

KONFIGURASI CEKUNGAN PURBA FORMASI NANGGULAN DI DAERAH NANGGULAN, KULONPROGO, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Oleh:
Setyo Pambudi dan Sujono
Staf dosen Teknik Geologi STTNAS, Yogyakarta
E-mail: pambudi_setyo@yahoo.com

Abstrak

Formasi Nanggulan tersingkap atau melampar tidak luas di sisi timur bagian tengah dari Pegunungan Kulonprogo yang membujur relatif berarah timurlaut – baratdaya. Formasi Nanggulan sangat terkenal dan banyak diteliti oleh para ahli kebumian dari beberapa manca negara khususnya bidang stratigrafi. Hal tersebut kemungkinan berkenaan dengan melimpahnya kandungan biota purbanya yang sangat beragam, berumur Eosen dan disusun oleh variasi litologi fraksi halus – kasar berupa batulempung, sisipan batubara, batunapal dan batupasir kuarsa yang berasosiasi dengan hidrokarbon. Namun, keberadaan Formasi Nanggulan atau konfigurasi cekungan purba masih perlu dikaji ulang, hal ini merujuk pada pertanyaan mengapa pelamparan batuan sedimen penyusun Formasi Nanggulan tidak luas dan hanya tersingkap di bagian timur Pegunungan Kulonprogo (?). Di samping itu, bagaimana bentuk cekungan terkait dengan material fraksi halus, lingkungan pengendapan yang merujuk pada kandungan biota moluska, dan apakah formasi ini mengalasi seluruh kubah Pegunungan Kulonprogo yang berdimensi lebih kurang 1,3 juta km² (?). Terlebih dengan adanya hipotesis yang menggambarkan bahwa Formasi Nanggulan berkembang pada kawah gunung api purba, sehingga terbatas lingkungan pengendapan dan sebarannya. Hal inilah yang menjadi konsentrasi penelitian ini yaitu mengungkap stratigrafi dan bentuk cekungan Formasi Nanggulan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model perkembangan stratigrafi dan spasial cekungan Formasi Nanggulan berdasarkan aspek litologi yang menyusunnya, sedangkan metode pendekatannya dengan melakukan penelitian rinci geologi permukaan, pengukuran stratigrafi, geofisika, pemerian secara rinci di laboratorium berupa petrografi dan analisis fosil. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan untuk penelitian pencarian sumber daya alam di wilayah Kulonprogo.

Kata kunci: Formasi Nanggulan, stratigrafi, cekungan purba, Kulonprogo.

Latar belakang

Daerah Kulonprogo terletak lebih kurang 40 km ke arah barat dari Kota Yogyakarta (Gambar 1). Stratigrafi Formasi Nanggulan yang tersingkap di sisi timur Pegunungan Kulonprogoselalu menarik untuk diungkap keberadaannya dan proses geologi yang menyertainya. Sejauh ini, penelitian stratigrafi yang berkembang di Pegunungan Kulonprogo telah dilakukan oleh para ahli geologi menuju pemenuhan standar Sandi Stratigrafi Indonesia (SSI; Martodjojo dan Djuhaeni, 1996), antara lain melalui pendekatan aspek sedimentologi dan paleontologi dengan penekanan untuk memperoleh kejelasan umur pembentukan dan lingkungan pengendapan (Rahardjo, dkk., 1977; Pringgoprawiro & Purnamaningsih, 1981; dan Lelono, 2000). Penelitian tentang stratigrafi dan petrologi terkait dengan pengungkapan sejauh mana perkembangan Formasi Nanggulan dalam

ruang dan waktu yang terbatas belum banyak dilakukan (misal: Lelono, 2000). Hal tersebut kemungkinan didasarkan pada pemikiran bahwa sebaran Formasi Nanggulan tidak luas (lebih kurang 0,25 x 1 km²) dengan ketebalan mencapai 300 m, bagaimana bentuk cekungan dan bagaimana variasi litologi bertekstur halus dapat terjadi, dan berkembangnya biota moluska yang cukup melimpah.



Gambar 1. Lokasi daerah penelitian.

Rahardjo, dkk., (1977) menyebutkan bahwa Formasi Nanggulan disusun oleh material silisiklastika dan organik, dan sebagian mengandung material karbonat yaitu berupa batupasir dengan sisipan lignit, napal pasiran, batulempung dengan konkresi limonit, sisipan napal dan batugamping, batupasir dan tuf. Batuan gunung api berupa tuf ini menjadi penting untuk diketahui asal usulnya, apakah material abu gunung api tersebut berasal dari tempat lain atau dihasilkan dari gunung api setempat sebelum pembentukan Formasi Nanggulan (?). Karena seperti diketahui saat ini bahwa Formasi Andesit Tua berumur lebih muda, oleh sebab itu hubungan stratigrafi keduanya dan umur tuf tersebut perlu diketahui dengan pasti. Penelitian stratigrafi dan petrologi ini salah satunya mengkaji hal tersebut dan menjawab permasalahan – permasalahan yang telah disebutkan di muka.

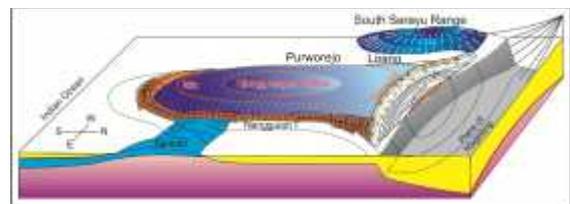
Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan pemahaman tentang stratigrafi dan petrologi Formasi Nanggulan yang diwakili oleh jalur Kali Puru, dan khususnya untuk mengidentifikasi secara megaskopis dan mikroskopis setiap variasi batuan penyusun Formasi Nanggulan. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan bermanfaat terkait dengan bentuk cekungan, dimensi cekungan, lingkungan pengendapan dan ketebalan batuan penyusun Formasi Nanggulan yang diperkirakan tidak mendasari batuan – batuan penyusun Pegunungan Kulonprogo.

Di pihak lain, lokasi ini penting untuk diteliti lebih lanjut karena lokasi tersebut merupakan tempat untuk pendidikan geologi STTNAS sejak 1993, perguruan tinggi lain yang ada ilmu kebumih, dan SMK Geologi-Pertambangan, sehingga sudah sewajarnya dan seharusnya mengetahui kondisi geologi Pegunungan Kulonprogo secara utuh (laboratorium alam) dan benar untuk disampaikan kepada para mahasiswa dan siswa yang baru mengenal ilmu geologi.

Geologi Kulonprogo

Van Bemmelen (1949) menyatakan bahwa fisiografi Jawa Tengah dibagi menjadi tujuh bagian yang membentang

dari arah utara ke selatan, terdiri atas Zona Dataran Aluvial Jawa Utara, Zona Antiklinorium Rembang-Madura, Zona Gunung Api Kuarter, Zona Antiklinorium Serayu Utara-Kendeng, Zona Depresi Sentral, Zona Kubah dan Perbukitan Dalam Depresi Sentral, dan Zona Pegunungan Selatan. Pegunungan Kulonprogo sendiri menempati Satuan Pegunungan Serayu Selatan dan dikenal sebagai jajaran bangunan tubuh gunung api tua, jajaran dari tua ke muda yaitu G. Gadjah di bagian tengah, G. Idjo di bagian selatan, dan G. Menoreh di sisi utara, atau sering disebut sebagai *Oblong Dome* dengan panjang 32 km dan lebar 15-20 km (Gambar 2).



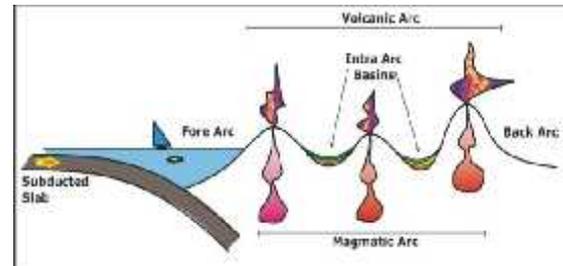
Gambar 2. Tampak bentang alam *Oblong Dome* sebagai bangunan sisa tubuh gunung api purba Gadjah, Idjo, dan Menoreh (dikembangkan dari van Bemmelen, 1949 dalam Hartono & Pambudi, 2015).

Menurut peneliti sebelumnya (misal: Rahardjo, dkk., 1977), stratigrafi Pegunungan Kulon Progo dari yang tertua ke muda tersusun oleh Formasi Nanggulan, Formasi Andesit Tua, Formasi Jonggrangan, Formasi Sentolo dan Endapan Aluvial (Tabel 1). Formasi Nanggulan tersingkap di bagian timur Tinggian Kulonprogo, yaitu di sekitar Kalisonggo dan Kalipuru. Litologi tersusun oleh batupasir dengan sisipan lignit, sisipan napal pasiran, batulempung dengan konkresi limonit, sisipan napal – batugamping dan batupasir tufan yang banyak mengandung fosil foraminifera dan moluska.

Tabel 2. Klasifikasi cekungan hasil adaptasi dari Ingersoll dan Busby (1995), Dickinson (1974, 1976), dan Ingersoll (1998).

Basin pair measurement	Basin type	Basin description	Modern example	Ancient example
Divergent settings	Continental rift valleys	Rifts in continental crust, commonly with normal extension	Rio Grande Graben, Basin and Range, Colorado	Basin and Range (Pre-Cambrian), Basin (Permian), Congo and Central African (Mesozoic), East Greenland (Quaternary)
	Prooceanic rift basins	Incident ocean basins formed by rifting oceanic crust, limited by young rheological coupling	Red Sea, Gulf of California	
Intra-plate settings	Continental rift, low tectonic	Basins formed by rifting of continental crust, commonly in extensional tectonic basins	Red Sea, Gulf of California	North African rift (Eocene and Pliocene), Colorado (Eocene), East African Rift (Mesozoic to Quaternary)
	Continental rift, high tectonic	Propagation of rift basins, wedge of tilted continental margin	Mississippi, Gulf Coast, USA	Magadan basin, Colombia
	Transoceanic basins	Broad oceanic basins, commonly with a steeping rift	Chad basin, Congo Basin	Arabian Sea (Eocene to Quaternary), Congo Basin (Mesozoic to Quaternary)
	Continental rift basins	Stable basins with rift, extensive low-relief areas	Basin Sea	Basin Sea (Eocene to Quaternary), East African Rift (Mesozoic to Quaternary)
	Active ocean basins	Basins formed by rifting crust at active tectonic plate boundaries	East African Rift	East African Rift (Mesozoic to Quaternary), East African Rift (Mesozoic to Quaternary)
Oceanic island, oceanic ridges and troughs		Sedimentary aprons and platforms in intra-oceanic settings	Empress basin, Japan	Empress basin, Japan (Eocene to Quaternary)
	Detachment basins	Basins formed by rifting of crust, commonly by subduction of oceanic basins	Gulf of Mexico	Empress basin, Japan (Eocene to Quaternary)
Convergent settings	Basins	Deep troughs formed by subduction of oceanic basins	Chile Trench	Chile Trench (Mesozoic to Quaternary), Chile Trench (Mesozoic to Quaternary)
	Basin step basins	Basins formed by rifting of crust, commonly by subduction of oceanic basins	Chile Trench	Chile Trench (Mesozoic to Quaternary), Chile Trench (Mesozoic to Quaternary)
	Basin basins	Basins formed by rifting of crust, commonly by subduction of oceanic basins	Chile Trench	Chile Trench (Mesozoic to Quaternary), Chile Trench (Mesozoic to Quaternary)
	Intra-oceanic basins	Basins formed by rifting of crust, commonly by subduction of oceanic basins	Chile Trench	Chile Trench (Mesozoic to Quaternary), Chile Trench (Mesozoic to Quaternary)
	Oceanic basins	Oceanic basins formed by rifting of crust, commonly by subduction of oceanic basins	Chile Trench	Chile Trench (Mesozoic to Quaternary), Chile Trench (Mesozoic to Quaternary)
	Rift basins	Basins formed by rifting of crust, commonly by subduction of oceanic basins	Chile Trench	Chile Trench (Mesozoic to Quaternary), Chile Trench (Mesozoic to Quaternary)
	Basin basins	Basins formed by rifting of crust, commonly by subduction of oceanic basins	Chile Trench	Chile Trench (Mesozoic to Quaternary), Chile Trench (Mesozoic to Quaternary)
	Basin basins	Basins formed by rifting of crust, commonly by subduction of oceanic basins	Chile Trench	Chile Trench (Mesozoic to Quaternary), Chile Trench (Mesozoic to Quaternary)
	Basin basins	Basins formed by rifting of crust, commonly by subduction of oceanic basins	Chile Trench	Chile Trench (Mesozoic to Quaternary), Chile Trench (Mesozoic to Quaternary)
	Basin basins	Basins formed by rifting of crust, commonly by subduction of oceanic basins	Chile Trench	Chile Trench (Mesozoic to Quaternary), Chile Trench (Mesozoic to Quaternary)
Transform settings	Transformal basins	Basins formed by rifting of crust, commonly by subduction of oceanic basins	Chile Trench	Chile Trench (Mesozoic to Quaternary), Chile Trench (Mesozoic to Quaternary)
	Transformal basins	Basins formed by rifting of crust, commonly by subduction of oceanic basins	Chile Trench	Chile Trench (Mesozoic to Quaternary), Chile Trench (Mesozoic to Quaternary)
	Transformal basins	Basins formed by rifting of crust, commonly by subduction of oceanic basins	Chile Trench	Chile Trench (Mesozoic to Quaternary), Chile Trench (Mesozoic to Quaternary)
	Transformal basins	Basins formed by rifting of crust, commonly by subduction of oceanic basins	Chile Trench	Chile Trench (Mesozoic to Quaternary), Chile Trench (Mesozoic to Quaternary)
	Transformal basins	Basins formed by rifting of crust, commonly by subduction of oceanic basins	Chile Trench	Chile Trench (Mesozoic to Quaternary), Chile Trench (Mesozoic to Quaternary)
	Transformal basins	Basins formed by rifting of crust, commonly by subduction of oceanic basins	Chile Trench	Chile Trench (Mesozoic to Quaternary), Chile Trench (Mesozoic to Quaternary)
	Transformal basins	Basins formed by rifting of crust, commonly by subduction of oceanic basins	Chile Trench	Chile Trench (Mesozoic to Quaternary), Chile Trench (Mesozoic to Quaternary)
	Transformal basins	Basins formed by rifting of crust, commonly by subduction of oceanic basins	Chile Trench	Chile Trench (Mesozoic to Quaternary), Chile Trench (Mesozoic to Quaternary)
	Transformal basins	Basins formed by rifting of crust, commonly by subduction of oceanic basins	Chile Trench	Chile Trench (Mesozoic to Quaternary), Chile Trench (Mesozoic to Quaternary)
	Transformal basins	Basins formed by rifting of crust, commonly by subduction of oceanic basins	Chile Trench	Chile Trench (Mesozoic to Quaternary), Chile Trench (Mesozoic to Quaternary)
Hybrid settings	Transformal basins	Basins formed by rifting of crust, commonly by subduction of oceanic basins	Chile Trench	Chile Trench (Mesozoic to Quaternary), Chile Trench (Mesozoic to Quaternary)
	Transformal basins	Basins formed by rifting of crust, commonly by subduction of oceanic basins	Chile Trench	Chile Trench (Mesozoic to Quaternary), Chile Trench (Mesozoic to Quaternary)
	Transformal basins	Basins formed by rifting of crust, commonly by subduction of oceanic basins	Chile Trench	Chile Trench (Mesozoic to Quaternary), Chile Trench (Mesozoic to Quaternary)

Eosen Akhir – Miosen Awal dan Miosen Akhir – Pliosen. Busur magmatik pertama terkait dengan subduksi Paleogen terletak di sepanjang bagian selatan Jawa, sedangkan subduksi Neogen terletak di utara. Kerucut gunung api Kuartar pada umumnya tersebar atau muncul di dalam busur magma Neogen.



Gambar 3. Sketsa cekungan dalam busur di busur gunung api (Bronto, dkk., 2007).

Penelitian bawah permukaan untuk mengetahui bentuk konfigurasi cekungan Formasi Nanggulan menerapkan dasar teori geofisika yaitu gravity resistivitas. Gravity resistivitas merupakan salah satu metode geofisika yang dapat memberikan gambaran susunan litologi atau struktur bawah permukaan suatu daerah berdasarkan sifat kelistrikan batuan (Dobrin and Savit, 1988). Prinsip pengukuran metode ini dengan mengalirkan arus searah atau bolak-balik berfrekuensi rendah ke dalam bumi melalui kontak dua elektroda arus, kemudian diukur distribusi potensial yang digunakan melalui elektroda potensial. Batuan merupakan medium yang dapat menghantarkan arus listrik, karena di dalam batuan terdapat elektron dan ion-ion yang menjalar di dalam struktur batuan dan air tanah jika di dalam batuan diberikan beda potensial. Resistivitas batuan dapat dihitung dengan mengetahui besar arus yang dipancarkan melalui elektroda tersebut dan besar potensial yang dihasilkan.

Untuk mengetahui struktur bawah permukaan yang lebih dalam, maka jarak masing-masing elektroda arus dan potensial dapat ditambah secara bertahap. Semakin besar spasi elektroda maka penembusan arus ke bawah makin dalam. Konsep dasar pengukuran resistivitas batuan dimodifikasi dari teori pengukuran suatu batuan di laboratorium dapat didefinisikan (Telford, dkk., 1990).

Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai tahanan jenis batuan atau mineral

Bronto dkk, (2007) menegaskan keberadaan cekungan (Gambar 3) yang terbentuk di dalam busur gunung api (*intra arc basins*) karena pergerakan busur – busur gunung api atau kemunculan gunung api yang saling tumpang tindih (*superimpose volcanism*). Pemikiran tersebut didasarkan pada laporan ilmiah Martodjojo (1984; 2003) yang menyebutkan bahwa busur magmatik berumur Kapur sampai Eosen Awal terletak di utara Jakarta dan di Laut Jawa, sedangkan selama Miosen Awal busur itu bergeser ke selatan Pulau Jawa. Di pihak lain, Soeria-Atmadja, *et al.*, (1994) menyatakan hal yang berbeda yaitu terdapat dua busur magmatik Tersier di Jawa, yaitu

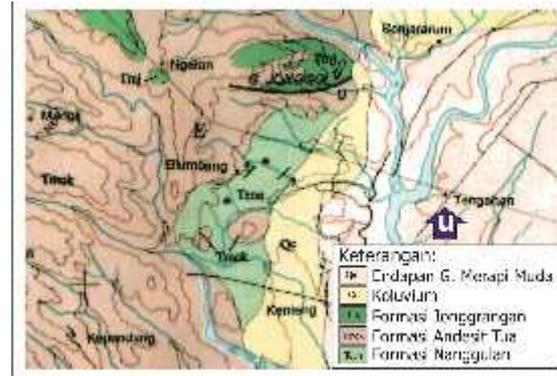
antara lain : (1) Kandungan air. Pada media yang mengandung air akan mempunyai nilai resistivitas lebih rendah dibandingkan media yang kering. (2) Porositas batuan. Volume pori-pori media yang besar akan memberikan kandungan cairan yang lebih banyak, sehingga nilai resistivitasnya akan semakin kecil.

Metode Penelitian

Menerapkan metode penelitian geologi permukaan dan geologi bawah permukaan. Geologi permukaan melakukan pemetaan rinci terhadap sebaran batuan sedimen penyusun Formasi Nanggulan, melakukan pengukuran stratigrafi dan struktur geologi, sedangkan geologi bawah permukaan dilakukan dengan melakukan pengukuran geofisika berupa nilai gravitasi dan resistivitas batuan penyusunnya.

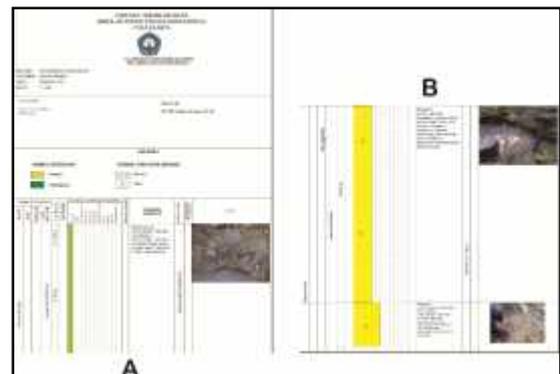
Data dan Diskusi

Data geologi permukaan yang dapat direkam berupa bentang alam yang memperlihatkan relief bergelombang lemah sampai dataran. Hal ini mencerminkan kondisi litologi yang lunak dan tidak resisten terhadap proses eksogenik dan umumnya terjadi pada iklim tropis. Seperti yang tercantum pada peta geologi lembar Yogyakarta (Rahardjo, dkk., 1977) menyebutkan bahwa Formasi Nanggulan disusun oleh perselingan antara batulempung berfosil, batulempung, batupasir, batupasir kuarsa, dan batuarang atau lignit. Kelompok batuan tersebut mempunyai sebaran luasan yang tidak luas atau hanya tersingkap di bagian atau sisi timur dari tinggian Pegunungan Kulonprogo (Gambar 4). Sebaran formasi inilah yang menjadi topik permasalahan makalah ini yaitu sejauh mana kebenaran stratigrafi Formasi Nanggulan mendasari formasi – formasi di atasnya, sedangkan yang mendominasi daerah Kulonprogo berupa batuan gunung api yang menyusun Formasi Andesit Tua.



Gambar 4. Sebagian Peta Geologi Lembar Yogyakarta (Rahardjo, dkk., 1977) yang memperlihatkan luasan sebaran Formasi Nanggulan di daerah penelitian (Teon, warna hijau pucat).

Data litologi penyusun Formasi Nanggulan didominasi oleh batuan sedimen klastika yang cukup tebal, terlihat pada hasil pengukuran stratigrafi yang dilakukan di jalur Kali Clumprit dan Kali Puru (Tabel 3 dan Tabel 4). Kedua kali tersebut

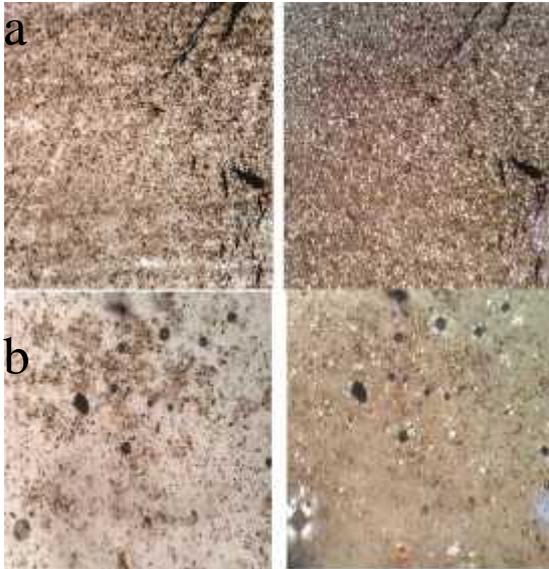


merupakan sungai yang cukup besar mengalir melewati batuan penyusun daerah Nanggulan. Tampak pada kolom litologi bahwa Formasi Nanggulan didominasi oleh batupasir, sedangkan batulempung hanya sebagian kecil. Batupasir tersebut berukuran halus sampai kasar dan hampir didominasi oleh mineral kuarsa. Keberadaan mineral kuarsa di daerah ini juga masih menjadi pertanyaan genesis atau asal usulnya.

Tabel 3. Stratigrafi terukur jalur Kali Clumprit.

Tabel 4. Stratigrafi terukur jalur Kali Puru.

Pengamatan mikroskopis (Gambar 5) menunjukkan bahwa batuan menunjukkan tekstur halus sampai sangat halus berupa batulempung karbonatan (*carbonaceous claystone*) dan batupasir (*quartz arenite*).

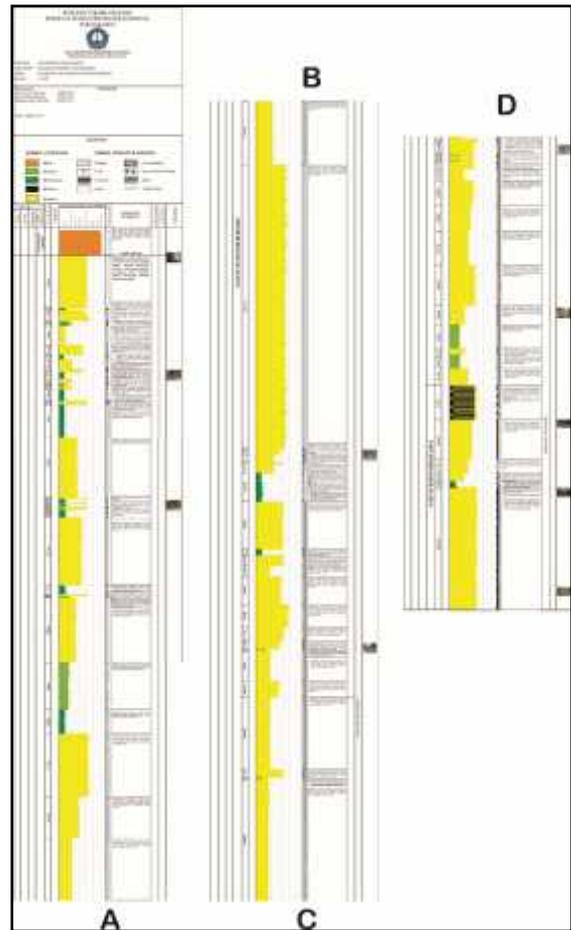


Gambar 5. Mikrografi a. Batulempung; b. Batupasir.

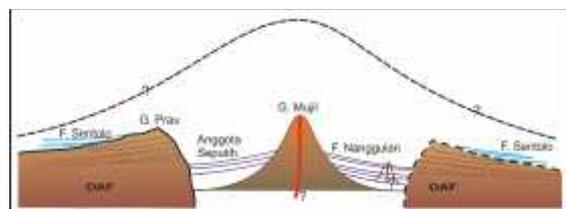
Mineral kuarsa dapat berasal dari batuan gunung api berkomposisi asam, batuan metamorf atau malihan, dan berasal dari kerak benua. Berhubungan dengan hal ini, perlu dilakukan penelitian rinci secara petrografi, sehingga akan dapat dicermati batuan sumbernya, sedangkan struktur batuan primer yang terbentuk berupa laminasi, perlapisan sampai struktur masif. Struktur primer ini merujuk pada media pengangkut dan lingkungan pengendapan pada cekungan yang relatif tidak luas itu.

Hasil pemetaan terbatas pada pengukuran stratigrafi dapat dianalisis struktur geologi berupa lipatan antiklin dan sinklin. Hal ini menunjukkan bahwa daerah ini telah mengalami deformasi karena tektonik kompresif.

Model cekungan tempat batuan sedimen klastika yang menyusun Formasi Nanggulan yang dipandu oleh hasil analisis geofisika grafiti resistiviti masih berlangsung (*in progress*). Oleh sebab itu, pemodelan dalam makalah ini masih berupa hipotesis yang didasarkan pada luasan tersingkap Formasi Nanggulan, bentang alam yang relatif melandai ke arah timur yang seakan menumpang Formasi Andesit



Tua, struktur lipatan antiklin dan sinklin dijumpai pada batuan yang lunak atau sedimen bertekstur halus, dan umur batuan yang mempunyai kisaran sangat panjang yaitu Eosen sampai Miosen Atas. Hal inilah yang menggiring pemodelan bahwa Formasi Nanggulan bukan merupakan batuan dasar yang mendasari formasi – formasi yang ada di daerah Kulonprogo (Gambar 6).



Gambar 6. Model hipotesis keberadaan Formasi Nanggulan dan hubungannya dengan formasi-formasi batuan yang berkembang di Kulonprogo (Hartono dan Pambudi, 2015).

Kesimpulan

Pembahasan di atas dapat diambil kesimpulan bahwa Formasi Nanggulan disusun oleh batuan sedimen klastik detritus

halus – kasar, seperti batulempung, batulanau, dan batupasir. Secara sedimentologi, batuan penyusun tersebut diendapkan secara perselang – selingan, sisipan dan kadang masif pada lingkungan sedimentasi yang tenang. Formasi Nanggulan telah mengalami deformasi karena kompresi berupa struktur lipatan jenis antiklin dan sinklin. Hasil analisis bentuk cekungan berdasar penyebaran batuan penyusun Formasi Nanggulan menunjukkan sebaran melampar ke arah timur menyebar ke arah selatan dan ke arah utara dalam luasan kecil.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DIKTI yang telah mendanai penelitian ini dan kepada Ketua STTNAS yang telah membiayai mengikuti seminar nasional ini, dan kepada Panitia ReTII ke 11 STTNAS yang telah menerima makalah dan mempublikasikannya.

Daftar Pustaka

- Bollinger & de Ruyter, 1975. Geology of the South Central Java Offshore Area, Proceedings IV IPA, Jakarta.
- Budiadi, Ev., 2008. Peranan Tektonik Dalam Mengontrol Geomorfologi Daerah Pegunungan Kulon Progo, Yogyakarta, Disertasi Doktor, UNPAD, Bandung, 204 hal. Tidak diterbitkan.
- Dobrin, M.B. and Savit, C.H., 1988, Introduction to Geophysical Prospecting, 4th Edition, Mc Graw Hill Co, New York, San Fransisco.
- Hartono, H. G., Pambudi, S., Bronto, S., dan Rahardjo, W., 2015, Gunung Api Purba Mudjil, Kulonprogo: Suatu Bukti dan Pemikiran, Poster, Seminar Nasional, Dies Natalis ke 42 STTNAS Yogyakarta.
- Hartono, H.G. dan Pambudi, S., 2015, Gunung Api Purba Mujil, Kulonprogo, Yogyakarta: Suatu Bukti dan Pemikiran, Prosiding ReTII ke 10, STTNAS Yogyakarta.
- Jufri, R. M., 2008, Kolom Stratigrafi Terukur Formasi Sentolo Bagian Bawah, jalur Kali Niten, Desa Giripurwo, Kecamatan Girimulyo, Kabupaten Kulonprogo, DIY. Skripsi Sarjana, Teknik Geologi, UGM, Tidak diterbitkan.
- Lelono, E.B. 2000. Palynological Study of the Eocene Nanggulan Formation, Central Java, Indonesia. Unpublished PhD Thesis. Dept. of Geology, Royal Holloway Univ. of London.
- Marks, P. 1957. Stratigraphic Lexicon of Indonesia. Publikasi Keilmuan No. 31. Seri Geologi. Pusat Jawatan Geologi Bandung.
- Pringgoprawiro, H. & Purnamaningsih, S. 1981, Stratigraphy and Planktonic Foraminifera of the Eocene – Oligocene Nanggulan Formation – Central Java, Geol. Res Dev. Centre Pal. Ser. n.1. Bandung Indonesia.
- Pringgoprawiro, H. & Riyanto B. 1987. Formasi Andesit Tua Suatu Revisi. PIT IAGI XVI. Bandung.
- Rahardjo, W., Sukandarrumidi, & Rosidi, H.M.S. 1977. Peta Geologi Lembar Yogyakarta skala 1 : 100.000. Direktorat Geologi, Bandung.
- Sujanto, F.X. & Roskamil. 1975. The Geology and Hydrocarbon Aspect of the South Central Java. PITIV IAGI. Bandung.
- Suroso, P., Achmad, R., & Sutanto. 1986. Usulan Penyesuaian Tata Nama Litostratigrafi Kulon Progo, DIY. PIT XV IAGI. Yogyakarta.
- Telford, W.M., Geldart, L.P. and Sheriff, R.E., 1990, Applied Geophysics Second Edition, Cambridge University Press, Melbourne, Australia.
- Van Bemmelen, R. W., 1949, The Geology of Indonesia, Vol. 1A, The Hague, Martinus Nijhoff, 732 hal.
- Williams, H., Turner, F.J. & Gilbert, C.M., 1982, Petrography: An Introduction to the Study of Rocks in Thin Sections, W.H. Freeman & Co., San Francisco, 406 hal.