

BATUAN ASAL DAN ALAS FORMASI PALEOGEN CEKUNGAN SERAYU  
*PROVENANCE AND BASEMENT OF THE PALEOGENE FORMATION  
 IN THE SERAYU BASIN*

S. Bachri

Pusat Survei Geologi, Badan Geologi  
 Jalan Diponegoro No. 57 Bandung 40135  
 e-mail : antariksa4@yahoo.com

S a r i

Adanya fragmen batuan gunungapi dalam sebagian besar contoh batuan Formasi Worawari, sebagaimana ditunjukkan dalam analisis SEM dan petrografi, menunjukkan bahwa batuan asal utama formasi tersebut adalah batuan gunungapi. Batuan gunungapi tersebut, diduga berumur Paleogen, terendapkan sementara di daratan sebelum terombakkan terangkut dan diendapkan di laut, atau sebagian merupakan jatuhnya piroklastik yang langsung terendapkan di laut, sehingga menunjukkan adanya struktur sedimen terutama perarian begelombang dan perarian sejajar. Sementara itu sebagian contoh batupasir dalam Formasi Worawari mengandung fragmen batusabak serta kandungan kuarsa yang cukup melimpah yang mengindikasikan bahwa sebagian batuan asal adalah malihan dan batuan yang banyak mengandung kuarsa. Batuan yang banyak mengandung kuarsa tersebut diduga merupakan batuan alas granitan sesuai dengan data gaya berat. Batuan alas ini berumur Kapur Akhir sesuai dengan hasil penarikan jejak-belah zirkon yang ada dalam Formasi Worawari. Umur tersebut menunjukkan bahwa batuan alas tersebut merupakan bagian dari Lempeng Asia Tenggara atau Paparan Sunda.

Kata kunci : batuan asal, batuan alas, Cekungan Serayu, Formasi paleogen

Abstract

*The occurrence of volcanic fragments within the most rock samples of the Worawari Formation, as indicated by SEM and petrographic analysis, suggest that the main source rock or provenance of the Worawari Formation is a volcanic rock. The volcanic rock, supposed to be Paleogene in age, was deposited in a short time on land before reworked transported and deposited in the sea, or partly formed as pyroclastic fall which was directly deposited in the sea as indicated by the occurrence of sedimentary structures, mainly wavy and parallel lamination. Meanwhile, a part of the rock samples of the Worawari Formation contain slate fragments suggesting that parts of source rock are metamorphic rock and a quartz rich rock. The quartz rich rock is supposed to be granitic basement as indicated by gravity data. This basement rock is Late Cretaceous in age, as indicated by fission-track dating using By zircon content in the Worawari Formation. The age suggests that the basement rock is apart of the Southeast Asian Plate or Sunda Platform.*

Key words : provenance, basement rock, Serayu Basin, Paleogen formation

Pendahuluan

Daerah penelitian terletak di bagian tengah Cekungan Serayu (Badan Geologi, 2009) yang secara fisiografi disebut juga Pegunungan Serayu Utara (van Bemmelen, 1949) (Gambar 1). Cekungan Serayu terletak di bagian timur Busur Sunda, yang merupakan busur gunungapi, yang telah mengalami perkembangan lajur gunungapi yang bergeser dari selatan ke utara, mewakili lajur paling tua ke paling muda (Soeria-atmadja dr., 1994).

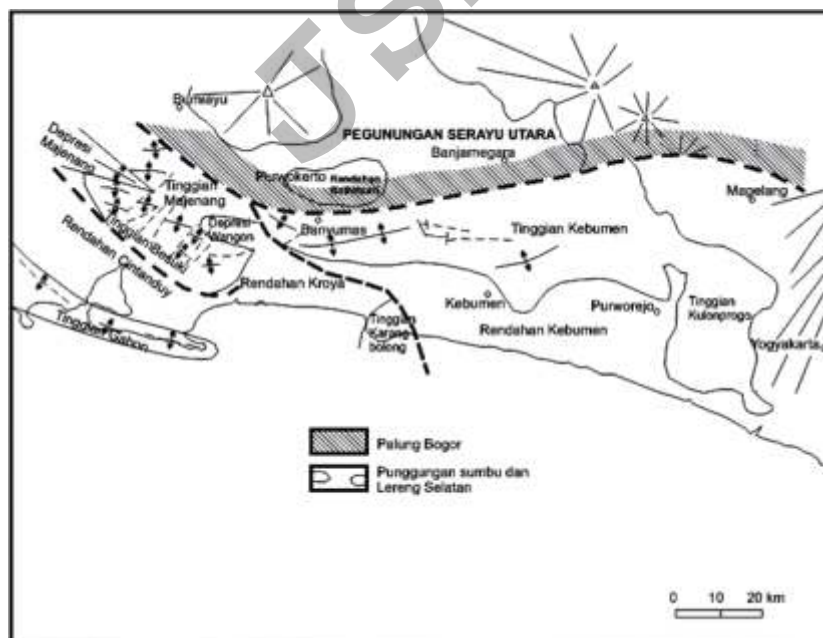
Sebagai cekungan yang terletak dalam busur gunung api, Cekungan Serayu dikuasai oleh batuan gunungapi maupun batuan sedimen asal batuan gunung api, yang berumur dari Paleogen sampai Kuartar.

Makalah ini dimaksudkan untuk mengungkap jenis batuan asal (provenance) dan batuan alas (basement) dari batuan Tersier berdasarkan pengintegrasian data gaya berat, data analisis jejak belah, petrografi, dan data analisis SEM.

Berdasarkan umurnya batuan alas di Pulau Jawa dapat dikategorikan paling tidak menjadi dua, yaitu

Tabel 1. Tabel stratigrafi daerah Cekungan Serayu.

UMUR		Daerah Purbalingga (Djuri, 1975)	Daerah Banjarnegara dan Purbalingga (Bachri dr. 2007)
Kuartar	Holosen	Aluvium Batuan Gunungapi Muda	Aluvium Batuan Gunungapi Muda
	Plistosen	Fm. Linggopodo	Fm. Jembangan
		Fm. Ligung Atas	Breksi Lembah Serayu
Tersier	Neogen	Fm. LigungBawah	Fm. Ligung
		Fm. Kalibiuk	Fm. Kalibiuk
		Fm. Tapak	Fm. Tapak
	Miosen	Fm. Kumbang	Fm. Kumbang
		Fm. Halang	Fm. Penyatatan
		Fm. Rambatan	Btgamping Sigugur
Paleogen	Awal	Fm. Pemali	Fm. Merawu
	Oligosen		Fm. Worawari
	Eosen		
	Paleosen		?
Pra-Tersier			



Gambar 1. Fisiografi Cekungan Serayu (Pegunungan Serayu Utara) (Suyanto dan Soemantri, 1975), bagian selatannya merupakan Palung Bogor yang berbatasan langsung dengan Tinggian Kebumen dan Tinggian Kulon Progo, yang keduanya disebut Pegunungan Serayu Selatan oleh van Bemmelen (1949).

batuan yang berasal dari kerak benua Australia yang berumur Arkean (Smyth, 2005) dan batuan yang berasal dari kerak benua Eurasia atau lempeng Asia Tenggara, atau Paparan Sunda, yang berumur Kapur (Hamilton, 1979).

### Stratigrafi

Stratigrafi daerah Cekungan Serayu sebagaimana dikemukakan oleh Bachri dr. (2007) dapat digambarkan seperti terlihat pada Tabel 1.

Batuan tertua yang tersingkap di daerah Cekungan Serayu adalah Formasi Worawari yang berumur pada kisaran Eosen Tengah – Eosen Akhir pada bagian bawah, hingga Oligosen Akhir (N2) pada bagian atas (Bachri dr., 2006). Batuan ini diendapkan pada lingkungan laut dalam yang secara tidak selaras ditindih oleh Formasi Merawu.

Formasi Merawu merupakan endapan dataran pasang-surut sampai laut dangkal yang diendapkan pada Miosen Awal – Miosen Tengah, terdiri atas dua anggota, yaitu anggota batupasir dan anggota batulumpur (Bachri dr., 2006; Bachri dr., 2008). Di beberapa tempat formasi ini menjemari dengan Batugamping Sigugur, yang dijumpai setempat-setempat. Batugamping Sigugur merupakan fasies terumbu berumur Miosen Awal, dicirikan oleh fosil penunjuk umur berupa *Spiroclypeous* sp, *Miogypsina* sp dan *Eulepidina* sp. (Bemmelen, 1937).

Formasi Merawu secara tidak selaras ditindih oleh Formasi Penyatan yang merupakan runtunan batupasir – batulempung yang merupakan endapan turbidit pada lingkungan batial, yang diendapkan pada Pliosen (Bachri dr., 2008). Formasi Penyatan mempunyai hubungan menjemari dengan Batuan Gunungapi Kumbang yang secara dominan tersusun oleh lava bantal andesitan. Formasi Penyatan secara selaras ditindih oleh Formasi Tapak dan Kalibiuk.

Formasi Tapak merupakan runtunan napal, batulempung dan batupasir yang diendapkan pada lingkungan laut dangkal sampai pantai. Sementara Formasi Kalibiuk terdiri dari endapan serupa dengan Formasi Tapak, namun lebih bersifat karbonan yang mengindikasikan lingkungan yang lebih dekat ke darat (Bachri dr., 2008). Umur Formasi Tapak dan Kalibiuk berdasar kandungan fosil foraminifera adalah N19-N20 (akhir Pliosen Awal – Pliosen Tengah bagian bawah) (Bachri dr., 2008).

Formasi Kalibiuk secara tidak selaras ditindih oleh Formasi Ligung yang merupakan sedimen darat dengan lensa-lensa batubara dan breksi andesitan dengan augit dan horeblende dari Gunung Korakan (van Bemmelen, 1937). Formasi Ligung ini merupakan endapan Tersier termuda di daerah penelitian, berumur Pliosen Awal – Pliosen Akhir (Speelman, 1979). Formasi Ligung secara tidak selaras ditindih oleh Formasi Jembangan dan Breksi Lembah Serayu, yang keduanya mempunyai hubungan menjemari.

Formasi Jembangan merupakan hasil kegiatan kegunungapian dari Gunung Jembangan (disebut juga Gunung Ragajembangan) yang menyebar sampai ke lembah atau Depresi Serayu, dengan ketebalan mencapai 200 m (van Bemmelen, 1937). Jenis batumannya terdiri atas breksi andesit augit – hipersten, olivin basal, dan andesit horeblende (Marks, 1957). Umur Formasi Jembangan diperkirakan Plistosen, Anggota breksi yang dijumpai di Lembah Serayu disebut pula sebagai Breksi Lembah Serayu (Condon dr., 1975).

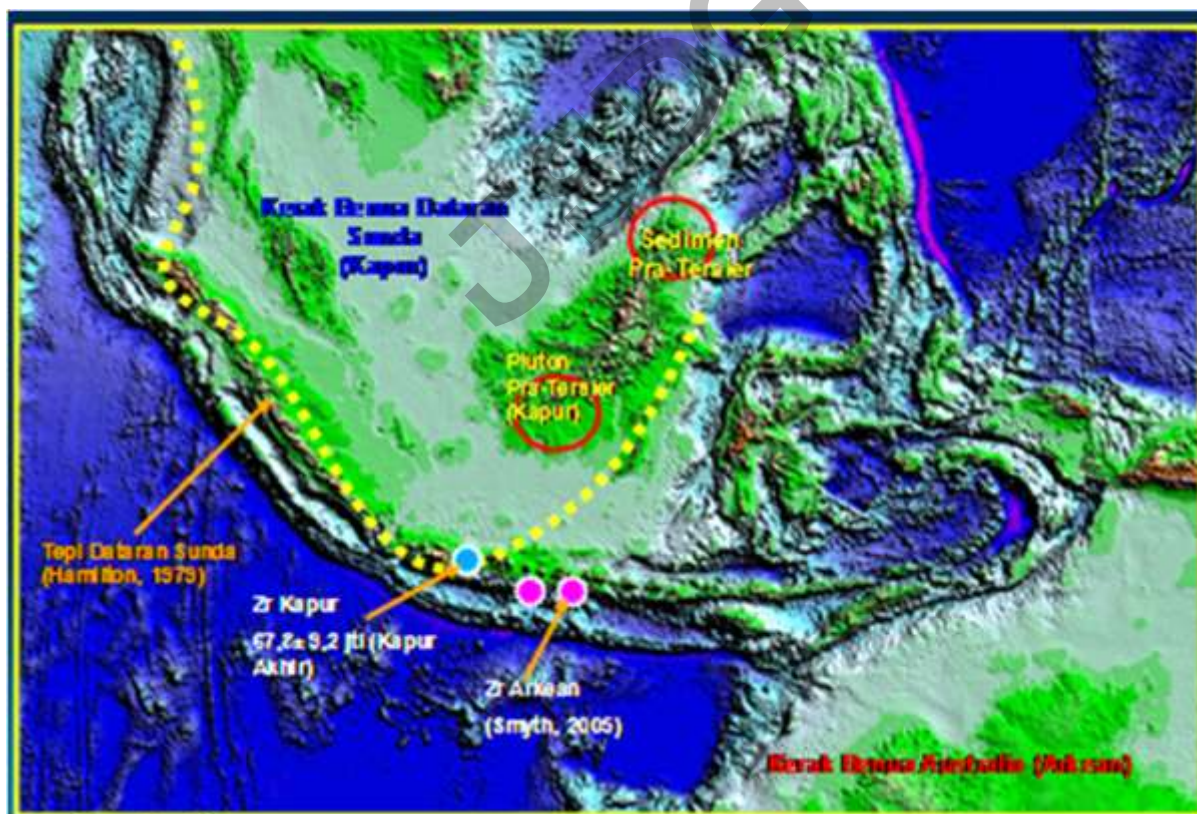
Aluvium dan endapan gunungapi muda merupakan satuan termuda di daerah Cekungan Serayu Utara, menumpang tidak selaras di atas batuan lain yang lebih tua. Umurnya Holosen dengan ketebalan sangat beragam. Aluvium terdiri atas pasir, lempung dan konglomerat (van Bemmelen, 1937).

### Analisis Jejak Belah

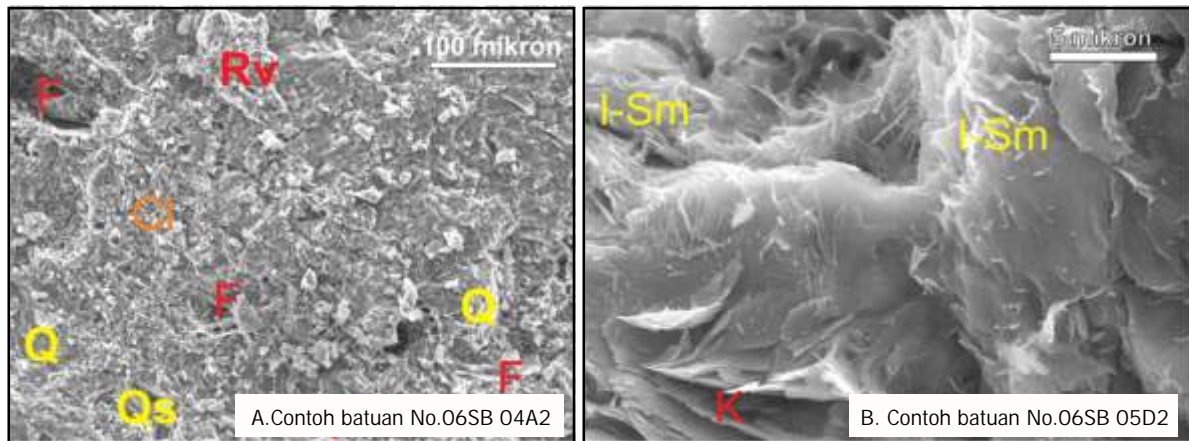
Hampir seluruh sampel Formasi Worawari (8 sampel) yang dianalisis mengandung apatit atau zirkon atau kedua-duanya, namun umumnya kedua macam mineral tersebut dijumpai dalam keadaan retak-retak dan berbutir halus sehingga sulit ditentukan umurnya (Bachri dr., 2007). Namun, satu sampel batupasir dari Kali Gebyugan mengandung zirkon yang teridentifikasi umurnya  $67,8 \pm 9,2$  juta tahun (Kapur Akhir). Hal ini mengindikasikan bahwa salah satu batuan asal Formasi Worawari adalah batuan Pra-Tersier dari Paparan Sunda. Hal ini menjadi menarik karena zirkon yang dijumpai di Jawa bagian timur – selatan berumur Arkean, sehingga ditafsirkan bersumber dari kerak benua Australia (Smyth, 2005). Mengacu ke penelitian Smyth (2005) tersebut, serta batas Paparan Sunda yang dikemukakan oleh Hamilton (1979), maka keberadaan zirkon berumur Kapur di Formasi Worawari mendukung pernyataan terdahulu (Hamilton, 1979) bahwa daerah penelitian terletak

Tabel 2. Persentase komposisi kuarsa, felspar dan fragmen batuan hasil analisis Petrografi batupasir Formasi Worawari.

No.	No. Sampel	Kuarsa (%)	Felspar (%)	Fragmen Batuan (%)
1	06SB04A	10,65	67,21	22,13
2	06SB04A1	11,50	72,57	15,92
3	06SB05	11,11	70,08	18,80
4	06SB05A	12	54,66	33,33
5	06SB05D	8,17	51,57	40,25
6	08SB06B1	26,12	47,75	26,12
7	06SB7A1	30,18	55,18	14,62
8	06RY04B	30,18	55,19	14,62



Gambar 2. Lokasi zirkon Kapur dalam Formasi Worawari yang terletak pada ujung tenggara Paparan Sunda (Hamilton, 1979).



Gambar 3. Contoh hasil analisis Scanning Electrone Microscope (SEM) dari Formasi Worawari (Formasi Paleogen). A: Sampel No. 06 SB 04 A2, batupasir berbutir sangat halus; sangat kompak dan padat; terdiri atas kuarsa (Q, 55%) dan silika gelas (Qs, 1%); felspar (F, 15%), fragmen vulkanik (Rv, 5%), matriks lempung (Cl, 24%). Pembesaran 150X. B: Sampel No. 06 SB 05D2, menunjukkan mineral lempung berupa illit - smektit (I-Sm) dan kaolinit (K). Pembesaran 3500X (Panggabean dan Zajuli, 2006).

di ujung tenggara Paparan Sunda (Gambar 2). Dengan kata lain, daerah ini mempunyai batuan alas Pra-Tersier dari Paparan Sunda.

#### Analisis SEM dan Petrografi

Berdasarkan analisis SEM, beberapa sampel batupasir dari Formasi Worawari, ternyata pada umumnya mengandung fragmen batuan vulkanik, kuarsa, serta gelas vulkanis (Gambar 3). Disamping itu pada umumnya sampel tersebut mengandung lempung smektit yang diduga berasal dari ubahan material vulkanik.

Dari analisis petrografi Formasi Worawari tampak bahwa batuan secara dominan tersusun oleh gelas vulkanis dengan campuran kepingan batuan vulkanik dan material rombakan berupa kepingan mineral kuarsa (Gambar 4). Nama batuan secara petrografis adalah sandy crystal-vitric tuff.

Berdasarkan kandungan fosilnya, batupasir dari Formasi Worawari mengandung radioalaria dan bathysiphon yang mengindikasikan kondisi laut dalam. Atas dasar itu diduga batuan asal utama Formasi Worawari adalah batuan vulkanik yang diendapkan di dekat laut, kemudian segera tererosi ke dalam laut, atau langsung berasal dari jatuhnya piroklastik yang jatuh dalam lingkungan laut sehingga air laut menjadi media transportasi. Hal ini antara lain terlihat pada struktur sedimen yang sangat dikuasai oleh perarian bergelombang. Sementara kepingan kuarsa ditafsirkan merupakan hasil rombakan dari batuan alas yang banyak mengandung kuarsa, diduga batuan granitan.

Sementara itu terdapat kepingan batusabak dalam

satu sayatan tipis Formasi Worawari namun tidak dijumpai pada sayatan-sayatan yang lain. Data ini mengindikasikan terdapat batuan malihan Pra-Tersier yang juga berkontribusi sebagai batuan asal sekaligus batuan alas Formasi Worawari, namun tidak signifikan.

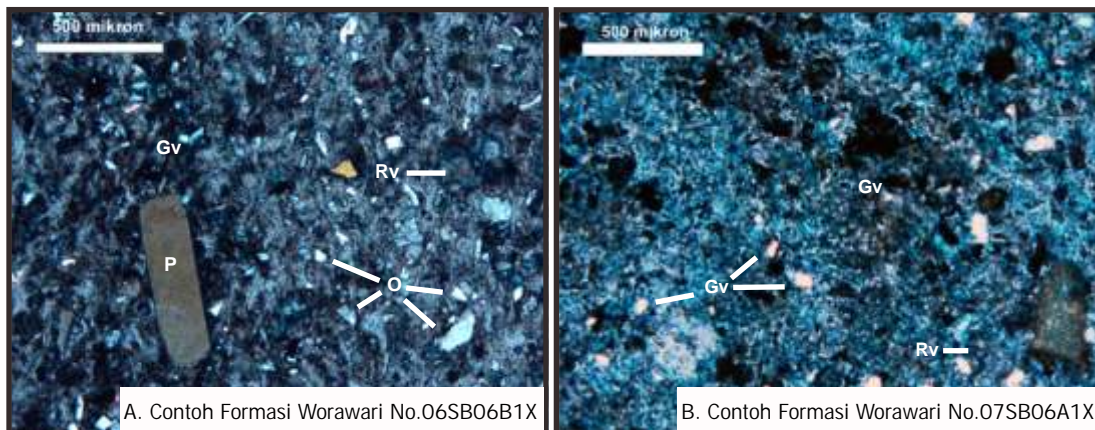
Analisis petrografi pada batupasir Formasi Worawari (Tabel 2), dari 8 sayatan pipih menunjukkan bahwa formasi ini memiliki dua batuan asal (provenance), yaitu blok benua dan busur magmatik (Gambar 5). Hal ini menunjukkan bahwa bahwa batuan asal blok benua, sebagaimana hasil analisis jejak belah, adalah Paparan Sunda, sementara busur magmatik diduga berasal dari busur vulkanik pra- Eosen.

#### Analisis Data Gaya Berat

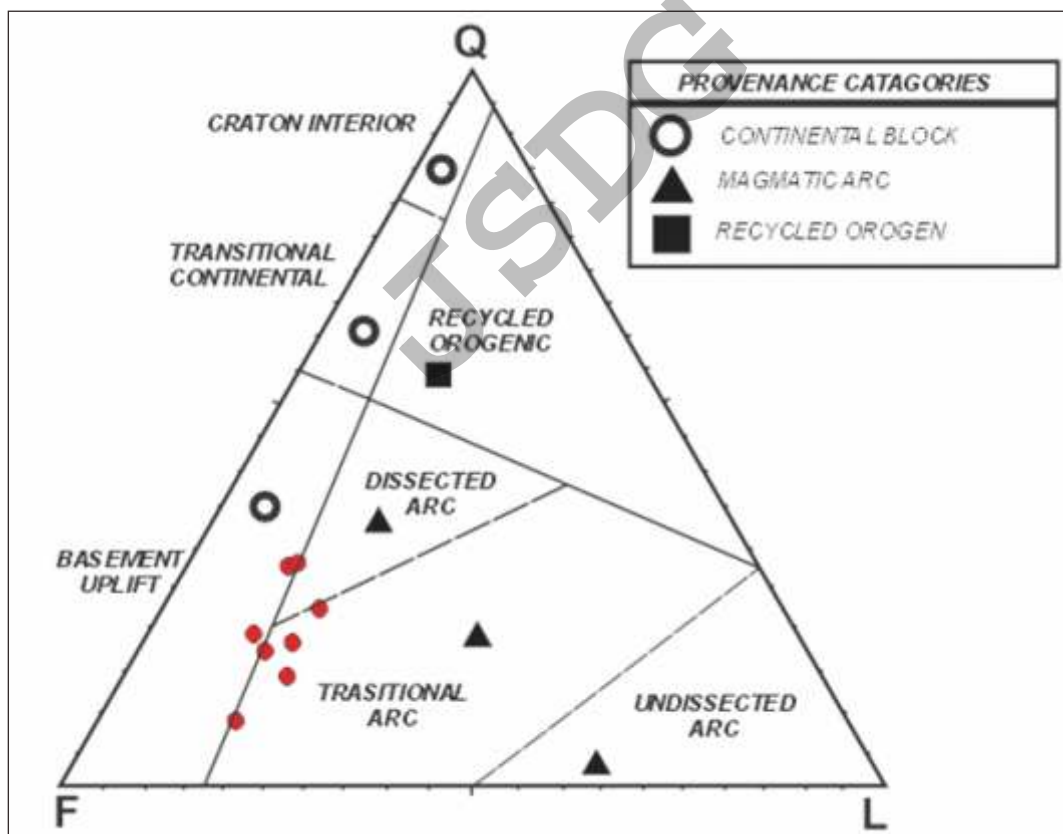
Gambar 6 menunjukkan nilai anomali tinggi dengan besaran antara 10 mgal hingga 30 mgal terdapat di bagian selatan kota Banjarnegara, dengan pola tinggian anomali umumnya berorientasi barat-timur. Tinggian anomali ini diduga merupakan Tinggian Pegunungan Serayu Selatan.

Nilai anomali ini juga terdapat di bagian barat laut kota Banjarnegara, dengan pola tinggian anomali umumnya barat laut-tenggara. Sedangkan nilai anomali tinggi dengan pola kontur membulat di beberapa tempat dengan kecenderungan membentuk garis dengan arah barat daya-timurlaut, diduga menunjukkan pola-pola batuan intrusi, antara lain intrusi diorit yang muncul ke permukaan dan banyak ditemukan dilapangan ataupun yang tidak muncul ke permukaan.

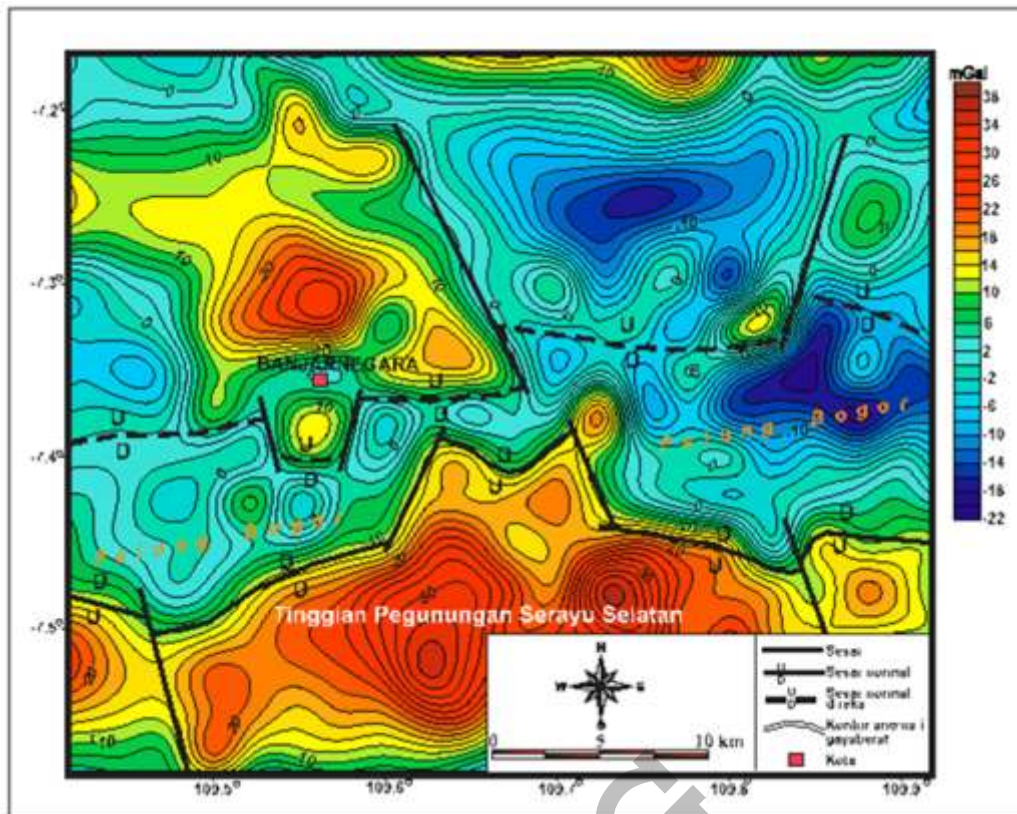
Nilai anomali gaya berat dengan besaran antara 10



Gambar 4. FotomikrografA dan B: Sayatan tipis dari Formasi Worawari berupa crystal – vitric tuff yang mengandung kepingan batuan vulkanik dan kepingan kuarsa. P: plagioklas, RV: kepingan batuan vulkanik, Q: kepingan mineral kuarsa, Gv: gelas vulkanik. Kedudukan nikol bersilang.



Gambar 5. Provenance Formasi Worawari berdasarkan Dickinson dr., 1983.



Gambar 6. Peta anomali sisa gaya berat dan struktur bagian tengah Cekungan Serayu (Daerah Banjarnegara) (modifikasi dari Hutubessy, 2006; Bachri drr., 2008).

mgal hingga  $-10$  mgal, menggambarkan pola cekungan yang terdapat di daerah penelitian. Nilai anomali gaya berat dengan besaran ini terdapat dibagian barat kota Banjarnegara dengan pola rendahan berarah baratdaya-timurlaut, yang diduga merupakan gambaran dari pola sinklin Lembah Serayu. Sedangkan di bagian utara timur kota Banjarnegara, nilai anomali dengan besaran ini menutup sepertiga lembar peta, dengan kecenderungan pola rendahan umumnya baratdaya-timurlaut, dan diduga ditempati oleh batuan sedimen yang cukup tebal.

Analisis lanjutan dari anomali sisa gaya berat Gambar 6 dengan mensubstitusikan rapat massa rata-rata batuan alas di daerah penelitian sebesar  $2.65 \text{ gr/cm}^3$  (batuan granitan), dan rapat massa rata-rata batuan sedimen sebesar  $2.45 \text{ gr/cm}^3$ , maka dapat digambarkan kontur kedalaman batuan dasar dan batuan sedimen di daerah penelitian (Gambar 7).

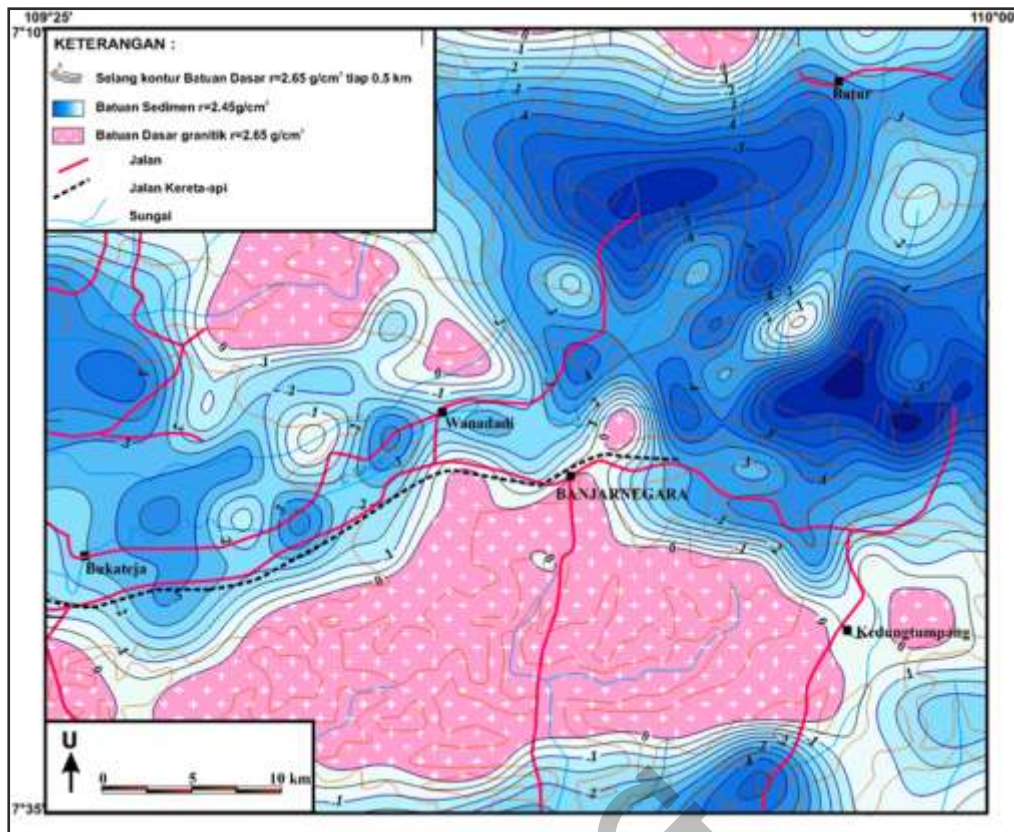
#### Diskusi

Batuan asal utama dari Formasi Worawari adalah batuan vulkanik yang terendapkan sesaat kemudian segera tererosi sebelum mengalami litifikasi, atau

sumber material dari jatuhan piroklastik yang terendapkan di laut sehingga segera terangkut oleh media air laut. Hal ini didukung oleh fakta bahwa batuan secara umum menunjukkan perarian bergelombang. Sementara dari analisis petrografi batuan menunjukkan masih mengandung gelas vulkanik yang cukup dominan sehingga masih diklasifikasikan sebagai *vitric tuff* maupun *crystal vitric tuff*. Ini menunjukkan bahwa sumber batuan bukan batuan vulkanik yang sudah mengalami litifikasi sehingga hasil rombakan umumnya belum mengalami devitifikasi menjadi lempung.

Sementara itu terdapat pula blok benua (*continental block*), yaitu Paparan Sunda, yang berkontribusi sebagai batuan asal minor dari Formasi Worawari, sebagaimana ditunjukkan oleh diagram Dickinson drr.(1983) Gambar 5 .

Sementara itu batuan alas utama dari Formasi Worawari (Formasi Paleogen) ditafsirkan adalah batuan granitan sebagaimana ditunjukkan oleh hasil analisis gaya berat, yang menunjukkan densitas batuan sebesar  $2,65 \text{ gr/cm}^3$ . Batuan granitan tersebut sesuai dengan indikasi kandungan zirkon dalam Formasi Worawari adalah berumur Kapur Akhir, sehingga



Gambar 7. Pola sebaran batuan alas granitan berdasarkan analisis gaya berat di bagian tengah Cekungan Serayu (Daerah Banjarnegara) (Bachri dr., 2006).

ditafsirkan merupakan bagian dari Paparan Sunda.

Sementara itu terdapat satu sayatan tipis dari Formasi Worawari yang mengandung batu sabak, namun pada sayatan-sayatan lainnya tidak dijumpai. Hal ini menandakan bahwa terdapat batuan malihan Pra-Tersier sebagai batuan sumber sekaligus batuan alas dari Formasi Worawari, namun tidak dominan.

## Kesimpulan

Terdapat dua batuan asal (provenance) Formasi Worawari, yaitu batuan vulkanik Pra-Eosen sebagai batuan asal utama, dan blok benua Paparan Sunda sebagai batuan asal tambahan.

Cekungan Serayu dialasi utamanya oleh batuan granitan Pra-Tersier (Kapur Akhir), yang merupakan bagian dari Paparan Sunda.

## Daftar Pustaka

- Bachri, S., Agustiyanto, D. & Hutubessy, S., 2006. Evolusi Cekungan Paleogen-Neogen daerah Banjarnegara, Jawa Tengah. Pusat Survei Geologi, laporan tidak terbit.
- Bachri, S., Agustiyanto, D.A., Sihombing, & T., Hutubessy, S., 2007. Evolusi Cekungan Paleogen – Neogen Daerah Banjarnegara – Purbalingga dan Sekitarnya, Jawa Tengah. Pusat Survei Geologi, Bandung, tidak terbit.
- Bachri, S., Agustiyanto, D.A. & Slameto, E., 2008. Penelitian Evolusi Cekungan Paleogen – Neogen Daerah Banjarnegara – Purbalingga, Jawa Tengah. Laporan Akhir. Pusat Survei Geologi, Bandung, tidak terbit.
- Badan Geologi, 2009. *Peta Cekungan Sedimen Indonesia Berdasarkan Data Gaya Berat dan Geologi*. Badan Geologi, Bandung.



- Condon, W.H., Pardiyanto, L. & Ketner, K.B., 1975. *Peta Geologi Lembar Banjarnegara dan Pekalongan, skala 1 : 100.000*. Direktorat Geologi, Bandung.
- Condon, W.H., Pardiyanto, L., Ketner, K.B., Amin, T.C., Gafoer, S. & Samodra, H., 1996. *Peta Geologi Lembar Banjarnegara dan Pekalongan, Jawa, skala 1 : 100.000*, Edisi ke 2. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Dickinson, W.R., Beard, L.S., Brakenridge, G.R., Erjavec, J.L., Ferguson, R.C., Imman, K.F., Knepp, R.A., Lindberg, F.A. & Ryberg, P.T., 1983. Provenance of North American Phanerozoic Sandstone in relation to tectonic setting. *Geol Soc. Of America Bull.*, 94, 222-235.
- Djuri, 1975. *Peta Geologi Lembar Purwokerto dan Tegal, skala 1 : 100.000*. Direktorat Geologi, Bandung.
- Hamilton, W., 1979. *Tectonics of The Indonesian Region*. Geological Survey Professional Paper 1078, Washington.
- Hutubessy, S., 2006. *Laporan Penelitian Gaya Berat dan Magnet Untuk Menganalisis Dinamika Cekungan Paleogen – Neogen di Daerah Banjarnegara dan Sekitarnya*. Pusat Survei Geologi, Bandung.
- Marks, P., 1956. *Stratigraphic Lexicon of Indonesia*. Djawatan Geologi, Bandung.
- Panggabean, H. dan Zajuli, M.H.H., 2006. Laporan Analisis SEM Tim Evolusi Cekungan Paleogen – Neogen, Pegunungan Serayu Utara. Pusat Survei Geologi, Bandung, tidak terbit.
- Smyth, H., 2005. *Volcanism and basement character onshore East Java: Impacts on sediment provenance and basin development*. PhD Thesis, Royal Holloway University of London, unpub.
- Soeria-Atmadja, R., R.C. Bellon, H. Pringgoprawiro, M. Polve & B. Priadi, 1994. Tertiary magmatic belts in Java, *J. SE Sci.*, 9, n. 1-2: 13-27.
- Speelman, H., 1979. *Geology, Hydrogeology and Engineering Geological Features of the Serayu River Basin*. Academic Proesrift, Rodopi, Amsterdam, 155 p.
- Sujanto, F.X. & Sumantri, Y.R., 1975. Preliminary study on the Tertiary depositional patterns of Java. *Proceedings Indon. Petrol. Assoc.*, Sixth Annual Convention.
- Van Bemmelen, R.W., 1937. *Toelichting bij Blad 66 (Karangkobar), Geol.Kaar van Java, 1 : 100.000*. Dienst Mijn Bouw Ned, Indie, Jakarta.
- Van Bemmelen, R.W., 1949. *The Geology of Indonesia*. Vol 1 A General Geology of Indonesia. Government Printing Office, The Hague, 732p.