

GEOLOGI DAN STUDI LINGKUNGAN PENGENDAPAN FORMASI PATIAYAM DAERAH PEGANDAN DAN SEKITARNYA, KECAMATAN MARGOREJO DAN JEKULO KABUPATEN PATI DAN KUDUS, JAWA TENGAH

Agung Hidayat, Pontjomojono K, Mahap Maha
Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknologi Mineral UPN “Veteran” Yogyakarta
JL. SWK 104 (Lingkar Utara) Condongcatur, Yogyakarta 55283
Telp. (0274) 486403, 486733 ; Fax. (0274) 487816 ; Email: geoupn@indosat.net.id

Sari - Kompleks Gunung Patiayam diinterpretasikan oleh peneliti-peneliti terdahulu sebagai “Kubah Patiayam”. Hal itu karena kedudukan perlapisan batuan yang miring ke segala arah mengikuti arah umum kemiringan lerengnya. Secara geomorfik, daerah penelitian dibagi menjadi empat satuan bentuk lahan yaitu Subsatuan Geomorfik Lembah Subsekuen (S1), Subsatuan Geomorfik Perbukitan Terkikis (D1), Subsatuan Geomorfik Dataran Nyaris, Subsatuan Geomorfik Dataran Alluvial (F1), Subsatuan Geomorfik Tubuh Sungai (F2) dan Subsatuan Bukit Sisa Vulkanik (V1). Pola pengaliran yang berkembang pada daerah telitian yaitu *subdendritik* dengan stadia geomorfologi yang telah mencapai tahapan dewasa.

Stratigrafi daerah penelitian terdiri dari lima satuan batuan, dari tua ke muda adalah Satuan batulempung Patiayam berumur Miosen Tengah - Miosen Akhir (N.14-N.16), yang diendapkan secara menjari dengan Satuan batupasir-tufan Patiayam berumur Miosen Akhir (N.16-N.17), Satuan konglomerat Patiayam berumur Pliosen, Satuan tuf Muria berumur Plistosen, dengan hubungan stratigrafi yang selaras, serta endapan aluvial berumur Holosen yang diendapkan tidak-selaras dengan satuan yang berada di bawahnya.

Analisis fasies pada Formasi Patiayam menunjukkan asosiasi fasies *Gravel Bars and Bedforms (GB)*, *Sandy Bedforms (SB Channel (CH)*, *Overbank Fines (OF)*, dan *Laminated Sand Sheet (LS)*, maka lingkungan pengendapan Formasi Patiayam pada daerah penelitian dibagi menjadi dua yakni darat pada lingkungan Sungai Meander (*Channels – Point Bar*) dan *Delta Plain* pada lingkungan *Transitional Lower Delta Plain*.

Kata – kata kunci : Kubah Patiayam, fasies, lingkungan pengendapan.

PENDAHULUAN

Daerah penelitian secara administratif terletak di Kabupaten Pati dan Kudus Propinsi Jawa Tengah. Secara geografis terletak pada koordinat 495000 mT - 500000 mT dan 9249000 mU – 9254000 mU. Perjalanan dari kota Pati membutuhkan menuju ke Desa Pegandan dan sekitarnya (arah ke Semarang) dengan waktu perjalanan \pm 20 menit.

Daerah penelitian berada di Jawa Tengah bagian utara yang berada di *Dome Patiayam* (Zaim, 1989). Formasi Patiayam didominasi oleh litologi batupasir tufaan, batulempung serta konglomerat dan terdapat sisipan batulempung hitam, breksi serta lava. Lingkungan pengendapan adalah tempat mengendapnya material sedimen beserta kondisi fisik, kimia, dan biologi yang mencirikan terjadinya mekanisme pengendapan tertentu (Gould, 1972). Lingkungan pengendapan Formasi Patiayam sendiri masih diragukan disebabkan sedikitnya peneliti maupun data yang berkaitan dengan sedimentasi daerah tersebut. Berdasarkan hal – hal tersebut diatas menjadi dasar penulis untuk melakukan pemetaan geologi di daerah Pegandan dan sekitarnya dengan Studi Lingkungan Pengendapan Formasi Patiayam.

TATANAN GEOLOGI

Kubah Patiayam terletak sekitar 20 km selatan - tenggara dari kawah Muria. Wilayah ini berupa perbukitan yang tidak teratur dan dikikis oleh erosi yang parah. Puncak tertinggi adalah Gunung Patiayam (350 m) sebagai pusat kubah. Berdasarkan pandangan geomorfologi, daerah ini merupakan kubah Anticlinal (Van Es, 1931), dan beberapa hipotesis genetik telah dirumuskan. Junghuhn, 1857 dalam Van Es, 1931 menjelaskan daerah tersebut sebagai gunung yang tersesarkan saat tersier. Verbeeck dan Fennema (1896 dalam Van Es, 1931) memiliki anggapan bahwa Kubah Patiayam membentuk gunung berapi kecil yang independen. Akhirnya, Bemmelen (1937), melakukan penelitian tentang hubungan tektonik Kubah Patiayam dengan aktivitas Gunung Muria. Struktur yang berkembang di wilayah ini adalah antiklin dan sesar normal. Sumbu Antiklinal adalah timur berorientasi timur - barat dan lapisan sedimen yang memiliki *dip* yang rendah (5 "sampai 25"). Geologi dan stratigrafi daerah Patiayam pertama telah dipelajari oleh Van Es (1931). Sedimen yang ditemukan adalah lempung laut moluska, breksi vulkanik dan konglomerat, tufa dan batu pasir tufaan sisa mamalia, lempung hitam kaya moluska (*Pahdina javanica*, Van Der Bosch) dan aglomeratan yang diendapkan sejak Miosen ke Pliosene.

HASIL PENELITIAN

Penelitian geologi telah dilakukan di daerah Patiayam, hasil studi menjumpai adanya singkapan batuan gunung api berupa material klastika (fragmental), batuan beku (lava), serta batuan sedimen, yaitu batuan karbonatan dan lempung hitam. Hubungan satuan batuan asal gunung api dan satuan batuan sedimen tersebut adalah tidak selaras. Secara rinci, daerah penelitian dari bagian selatan hingga tenggara tersusun oleh endapan aluvial, dan pada daerah telitian dominasi tersusun atas Formasi Patiayam (Suwarti, 1992). Hasil penelitian, formasi tersebut dibagi ke dalam tiga satuan yang berbeda, yakni Satuan batulempung Patiayam, Satuan batupasir-tufan Patiayam, dan Satuan konglomerat Patiayam. Pembagian ini didasarkan pada aspek fisik, kimia dan biologi batuan penyusunnya. Secara umum, perlapisan Satuan batupasir-tufan Patiayam berstruktur *planar crossbedding*, *trough crossbedding*, *laminasi*, *perlapisan*, *load cast*, *skolithos*, *raindrop structures*. Hal ini diperkuat dengan pengambilan data yang dilakukan secara merata di lokasi penelitian (Lampiran B-1) serta hasil *measurement section*. Penelitian di lapangan menjumpai pecahan fosil tulang di dalam Satuan batupasir-tufan Patiayam bagian atas, namun belum dapat diketahui jenis tulang dan nama spesiesnya. Tuf dan tuf pasir pada Satuan tuf Muria dengan struktur berlapis sampai laminasi diinterpretasikan sebagai endapan epiklastika, karena komposisinya terdiri atas tuf dengan beberapa fragmen lapili, serta beberapa endapan epiklastika, maka lingkungan pengendapannya merupakan fasies *medial* hingga *distal*. Lempung karbonat yang mengandung fosil foram diinterpretasikan sebagai endapan laut. Sedangkan dijumpainya lempung hitam, memungkinkan bahwa daerah tersebut juga pernah mengalami arus yang tenang dan tertutup. Pada daerah telitian ditemukan juga intrusi dengan batuan basalt, intrusi ini membentuk sebuah bukit yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah sekitarnya. Pada daerah yang lebih rendah terendapkan endapan aluvial yang merupakan endapan dari material lepas berukuran lempung hingga pasir sedang.

Struktur geologi daerah penelitian didasarkan pada analisis struktur geologi dengan memakai data lapangan sebagai variabel ukuran yang dipakai untuk melakukan pekerjaan analisa. Data-data struktur geologi tersebut meliputi kekar dan kedudukan lapisan batuan. Struktur geologi yang terdapat pada daerah penelitian adalah bidang perlapisan dan struktur kekar.

Sejarah Geologi yang berkembang pada daerah telitian adalah berawal dari terjadinya tektonik di Pulau Jawa pada zaman Paleogen. Kemudian terbentuk sesar-sesar pada batuan dasar akibat tension yang mengawali pembentukan cekungan di Jawa. Selain adanya tektonik berupa tension, terjadi pula proses penurunan cekungan (*subsidence*) yang akhirnya menyebabkan terbentuknya cekungan pada sekitar zaman Miosen Tengah hingga Pleistosen, yakni terendapkannya Satuan batulempung Patiayam dan Satuan batupasir-tufan Patiayam bagian bawah. Berdasarkan analisa mikropaleontologi batulempung terendapkan pada umur Miosen Akhir (N14-N16), bersamaan dengan satuan batupasir tufan dengan umur Miosen Akhir – Plistosen Awal (N16 – N20) (Lampiran D1 – D3). Kedua Satuan ini mempunyai hubungan menjari disebabkan oleh perbedaan muka tinggi air laut, pada zaman ini terjadi transegresi laut yang cukup signifikan sehingga menghasilkan perbedaan litologi. Disaat ini pula fase awal pembentukan Gunung Patiayam terjadi, menurut Zaim 1978, fase awal pembentukan terjadi sekitar Pliosen awal yang terjadi dilaut dan menerobos batuan lempung dan batupasir tufan. Sampai kemudian Gunung Patiayam muncul ke permukaan yang mengawali perubahan lingkungan pengendapan dari laut ke darat. Pada saat yang hampir bersamaan Gunung Muria yang berada di barat laut Kubah Patiayam mulai muncul dan aktif, gunung muria dapat dibagi atas dua episode erupsi yang disebut sebagai Vulkanisme Muria Tua dan Vulkanisme Muria Muda. Sedangkan Gunung Patiayam mengalami vulkanisme kedua. (Bellon, 1989). Kemudian terendapkan Satuan konglomerat Patiayam, wilayah ini sudah berada pada lingkungan darat, satuan ini terendapkan pada *meandering river*. Material yang berasal dari erupsi ataupun produk vulkanik dari Gunung Patiayam itu sendiri serta vulkanisme Muria Tua. Adanya fragmen yang berumur lebih tua menandakan endapan ini tidak selaras dengan satuan dibawahnya dan fase terakhir merupakan produk vulkanisme Gunung Patiayam yang ketiga berupa tuf. Menurut Sofyan (tidak dipublikasikan) Satuan ini juga mengandung fosil vertebrata dan moluska air tawar pada sisipan breksi dan konglomeratnya, sehingga diinterpretasikan sebagai endapan darat sampai sungai, dan berumur Akhir Plestosen Tengah sekitar 0,5 Juta tahun.

Berdasarkan modifikasi penulis dari Miall, 1978 dengan melihat kenampakan aspek fisik meliputi karakteristik litologi, tekstur serta struktur sedimen dari pengamatan lapangan, maka Formasi Patiayam dapat dibagi menjadi 11 litofasies (Tabel 1) yaitu :

Tabel 1. Pembagian Formasi Patiayam berdasarkan karakteristik litologi, tekstur serta struktur sedimen dari pengamatan lapangan

Table 4.1. Facies classification. (Modified from Miall 1978c)			
Facies code	Facies	Sedimentary structures	Interpretation
Gmm	Matrix-supported, massive gravel	Weak grading	Plastic debris flow (high-strength, viscous)
St	Sand, fine to very coarse, may be pebbly	Solitary or grouped trough cross-beds	Sinuuous-crested and linguoid (3-D) dunes
Sp	Sand, fine to very coarse, may be pebbly	Solitary or grouped planar cross-beds	Transverse and linguoid bedforms (2-D dunes)
Sr	Sand, very fine to coarse	Ripple cross-lamination	Ripples (lower flow regime)
Sh	Sand, very fine to coarse, may be pebbly	Horizontal lamination parting or streaming lineation	Plane-bed flow (critical flow)
Sl	Sand, very fine to coarse, may be pebbly	Low-angle (< 15°) cross-beds	Scour fills, humpback or washed-out dunes, antidunes
Ss	Sand, fine to very coarse, may be pebbly	Broad, shallow scours	Scour fill
Sm	Sand, fine to coarse	Massive, or faint lamination	Sediment-gravity flow deposits
Fl	Sand, silt, mud	Fine lamination, very small ripples	Overbank, abandoned channel, or waning flood deposits
Fsm	Silt, mud	Massive	Backswamp or abandoned channel deposits
C	Coal, carbonaceous mud	Plant, mud films	Vegetated swamp deposits

Hasil analisis fasies pada Formasi Patiayam, secara umum asosiasi fasies Formasi Patiayam yang terdapat pada daerah telitian terbagi menjadi enam asosiasi fasies dari beberapa peneliti terdahulu, yaitu :

a. *Gravel Bars and Bedforms (GB)*

Gravel Bars and Bedforms terdiri dari lithofasies Gh, Gp, dan Gt yang termasuk dalam jenis mesoforms. Pendiskripsian elemen GB dapat digunakan untuk mengetahui air sebagai material pembawa sedimen dan sumber sedimen yang akan menghasilkan perbedaan secara lateral dan perbedaan yang jelas dalam lithofasies dan unsur – unsur pembentukannya.

b. *Sandy Bedforms (SB)*

Sandy Bedforms (SB) merupakan ciri khusus dari *crevasse splays* (delta yang didominasi pada *floodplain* dari percabangan atau perpisahan dari *channel*), *bartops*, dan *sand sheets* dalam endapan sungai dimana endapan pasir mendominasi dan sangat memungkinkan untuk berkembang atau tertutup oleh sedimen lain secara cepat.

c. *Channel (CH)*

Channels (CH) merupakan endapan yang umum terdapat pada lingkungan *meandering river* dengan kombinasi berbagai variasi litofasies. Pada daerah telitian didominasi oleh litologi dengan tekstur kasar berupa konglomerat dan pasir tufan berukuran kasar – sedang.

d. *Overbank Fines (OF)*

Fasies *overbank fines* terdiri dari litologi yang berukuran halus, endapan – endapan ini terjadi pada saat sungai mengalami banjir (*flooding*) sehingga dapat dikatakan tergantung pada cuaca. Fasies ini dapat berkembang menjadi fasies *swamp* yang kemudian berpotensi terjadinya pengendapan batubara atau lempung karbonatan.

e. *Laminated Sand Sheet (LS)*

Laminated sand sheets (LS) merupakan bagian dari karakteristik unit vertikal sungai meandering dengan ciri pembagian lineasi dengan ciri fasies Sh dan berkembang selama kondisi *upper flow regime* selama terjadinya banjir pada daerah arid atau dataran banjir

Berdasarkan hal tersebut diatas, lingkungan pengendapan Formasi Patiayam berada di dua lingkungan, yakni darat pada *meandering river* dan di laut pada *Delta Plain*. Potensi positif yang terdapat di daerah telitian berupa tambang pasir yang sudah mulai dilakukan oleh warga dan juga berpotensi sebagai situs purbakala, sedangkan potensi negati berupa pergerakan tanah yang dapat menyebabkan tanah longsor.

KESIMPULAN

Secara geomorfik, daerah penelitian dibagi menjadi empat satuan bentuk lahan, yaitu Satuan Geomorfik Lembah Subsekuen (S1), Perbukitan Terkikis (D1), Dataran Nyaris (D2), Bukit Sisa Vulkanik (V1), Dataran Aluvial (F1) dan Tubuh Sungai (F2). Pola pengaliran yang berkembang pada daerah penelitian yaitu subdendritik. Stratigrafi daerah penelitian terdiri dari lima satuan batuan, dari tua ke muda adalah Satuan batulempung Patiayam berumur Miosen Tengah - Miosen Akhir (N.14-N.16), yang diendapkan secara menjari dengan Satuan batupasir-tufan Patiayam berumur Miosen Akhir (N.16-N.17), Satuan konglomerat Patiayam berumur Pliosen, Satuan tuf Muria berumur Plistosen, dengan hubungan stratigrafi yang selaras, serta endapan aluvial berumur Holosen yang diendapkan tidak-selaras dengan satuan yang berada di bawahnya. Struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian berupa struktur kekar. Hasil analisa didapatkan arah tegasan $\delta 1$ sebesar 31° , N 291° E, $\delta 2$ sebesar 56° , N 093° E, dan $\delta 3$ sebesar 02° , N 187° E. Analisis fasies pada Formasi Patiayam yang menunjukkan asosiasi fasies *Gravel Bars and Bedforms (GB)*, *Sandy Bedforms (SB Channel (CH))*, *Overbank Fines (OF)*, dan *Laminated Sand Sheet (LS)*, maka lingkungan pengendapan Formasi Patiayam pada daerah penelitian dibagi menjadi dua yakni darat pada lingkungan Sungai Meander (*Channels – Point Bar*) dan *Delta Plain* pada lingkungan *Transitional Lower Delta Plain*. Adapun potensi geologi yang ada pada daerah penelitian terdiri dari potensi positif berupa bahan galian Golongan C yaitu batupasir serta menjadi situs purbakala yang mengandung fosil hewan purba dan fosil manusia purba serta peralatannya. Sedangkan potensi negatif berupa gerakan tanah berupa longoran.

DAFTAR PUSTAKA

- Anthony, H., 1989, *Igneous Petrology*, Longman Inc, New York, h 573.
- Asikin, S., 1997, *Diktat Geologi Struktur Indonesia*, Jurusan Teknik Geologi, Institut Teknologi Bandung
- Barker, R. W., 1960, *Taxonomic Notes on the species Figured by N. B. Brady in his Report on the Foraminifera Dredged by H. M. S. Challenger During the years 1873 – 1876*. Soc. Econ. Pal. Min., Spec. Publ. n. 9, 238 h
- Barnes, D., Bliss P.J., Gould, B.W., and Valentine, H.R., 1995, *Water and Wastewater Engineering System*, Logman Scientific and Technical
- Bellon, H., Soeria-Atmadja, R., Maury, R.C., Suparka, E., and Yuwono, Y.S., 1989. Chronology and Petrology of back arc volcanism in Java, Proc. Reg. Conf. Geol. Min. Hyd. Res. SE Asia. In R.P. Koesoemadinata & D. Noeradi (Eds.), 2003, *Indonesian Island Arcs: Magmatism, Mineralization, and Tectonic Setting*, Penerbit ITB, Bandung, p. 174-186.
- Blow, W.H., *Late Middle Eocene to Recent Planctonic Foraminifera Biostratigraphy*, Proc. First Int. Conf. Plaktonic Micro Fossilles, E.J. Brill-Leiden
- Boggs, Sam, J. R., 1995, *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*, University of Oregon, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Dunham, R.J., 1962, *Classification of carbonate rocks according to depositional texture*. American Association of Petroleum Geologists Memoir, p. 108-121.
- Folk, R.L., 1974, *Petrology of Sedimentary Rocks*. Hemphill Publishing Company, Austin, Texas, 183 pp.
- Fleuty, M. J., 1964, The Description of Fold: *Geological Association Proceedings*, v.75.
- Gilbert, 1954, *Sandstone Classification*, AAPG Special Volumes.
- Howard, A.D., 1967, “*Drainage Analisis In Geologic Interpretation*”, Vol 51.No.11 AAPG, Buul, California.
- Koesoemadinata, R.P., 1985, *Prinsip-prinsip Sedimentasi*, Jurusan Geologi, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Krumbein, C. dan Sloss, L.L., 1951, *Stratigraphy and Sedimentation*, San Francisco: W.H. Freeman and Company.
- Lobeck, A. K., 1939, *Geomorphology : An Introduction to the Study of Landscapes*, Mc.Graw-Hill Book Company, Newyork.
- Martodjojo, S., dan Edison S., 2002, *Sequence Stratigraphy : “Terms and Concept”*, Department of Geology, FMIPA, UNPAD – Bandung.
- Miall, Andrew D., 1981. *Analysis of Fluvial Depositional System*. American Association of Petroleum Geologists
- Nichols, Gary., 1999. *Sedimentology and Stratigraphy*. Blackwell Science Ltd.
- NTT (National Technical Team), 2000. *Volcanological Aspects of Muria Volcanic Complex and Their Hazard Assessment Report, Unpublished report to National Nuclear Energy Agency (BATAN): Feasibility Study of Nuclear Power Plant at Muria Penninsula, Central Java, Indonesia*.
- Pettijohn, F.J., 1975, *Sedimentary Rock, Third Edition*, Marker and Bow Publisher.
- Prasetyadi, C., 2007 : Disertasi, *Evolusi Tektonik Paleogen Jawa Bagian Timur*. Tidak dipublikasikan
- Pringgoprawiro, H. dan Kapid, R., 1999, *Foraminifera, Pengenalan Mikrofosil dan Aplikasi Biostratigrafi*, Penerbit ITB, Bandung.
- Walker, Roger G., 1984. *Facies Models: Second Edition*. Geological Association of Canada.
- Satyana, A.H., 2006, *New Insight on Tectonic of Central Java, Indonesia and Its Petroleum Implication*, Perth, American Aaassociation of Petroleum Geologists International Conference and Exhibition
- Selley, R.C., 1985, *Ancient Sedimentary Environments*, Third Edition. Cornell University Press, New York.

- Sribudiyani., 2003, *The Collision of the East Java Microplate and Its Implication for Hydrocarbon Occurrence in the East Java Basin, Proceeding 29th Annual Convention*, p.335-346: Jakarta, Indonesia.
- Suwarti, T., dan Wikarno, 1992. *Peta Geologi Lembar Kudus*, skala 1:100.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Verstappen, M. TH., 1985, "*Geomorphological Surveys for Environmental Development*", Elsevier Science Publishing Company Lnc, Amsterdam.
- Van Bemmelen, R. W, 1949, *The Geology of Indonesia The Hague : Govt. Printing Office*
- Van Zuidam, R.A., and Zuidam C. Fl., 1979, *Terrain Analysis and Classification using Aerial Photographs A Geomorphological Approach ITC*, Text Book.
- Whitford, D.J., 1975, Strontium isotopic studies of volcanic rock of the Sunda Arc, Indonesia and their petrogenetic implication, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 39, 1287-1302.
- Zaim, Y., Hadiwisastro, S., 1983. - *Penelitian mikropaleontologi dan kaitannya dengan endapan pengandung Homoerectus di Kubah Patiyam, Jawa Tengah*. Rehpa - Puspan, Cibogo. Dokumentasi: 1 - 20.
- Zaim, Y., Delaune, M., 1988. - *Quaternary volcanic fluvial deposits in Patiyam, Central Java (Indonesia) : depositional environment and mineralogy*. 9th IAS Regional Meeting, Leuven (Belgium), September 1988. Abstracts :235.
- Zaim, Y., 1978, *Les Formations "volcano-sedimentarres" Quarternaires de la region de Patiyam (Central Java, Indonesia)*, Theses Doktorat L'Institut de Paleontologie Humaine, Perancis, Tidak Dipublikasikan, 264 H.