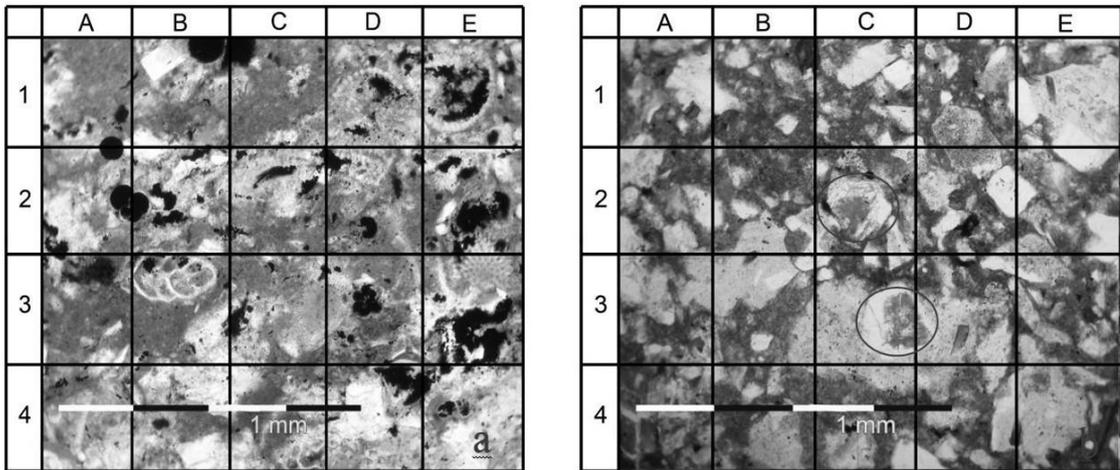
Merupakan jenis kuarsa pada daerah penelitian

Tabel 3. Persentase Perhitungan Mineral Untuk Interpretasi

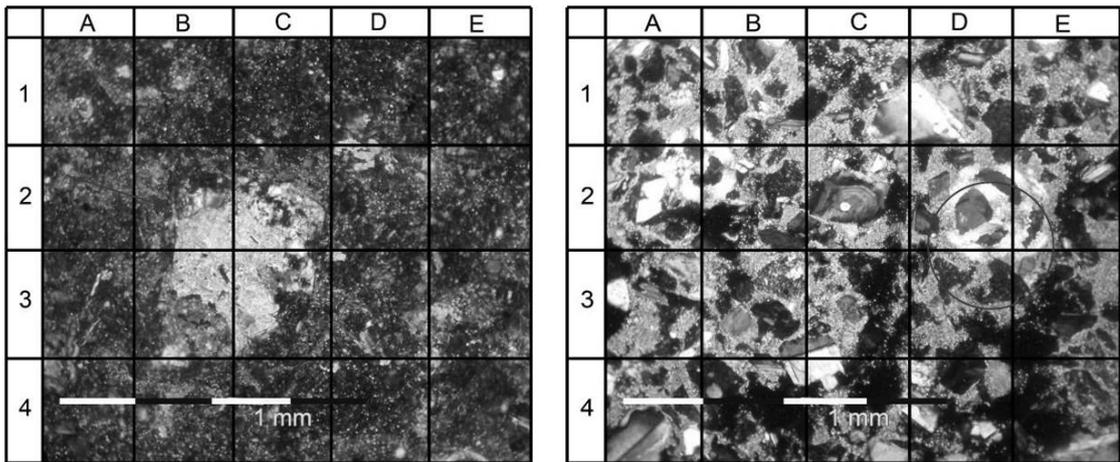
| Kode Sampel | % Qt-F-L | | |
|-------------|----------|-------|-------|
| | Qt | F | L |
| JR-08 | 22.73 | 54.54 | 22.73 |
| JR-09 | 25.58 | 51.16 | 23.25 |
| JR-12 | 26.66 | 57.78 | 15.55 |
| JR-13 | 17.86 | 60.71 | 21.43 |
| JR-15 | 11.9 | 71.43 | 16.66 |
| JR-16 | 18.37 | 59.18 | 22.45 |



Gambar 14. Sayatan JR 16 menunjukkan kontak antar butir *point contact* (A-3, C-3, D-1), *long-contact* (C-3) sedangkan yang lainnya menunjukkan *floating contact*.



Gambar 15. Sayatan Jr 12 (a) dan JR 13 (b) menunjukkan adanya pelarutan pada cangkang fosil dan mineral feldspar.



Gambar 16. Sayatan JR 09 menunjukkan rekristalisasi dari mineral feldspar menjadi karbonat.

Gambar 17. Sayatan JR 16 menunjukkan *replacement* terjadi pada cangkang fosil yang mengalami penggantian oleh mineral karbonat.