

STUDI KARAKTERISTIK BATUAN ASAL (*PROVENANCE*) BATUPASIR KARBONATAN JAMPANG BERDASARKAN ANALISIS PETROGRAFI DAERAH CIGUGUR, KECAMATAN CIGUGUR, KABUPATEN PANGANDARAN, JAWA BARAT

*Annisaturrahmah*¹, *Dianto Isnawan*², *Rizqi Muhammad Mahbub*³

Jl. Babarsari, Depok, Sleman, Yogyakarta 55281, Telp. (0274)487249

Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik dan Perencanaan,

Institut Teknologi Nasional, Yogyakarta

email: Nisaturrahmah04@gmail.com, Dianto@itny.ac.id, Rizqimuhammad@itny.ac.id

Abstrak

Secara astronomi daerah penelitian berada pada koordinat 7° 5' 41.525" LS - 7°10' 35.336" LS dan 108° 43' 47.573" BT - 108° 47' 1.614" BT, dengan luas daerah penelitian ± 54 km² (9 km x 6 km). *Provenance* berarti tempat asal dari material penyusun suatu batuan. Proses terbentuknya batuan sedimen dapat diketahui dengan melakukan studi *provenance* yang tercermin dari kandungan mineral penyusun litologi sebagai komposisi material sedimennya. Metode penelitian yang digunakan dengan analisis petrografi yang bertujuan untuk mengetahui batuan asal (*provenance*) satuan batupasir Jampang pada daerah penelitian yang berkaitan dengan klasifikasi penamaan batupasir, iklim, tipe batuan sumber serta tatanan tektonik selama waktu pengendapan satuan batuan batupasir karbonatan Jampang pada daerah penelitian. Karakteristik batuan asal batupasir pada daerah penelitian menunjukkan iklim purba (Paleoclimate) satuan batupasir Jampang terbentuk pada iklim semiarid serta pada lingkungan tatanan tektonik di zona tatanan tektonik magmatic arc, sub-zona transitional arc sampai recycled orogen, sub-zona litic recycled.

Kata Kunci : *Provenance, Semiarid, Magmatic arc, Recycled Orogen, Petrografi*

Abstract

Astronomically, the research area is at coordinates 7° 5' 41.525" South Latitude - 7°10' 35.336" South Latitude and 108° 43' 47.573" East Longitude - 108° 47' 1.614" East Longitude, with a research area area of ± 54 km² (9 km x 6 km). Provenance means the place of origin of the materials that make up a rock. The process of sedimentary rock formation can be determined by conducting a provenance study which is reflected in the mineral content that makes up the lithology as the composition of the sedimentary material. The research method used is petrographic analysis which aims to determine the provenance of the Jampang sandstone unit in the research area which is related to the sandstone classification, climate, source rock type and tectonic setting during the time of deposition of the Jampang carbonate sandstone rock unit in the research area. Characteristics The sandstone origin rocks in the study area show an ancient climate (Paleoclimate). The Jampang sandstone unit was formed in a semiarid climate and in a tectonic setting environment in the magmatic arc tectonic order zone, transitional arc sub-zone to recycled orogen, recycled lithic sub-zone.

Keywords: *Provenance, Semiarid, Magmatic arc, Recycled Orogen, Petrografi*

1. PENDAHULUAN

Dalam geologi, istilah provenance berarti tempat asal dari material penyusun suatu batuan. Proses terbentuknya batuan sedimen dapat diketahui dengan melakukan studi provenance yang tercermin dari kandungan mineral penyusun litologi sebagai komposisi material sedimennya, (Boggs, 2006). Provenance digunakan para ahli petrografi batuan sedimen, untuk semua hal yang berkaitan dengan proses yang menghasilkan sedimen atau batuan sedimen berdasarkan dari analisis komposisi batupasir tersebut.

Istilah “provenan” (provenance), digunakan oleh para ahli petrografi batuan sedimen, untuk semua hal yang berkaitan dengan proses yang menghasilkan sedimen atau batuan sedimen. Penelitian ini merupakan langkah praktis dalam merekonstruksi asal/sumber batuan sedimen, iklim, tatanan tektonik, serta proses sedimentasi selama pengendapan batupasir Karbonatan formasi Jampang.

Batuan sedimen yang dijumpai di formasi Jampang daerah penelitian didominasi oleh batupasir karbonatan. Batupasir karbonatan pada Formasi Jampang ini mencakup $\pm 40\%$ dari keseluruhan daerah penelitian. Keterdapatannya batupasir karbonatan ini memberikan peluang yang baik untuk melakukan analisis provenan sehingga dapat diperoleh gambaran dan kesebandingan batuan asal, perkiraan, dan tatanan tektonik daerah sumber pada daerah penelitian.

2. METODE PENELITIAN

Secara administratif daerah penelitian termasuk dalam satu kecamatan yakni Kecamatan Cigugur, Kabupaten Pangandaran, Provinsi Jawa Barat yang terdiri dari 7 desa, yaitu desa Jadimulya, desa Cimanggu, desa Cigugur, desa Cimindi, desa Bunisari, desa Campaka, dan desa Parakanmanggu. Secara astronomi daerah penelitian berada pada koordinat $7^{\circ} 5' 41.525''$ LS - $7^{\circ} 10' 35.336''$ LS dan $108^{\circ} 43' 47.573''$ BT - $108^{\circ} 47' 1.614''$ BT, dengan luas daerah penelitian ± 54 km² (9 km x 6 km). Berdasarkan Indeks Peta Rupa Bumi Indonesia terbitan Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL), daerah penelitian termasuk dalam Peta Geologi Lembar Karangnunggal, RBI Lembar Cikatomas 1308-143, Lembar Limusnunggal 1308-144, Lembar Cibongas 1308-141, dan Lembar Cijulang 1308-142. Daerah penelitian dapat dicapai dari Daerah Istimewa Yogyakarta menggunakan jalur darat melewati Yogyakarta – Purwokerto – Banjar – Cigugur dengan jarak tempuh ± 350 km selama 6 jam 30 menit dengan transportasi kereta dan kendaraan bermotor roda dua. Kondisi medan daerah penelitian didominasi dataran tinggi berupa perbukitan. Kondisi akses jalan cukup baik sehingga masih bisa ditempuh menggunakan kendaraan roda empat, namun tidak sedikit yang hanya dapat ditempuh menggunakan roda dua maupun jalan kaki.

2.1 Tahap Persiapan

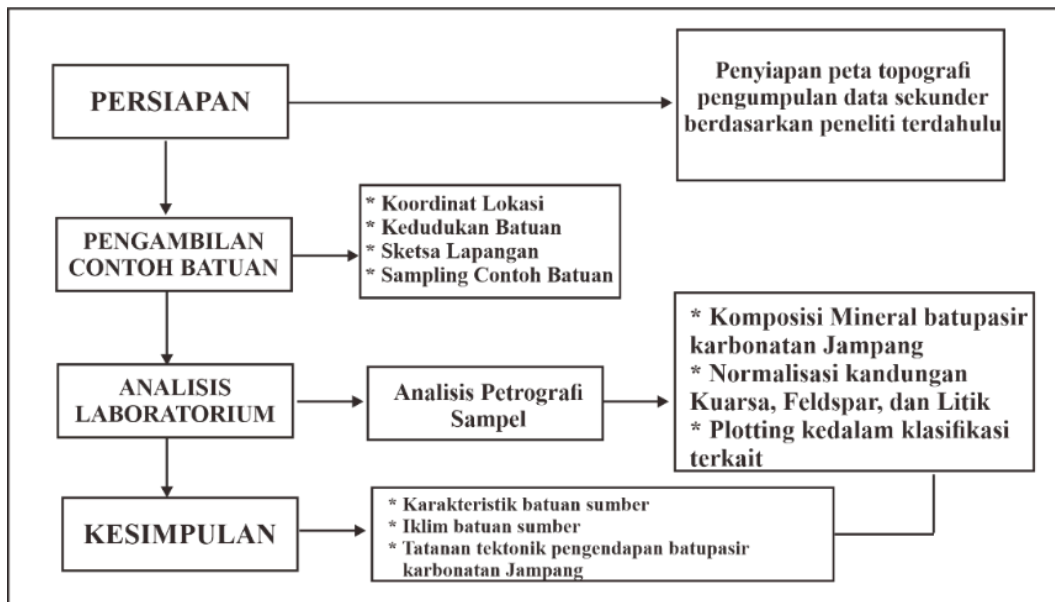
Pada tahapan ini penulis melakukan studi pustaka, studi penelitian terdahulu, dan persiapan alat yang diperlukan saat di lapangan. Studi pustaka diperlukan agar penelitian yang dilakukan menjadi terarah dan sesuai dengan teori. Selain itu juga pada tahap ini peneliti menentukan lokasi pengambilan contoh batuan pada satuan batupasir Jampang yang mewakili keseluruhan luasan daerah penelitian, kemudian yang terakhir berupa persiapan alat dilakukan untuk menunjang kegiatan lapangan. Alat-alat yang disiapkan oleh penulis meliputi peta lapangan, larutan HCl, kompas geologi, dan kamera.

2.2 Tahap Pengambilan Contoh Batuan

Tahap pengambilan contoh batuan ini dilakukan secara random pada satuan batupasir karbonatan Jampang di daerah penelitian dengan mempertimbangkan karakteristik megaskopis batuan, contoh batuan yang diambil adalah batupasir segar dengan ukuran butir sedang-kasar dan tingkat kompaksi sedang sampai tinggi.

2.3 Tahap Analisis Laboratorium

Setelah diperoleh data-data lapangan, kemudian dilakukan analisis laboratorium dan menghitung persentase kandungan mineral penyusunnya. Hasil perhitungan persentase komposisi mineral akan digunakan dalam klasifikasi penamaan batupasir oleh Pettijohn (1987), klasifikasi iklim daerah sumber Nelson (2007), klasifikasi tipe batuan sumber oleh Tartosa (1991) serta klasifikasi Dickinson dan Suczek (1979) untuk menentukan karakteristik provenance pada Satuan Batupasir Karbonatan Jampang.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

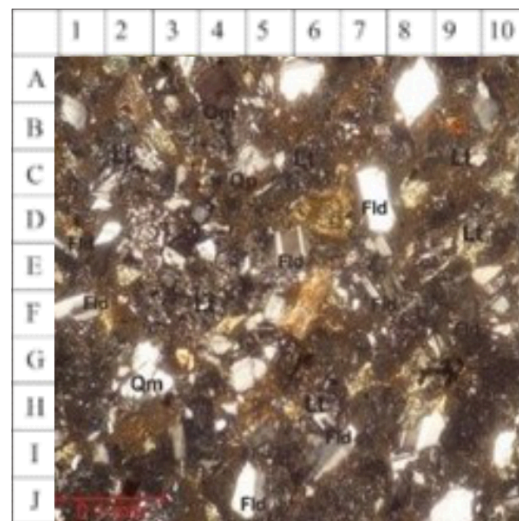
3.1 Hasil Analisa

Hasil analisis petrografi dengan metode point counting yang telah dilakukan pada ketiga sampel contoh yakni LP 77, LP 55 serta LP 62 kemudian di analisis secara mikroskopis ketiga sampel tersebut terdiri atas variasi mineral maupun material sedimen yang berbeda beda.

1. Sampel LP 77

Pada pengamatan tersebut dilakukan pada perbesaran okuler 10x dan perbesaran objektif 4x dan pada pengamatan diketahui struktur masif, tekstur meliputi ukuran butir 1/16 – 2 mm, sortasi sedang, kemas terbuka, dengan komposisi sebagai berikut:

Fragmen penyusun batuan terdiri dari kuarsa (15%), Feldspar (10%), kalsit (4%), dan mineral opak (2%) dalam matriks berukuran pasir sangat halus (69%). Setelah dilakukan normalisasi terhadap persentase jumlah mineral penyusunnya dan dilakukan *plotting* pada diagram QFL diperoleh hasil bahwa sampel 77 merupakan batuan *Calcareous Feldspathic Wacke*.

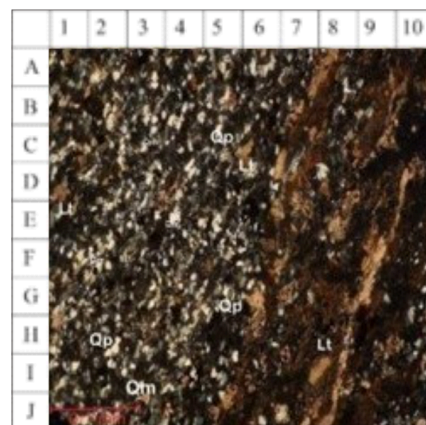


Gambar 2. Kenampakan sampel 77 batuan *provenance* pada keadaan nikol silang (XPL)

2. Sampel LP 55

Pada pengamatan tersebut dilakukan pada perbesaran okuler 10x dan perbesaran objektif 4x dan pada pengamatan diketahui struktur perlapisan, tekstur meliputi ukuran butir 1/16 – 2 mm, sortasi baik, kemas terbuka, dengan komposisi sebagai berikut:

Fragmen penyusun batuan terdiri dari Fosil (25%), Kuarsa (5%), kalsit (30%), feldspar (5%), dan mineral opak (1%) dalam matriks berukuran pasir sangat halus (34%). Setelah dilakukan normalisasi terhadap persentase jumlah mineral penyusunnya dan dilakukan plotting pada diagram QFL diperoleh hasil bahwa sampel 55 merupakan batuan *Calcareous Lithic Wacke*.



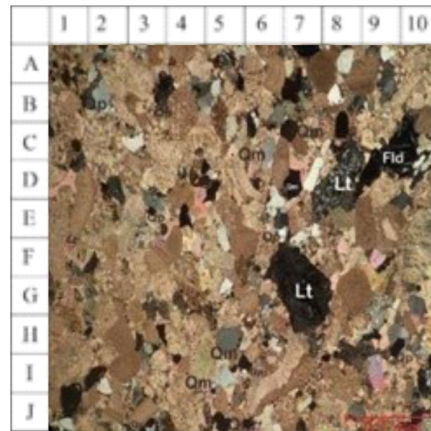
Gambar 3. Kenampakan sampel 55 batuan *provenance* pada keadaan nikol silang (XPL)

3. Sampel LP 62

Pada pengamatan tersebut dilakukan pada perbesaran okuler 10x dan perbesaran objektif 4x dan pada pengamatan diketahui struktur perlapisan, tekstur meliputi ukuran butir 1/16 – 2 mm, sortasi sedang, kemas terbuka.

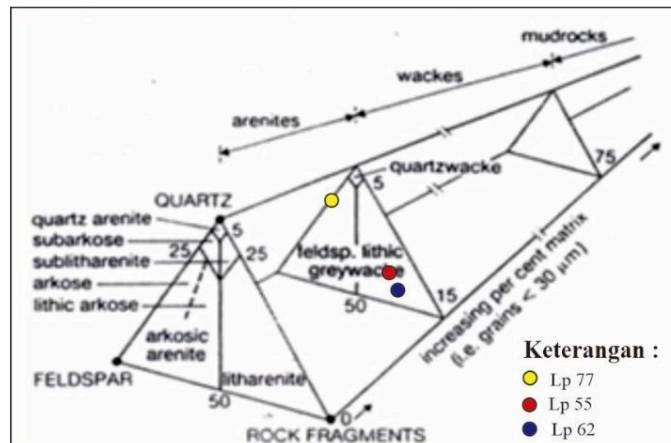
Fragmen penyusun batuan terdiri dari fosil (25%), Kuarsa (5%), Feldspar (5%), kalsit (30%), mineral opak (1%), Litik (30%) dalam matriks berukuran pasir sangat halus (34%). Setelah dilakukan normalisasi terhadap persentase jumlah mineral penyusunnya dan dilakukan

plotting pada diagram QFL diperoleh hasil bahwa sampel 62 merupakan batuan *Calcareous Lithic Wacke*.



Gambar 4. Kenampakan sampel 62 batuan provenance pada keadaan nikol silang (XPL).

Berdasarkan persentase di atas kemudian di plot ke dalam diagram segitiga Pettijohn, (1975) hasilnya memperlihatkan bahwa jenis batupasir daerah penelitian, yaitu berjenis *Calcareous Feldspathic Wacke* (sampel 77) dan *Calcareous Lithic Wacke* (sampel 55 dan sampel 62) (modifikasi dari Pettijohn, 1975) (Gambar 5).



Gambar 5. Penarikan Klasifikasi sampel batupasir karbonatan Formasi Jampang berdasarkan klasifikasi batupasir karbonatan Pettijohn, (1975).

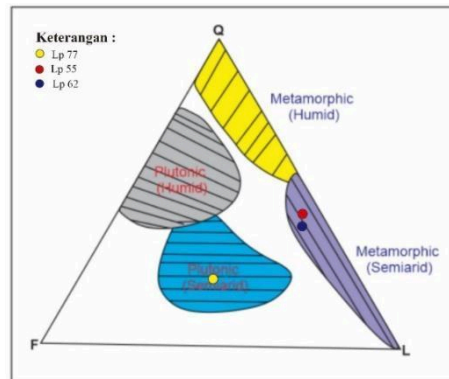
3.1.1 Iklim Purba (*Paleoclimate*)

Hasil analisis petrografi ketiga sampel menunjukkan variasi mineral kuarsa, feldspar dan litik yang berbeda. Pengeplotan pada diagram QFL oleh Nelson (2007) didasarkan dari persentase dari komposisi mineral kuarsa, feldspar dan litik yang telah dinormalisasi (Tabel 3.1).

Tabel 1. Komposisi Q-F-L yang telah dinormalisasi untuk penentuan iklim

SAMPEL	KOMPOSISI (%)			TOTAL
	Kuarsa	Feldspar	Litik	
Lp 55	51	3	46	100
LP 77	16	41	43	100
Lp 62	48	11	41	100

Berdasarkan data di atas kemudian dilakukan pengeplotan pada diagram QFL oleh Nelson (2007) menunjukkan bahwa iklim purba (*Paleoclimate*) satuan batupasir Jampang berada pada iklim *semiarid* (Gambar 3.5).



Gambar 6. Hasil Pengeplotan iklim ketiga sampel batupasir Jampang pada diagram QFL Nelson (2007).

3.1.2 Provenance

Asumsi utama yang mendasari studi batuan asal (*provenance*) adalah bahwa tatanan tektonik yang berbeda-beda terdiri dari jenis batuan yang karakteristik yang apabila tererosi menghasilkan batupasir dengan kisaran komposisi yang spesifik. Komposisi batupasir merefleksikan tidak hanya batuan di daerah sumber tetapi juga tatanan tektonik daerah sumber batupasir tersebut (Dickinson, 1985). Dickinson dan Suczek (1979) menggunakan diagram QFL dan QmFLt yang mengkaitkan komposisi detritus batupasir dengan jenis *provenance* yang utama yang terdiri dari *continental block provenance* (yang terdiri dari *sub-provenance craton interior*, *transitional*, dan *uplifted basement*), *magmatic arc provenance* (terdiri dari *sub-provenance undissected arc*, *transitional arc*, dan *dissected arc*), dan *recycled orogen provenance* (terdiri dari *sub-provenance subduction complex*, *collision orogen*, dan *foreland uplift*).

Komposisi mineral penyusun batupasir merupakan aspek penting dalam kaitannya untuk penentuan klasifikasi dan *provenance* batupasir tersebut yang meliputi tataan tektonik. Material penyusun batupasir sebagian besar tersusun atas detritus mineral dan fragmen batuan serta beberapa jenis mineral aksesoris sebagai penyusun batupasir. Detritus yang terdapat di dalam batupasir merupakan hasil dari proses disintegrasi batuan sumber selain itu dapat berasal dari material letusan gunung api yang terendapkan pada suatu lingkungan pengendapan. Mineral kuarsa dan feldspar hadir sebagai mineral detritus yang dominan dalam komposisi mineral batupasir.

Pada diagram QFL, $Q = Q_m + Q_p$ (jumlah total detritus kuarsa monokristalin (Q_m) dan kuarsa polikristalin (Q_p)), $F =$ jumlah detritus feldspar, $L =$ jumlah detritus fragmen batuan vulkanik (L_v), fragmen batuan sedimen (L_s) dan fragmen batuan metamorf (L_m). Sedangkan pada diagram QmFLt, Q_m merupakan jumlah detritus kuarsa monokristalin dan $L_t = L + Q_p$ (jumlah total fragmen batuan ditambahkan dengan jumlah kuarsa polikristalin). Dengan demikian kedua diagram di atas dapat dijadikan sebagai acuan untuk menentukan *provenance* dari sampel batupasir yang dianalisis.

Persentase komposisi mineral dari tiga sampel satuan batupasir karbonatan Jampang pada daerah penelitian yaitu kandungan rata-rata mineral kuarsa berkisar dari 2% sampai 51%, komposisi mineral feldspar berkisar mulai dari 3% sampai 41%, sedangkan komposisi fragmen batuan berkisar mulai dari 41% sampai 69% (Tabel 3.2). Kandungan rata-rata mineral kuarsa monokristalin berkisar mulai dari 2% sampai 26%. Kandungan $L_t = L + Q_p$ berkisar mulai dari 57% sampai 71% (Tabel 3.3)

Tabel 2. Komposisi Q-F-L yang telah dinormalisasi untuk penentuan tektonik *Provenance*

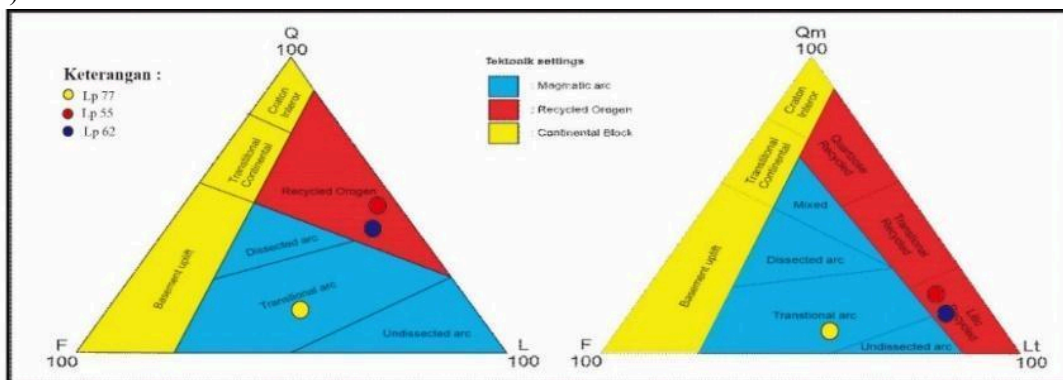
SAMPLER	KOMPOSISI (%)			TOTAL
	Kuarsa	Feldspar	Litik	
Lp 55	51	3	46	100
LP 77	16	41	43	100
Lp 62	48	11	41	100

Tabel 3. Komposisi Qm-F-Lt yang telah dinormalisasi untuk penentuan tektonik *Provenance*

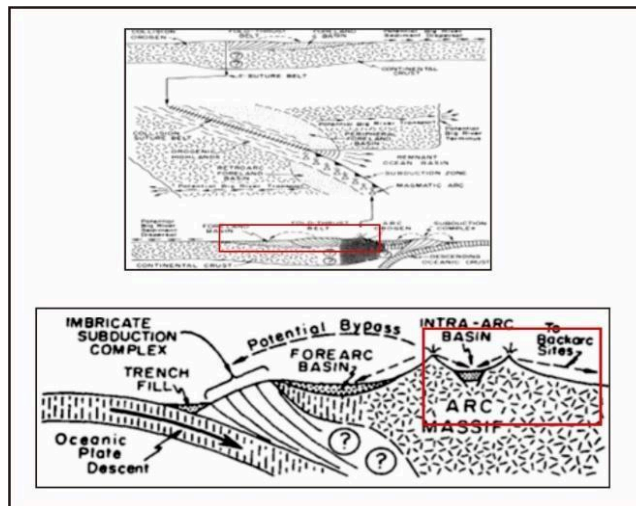
SAMPLER	KOMPOSISI (%)			TOTAL
	Qm	Feldspar	Lt	
Lp 55	26	3	71	100
LP 77	2	41	57	100
Lp 62	20	11	69	100

Keterangan: Qm: kuarsa monokristalin, Lt: L+Qp (jumlah total fragmen batuan ditambahkan dengan jumlah kuarsa polikristalin).

Hasil pengeplotan tiga sampel batupasir Formasi Jampang pada diagram QFL dan QmFLt didasarkan pada persentase dari komposisi mineral-mineral di atas. Hasil pengeplotan diagram QFL dan diagram QmFLt, batupasir Jampang termasuk dalam dua jenis tatanan tektonik *magmatic arc*, *sub-zona transitional arc* dan *recycled orogen*, *sub-zona litic recycled* (Gambar 3.6).



Gambar 7. (kiri) Hasil pengeplotan diagram QFL Dickinson dan Suczek (1979) termasuk dalam *magmatic arc*, *sub-zona transitional arc*; (kanan) Hasil pengeplotan diagram QmFLt, provenance nya termasuk dalam *recycled orogen*, *sub-zona litic recycled*.



Gambar 8. Tatanan tektonik batuan asal batupasir Jampang daerah penelitian terdapat di zona *recycled orogen* dan *magmatic arc* (dalam kotak merah), pada plotting zonasi Dickinson dan Suczek (1979).

3.2 Pembahasan

Interpretasi sumber batuan sedimen daerah penelitian berdasarkan komposisi mineral dan tekstur yang diamati dari tiap sayatan batuan sedimen. Pada daerah penelitian ini, batupasir memiliki kelimpahan mineral feldspar (plagioklas dan k-feldspar). Mineral k-feldspar bersifat tidak tahan akan pelapukan, banyaknya K-Feldspar yang ditemukan pada sayatan dibandingkan kuarsa dan fragmen batuan menandakan batuan mengalami siklus sedimentasi pertama, berasal dari batuan beku, yang belum mengalami pelapukan lebih lanjut. Hal tersebut ditunjukkan oleh bentuk butiran yang menyudut tanggung hingga membulat tanggung. Selain itu, adanya tekstur zoning pada plagioklas menunjukkan batuan sumber berasal dari batuan beku, dan kembar seperti albit menunjukkan sumber batuan vulkanik (Sam Boggs, 1992).

Batupasir daerah penelitian memperlihatkan kehadiran mineral *mafic* seperti feldspar, dan fragmen batuan beku pada beberapa sampel, sehingga menguatkan tentang sumber batuan vulkanik seperti andesit. Jadi dapat disimpulkan batuan asal penyuplai batupasir Formasi Jampang daerah penelitian berasal dari batuan beku menengah seperti andesit, dan beriklim semi-kering (*semiarid*), hal tersebut karena terbentuk di sekitar perbatasan iklim tropis dan sub tropis dan memiliki kemiringan morfologi perbukitan kasar. Proses pelapukan yang terlalu intensif berpengaruh terhadap ketersediaan litik yang lebih dominan dibandingkan mineral kuarsa dan feldspar (Retonga, 2021), jika dikaitkan dengan kondisi lapangan daerah penelitian maka hal ini bisa menjadi pendukung terkait iklim sumber daerah penelitian. Minimnya publikasi di daerah penelitian, menimbulkan keberadaan bahwa sumber batupasir formasi Jampang diduga berasal dari satuan breksi andesit formasi Jampang (Kastowo dan N. Suwarna, 1996).

Berdasarkan hasil studi *provenance* batupasir Jampang pada daerah penelitian, dapat disimpulkan bahwa tatanan tektonik terjadi di zona tatanan tektonik *magmatic arc*, *sub-zona transitional arc* sampai *recycled orogen*, *sub-zona litic recycled* (Gambar 5.21). *Magmatic arc* berasosiasi dengan zona subduksi. Detritus mineral diduga berasal dari pengangkatan batuan dasar yang dibatasi oleh patahan dan diendapkan dekat cekungan dengan transportasi yang relatif minor. Sedangkan *recycled orogen* berasosiasi dengan *foreland basin* dan *thrust belt* yang menyebabkan banyak dijumpai fragmen batuan beku (*litik*) dan juga kuarsa polikristalin yang menandakan sebagai hasil dari daur ulang mineral yang berada pada *magmatic arc* atau batuan dasar.

4. KESIMPULAN

Karakteristik batuan asal batupasir pada daerah penelitian menunjukkan iklim purba (*Paleoclimate*) satuan batupasir Jampang terbentuk pada iklim *semiarid* serta pada lingkungan tatanan tektonik di zona tatanan tektonik *magmatic arc, sub-zona transitional arc sampai recycled orogen, sub-zona litic recycled*.

5. SARAN

Setelah didapatkan hasil analisa *provenance* pada daerah penelitian perlunya dilakukan penelitian khusus karna kurangnya pembahasan yang terkait dengan satuan batuan asal khususnya pada formasi Jampang yang dimana formasi ini merupakan formasi tua serta dengan menambahkan sampel agar penelitian ini dapat diakurasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan ucapan terima kasih banyak kepada Institut Teknologi Nasional Yogyakarta sebagai institusi penulis berasal. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N. H., Syafri, I., & Patonah, A., 2019. *Provenance* Batupasir dan Batulempung Anggota Tuf Formasi Waturanda, Daerah Kebumen, Jawa Tengah. *Jurnal Padjadjaran Geoscience*. Vol 3(4). 2019F
- Anonim, 1996. *Sandi Stratigrafi Indonesia*. Komisi Sandi Stratigrafi Indonesia. Jakarta: Ikatan Ahli Geologi Indonesia.
- Anonim, 1999. *Peta Rupa Bumi Indonesia*. Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional. Jawa Tengah
- Anonim, 2018. DEMNAS *Seamless Digital Elevation Model (DEM)* dan Batimetri Nasional, <http://tides.bog.go.id/DEMNAS/DEMNAS.php>, diakses tanggal 12 Desember 2021
- Billings, M.P., 1972. *Structural Geology 3rd Edition*: Prentice Hall Inc, Englewood Cliffs, 606p.
- Davis .H.G. & Reynold.S.J.,1996, *Structural Geology of Rock and Region*, 2nd, John Wiley & Sons. Inc, New York.
- De Sousa, Y.A., 2018. Penentuan *Provenance* Satuan Batupasir Formasi Nanggulan Dengan Menggunakan Metode Dickinson 1985. *Jurnal Mineral, Energi, dan Lingkungan*, 2(1), pp.25-31.
- Dickinson, W.R. (1985). Interpreting *provenance* relation from detrital modes of sandstones, in Zuffa, G.G. (ed.), *Provenance of Arenites*: NATO ASI Series, C 148, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, 333–363.
- Dickinson, W.R., Suczek, C.A. 1979. *Plate Tectonics and Sandstone Composition*, The American Association of Petroleum Geologist Bulletin, V.63, No.12, P.2164-2182.
- Fleuty, M. J., 1964. The Description of Folds. London: *Proceedings of the Geologists Association* 75: p. 461–492.
- Howard, A.D., 1967. Drainage Analysis in Geologic Interpretation A Summation. *AAPG bulletin*, Vol. 51 no. 11, California.
- Koesoemadinata, R.P., 2020, *Introduction In To The Geology Of Indonesia*, Departemen Teknik Geologi, Institut Teknologi Bandung.
- Lobeck, A.K., 1939. *Geomorphology, An Introduction to The Study of Landscape*. Mc Graw – Hill Book Company, New York.
- McClay, K. R., & Ellis, P. G. (1987). Geometries of extensional fault systems developed in model experiments. *Geology*, 15(4), 341-344.
- O'Dunn, S., dan Sill, W.D., (1986), *Exploring Geology: Introductory Laboratory Activities*, A Peek Publication.

-
- Pettijohn, F. J. 1975. *Sedimentary rocks* (Vol. 3). New York: Harper & Row.
- Retongga, N., Dkk. 2021. Studi Provenance Batupasir Karbonatan Formasi Kerek Dengan Metode Point Counting Di Daerah Kandangan Kabupaten Semarang. *Jurnal Teknologi*. Vol 14:12. Hal 163-168. Yogyakarta
- Rickard, M.J., 1972. Fault classification – discussion: *Geological Society of America Bulletin*, v. 83, p. 2545–2546.
- Schmid, R. 1981. *Descriptive Nomenclature and Classification of Pyroclastic Deposits and Fragments: Recommendations of the IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks*. *Geology*, 9(1), 41-43.
- Supriatna S, dkk. 1996, *Peta Geologi Lembar Karangnunggal, Jawa, skala 1: 100.000*. Edisi ke dua. Direktorat Geologi. Bandung.