



Sesar Naik Kalitengah sebagai pengontrol naiknya batuan berumur Pra-Tersier dan Tersier di Daerah Kalitengah, Banjarnegara, Jawa Tengah

Huzaely Latief Sunan¹, Fikri Mahendra Malik¹, Eko Bayu Purwasatriya¹, Sarah Laila Nuranisa¹, Mochammad Aziz¹, dan Rasyid Faiz Wahyuaji¹.

¹Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Purbalingga

*e-mail: huzaely.sunan@unsoed.ac.id

Info Artikel

Diserahkan:
17 Juni 2022
Direvisi:
25 Juli 2022
Diterima:
2 Agustus
Diterbitkan:
6 Agustus 2022

Abstrak

Pulau Jawa secara tatanan tektonik merupakan zona subduksi antara lempeng Indo-Australia dengan Eurasia. Aktivitas subduksi menghasilkan struktur geologi salah satunya sesar naik yang dapat mengangkat batuan tua ke permukaan, sebagai contoh batuan berumur Pra-Tersier dan Tersier. Penyebab terangkatnya batuan berumur Pra-Tersier dan Tersier menarik untuk diteliti. Tujuan Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui penyebab terangkatnya batuan berumur Pra-Tersier dan Tersier ke permukaan. Metode penelitian yang dilakukan yaitu pemetaan geologi dan analisis struktur geologi. Pemetaan geologi berupa pemetaan sebaran batuan dan pengukuran unsur struktur geologi. Analisis struktur geologi dengan melakukan rekonstruksi penampang sayatan geologi dan analisis stereografis. Analisis data struktur geologi membuktikan adanya sesar naik Kalitengah dengan kedudukan N304°E/58° NE Pitch 75° ke arah SW dan struktur Lipatan Donorejo yang memiliki kedudukan *axial plane* N282°E/78°NE berarah Barat-Timur. Penelitian ini menyimpulkan terangkatnya batuan berumur Pra-Tersier dan Tersier dikontrol oleh kehadiran sesar naik Kalitengah yang merupakan hasil aktivitas dari subduksi di Selatan Pulau Jawa dengan gaya utama berarah Utara-Selatan.

Kata kunci: subduksi, struktur geologi, Kalitengah, sesar naik, stereografis

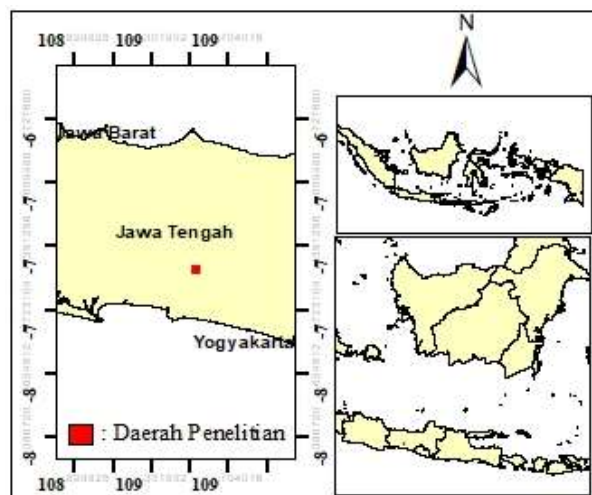
Abstract

Java Island is a tectonic setting as a subduction zone between the Indo-Australian and Eurasian plates. Subduction activity produces geological structures, one of the thrust faults that can cause old rocks to be uplifted to the surface, for example, the Pre-Tertiary and Tertiary ages rocks. The cause of the uplift of Pre-Tertiary and Tertiary rocks is interesting to research. This research aims to know why the uplift of Pre-Tertiary and Tertiary age rocks to the surface. The research method used is geological mapping and geological structure analysis. Geological mapping is rock distribution mapping and measuring geological structural elements-analysis of geological structures by reconstruction of geological sections and stereographic analysis. Analysis of geological structure data demonstrated that there is a Kalitengah thrust fault with strike/dip: N 304° E/58° NE and Pitch 75° toward SW and a Donorejo Fold structure with axial plane: N282°E/78°NE toward West-East. This research concludes that the uplift of Pre-Tertiary and Tertiary age rocks has been controlled by the presence of the Kalitengah thrust fault structure, which is the result of subduction activity in the South of Java Island with a North-South main stress direction.

Keywords: subduction, geological structure, Kalitengah, thrust fault, stereographic

1. Pendahuluan

Aktivitas subduksi di Selatan Pulau Jawa berlangsung sejak Pra-Tersier sampai saat ini [1] Salah satu hasil dari proses subduksi yaitu struktur geologi yang dapat menjadi pemicu tersingkapnya batuan Pra-Tersier-Tersier ke permukaan [2]. Batuan berumur Pra-Tersier yang tersingkap ke permukaan salah satunya berada di Kompleks Melange Lok Ulo yang merupakan kompleks akresi berumur Kapur [3]. Pada daerah penelitian, ditemukan batuan berumur Pra-Tersier, yaitu Kapur dan Tersier pada umur Paleosen dan Oligosen yang tersingkap ke permukaan. Tersingkapnya batuan Pra-Tersier dan Tersier di daerah penelitian menarik untuk diteliti. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui penyebab terangkatnya batuan berumur Pra-Tersier dan Tersier ke permukaan dengan melakukan kajian struktur geologi di daerah Kalitengah Banjarnegara yang juga termasuk ke dalam wilayah Kompleks Melange Lok Ulo (lihat gambar 1).

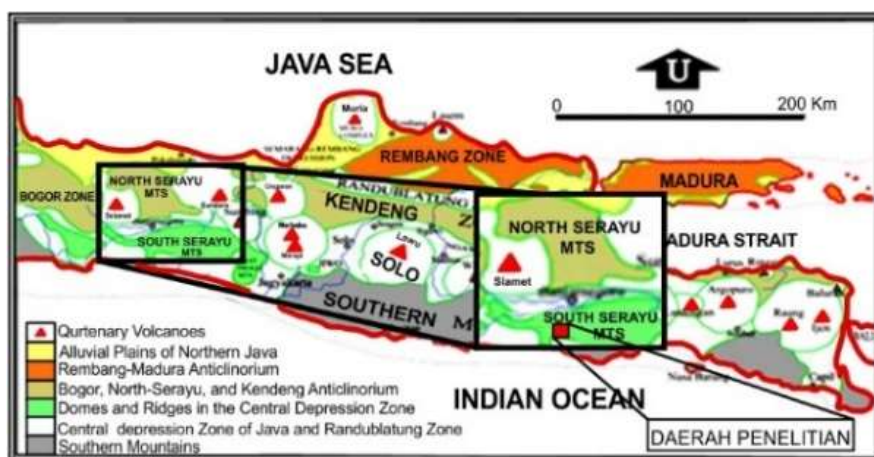


Gambar 1. Peta Lokasi Daerah Penelitian

1.1. Geologi Regional

1.1.1. Fisiografi Regional

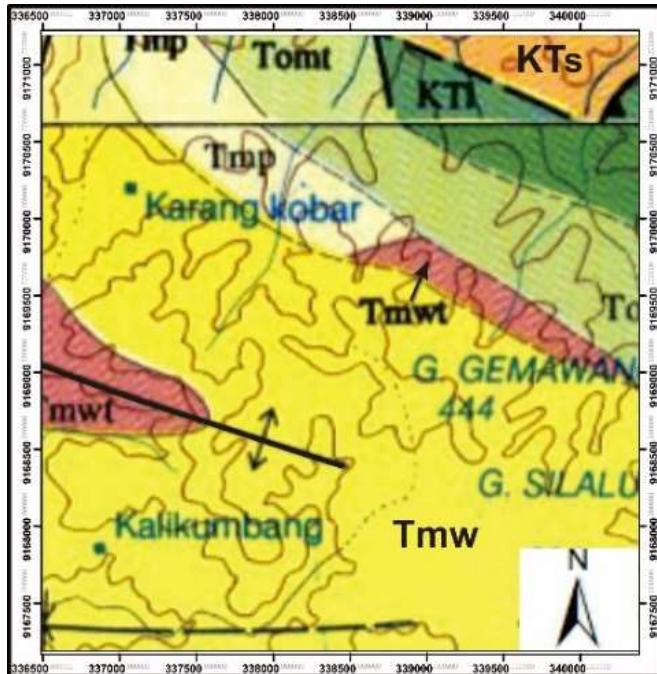
Fisiografi Jawa Tengah terbagi menjadi 7 zona fisiografi, yaitu: Zona Gunung Api Kuarter, Zona Dataran Aluvial Pantai Utara Jawa, Zona Antiklinorium Rembang–Madura, Zona Antiklinorium Bogor–Serayu Utara–Kendeng, Zona Pematang dan Dome pada Pusat Depresi, Zona Depresi Sentral Jawa–Randublatung, serta Zona Pegunungan Selatan [2]. Berdasarkan fisiografi Pulau Jawa dan Madura [2], daerah penelitian termasuk dalam Zona Fisiografi Pegunungan Serayu Selatan. Zona fisiografi Serayu Selatan dipengaruhi oleh gaya pengangkatan dan bagian Timur terbentuk antiklin yang membentuk zona antiklinorium mencapai lebar 30 km dari daerah Lok Ulo sampai ke Selatan Banjarnegara (Gambar 2).



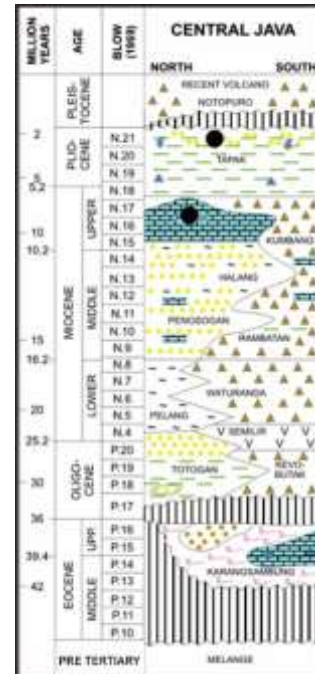
Gambar 2. Peta Fisiografi Jawa dan Madura (Modifikasi dari Bemmelen, 1949)

1.1.2. Stratigrafi Regional

Stratigrafi regional daerah penelitian masuk ke dalam peta geologi regional lembar Kebumen dan lembar Banjarnegara–Pekalongan [4 dan 5] (Gambar 3). Urutan stratigrafi daerah penelitian dari tua-muda, yaitu: Kompleks Lok Ulo (KTI), *Greywacke* (KTs), Formasi Totogan (Tomt), Anggota Tuf Formasi Waturanda (Tmwt), Formasi Waturanda (Tmw), dan Formasi Penosogan (Tmp) (Gambar 3). Profil vertikal stratigrafi regional tergambar pada kolom stratigrafi regional [6] (Gambar 4)



Gambar 3. Peta geologi regional lembar Kebumen dan lembar Banjarnegara-Pekalongan Modifikasi dari [4] dan [5]

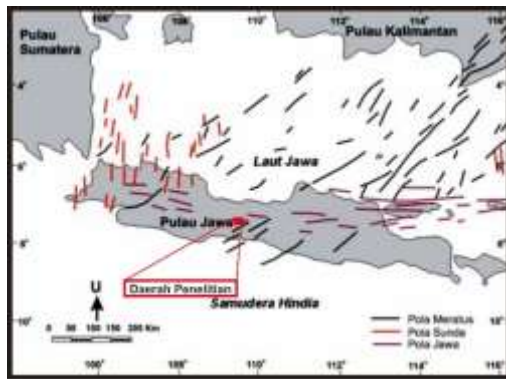


Gambar 4. Kolom Stratigrafi Regional Jawa Tengah (Modifikasi dari Satyana, 2007)

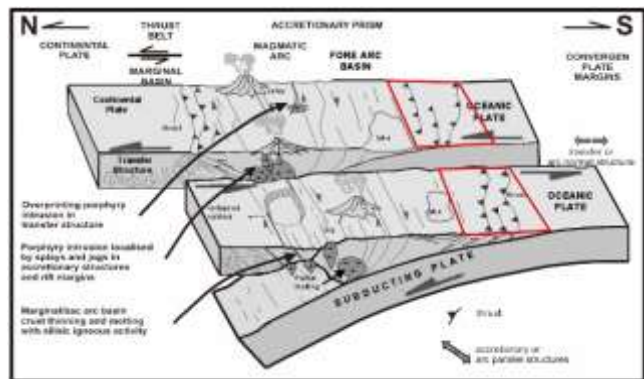
1.1.3. Struktur Geologi Regional

Pola struktur regional yang berkembang di Pulau Jawa, yaitu: Pola Sunda berarah Utara–Selatan, Pola Meratus berarah Timur Laut–Barat Daya, dan Pola Jawa berarah Barat–Timur [6] (Gambar 5). Dalam perkembangannya, pola struktur dan tektonik Pulau Jawa dari berumur tua muda, yaitu Pola Sunda, Pola Meratus, dan Pola Jawa. Pola Sunda dan Meratus kemungkinan hasil dari aktivitas tektonik Pra-Tersier yang selanjutnya mengalami reaktivitas pada tektonisme lebih muda, sedangkan Pola Jawa diakibatkan oleh tektonik Neogen dan menjadi pola yang paling berkembang di Pulau Jawa saat ini [7].

Pola struktur dan tektonik yang berkembang di daerah penelitian tidak terlepas dari aktivitas subduksi antara lempeng Indo-Australia dengan Eurasia. Dalam kaitannya dengan konfigurasi tektonik subduksi, daerah penelitian berada di zona prisma akresi dan menjadi tempat akumulasi terendapkannya batuan yang kemudian mengalami proses pengangkatan ke permukaan oleh kehadiran sesar-sesar naik [8] (Gambar 6). Berdasarkan pola struktur dan tektonik regional yang berkembang di Pulau Jawa, daerah penelitian dipengaruhi oleh Pola Jawa yang berarah Barat–Timur dengan arah tegasan utama Utara–Selatan yang berkaitan erat dengan aktivitas subduksi Lempeng Indo-Australia yang menujam ke dalam Lempeng Eurasia.



Gambar 5. Pola Struktur Regional Pulau Jawa [6]



Gambar 6. Lingkungan tektonik sistem penunjaman dua lempeng dan daerah penelitian ditandai kotak warna merah [8]

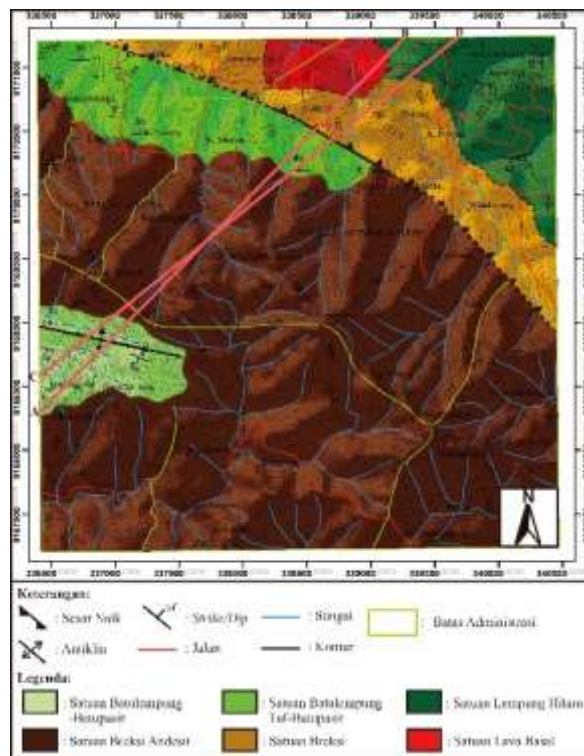
2. Metodologi

Metode penelitian yang dilakukan, yaitu pemetaan geologi dan analisis struktur geologi. Pemetaan geologi berupa pemetaan sebaran batuan dan pengukuran unsur struktur geologi. Analisis struktur geologi dengan melakukan rekonstruksi penampang sayatan geologi dan analisis stereografis. Hasil analisis kemudian dihubungkan dengan geometri sebaran batuan, pola struktur geologi regional, dan penelitian terdahulu untuk kemudian dapat menjawab penyebab batuan berumur Pra-Tersier dan Tersier tersingkap ke permukaan di daerah penelitian

3. Hasil dan pembahasan

3.1 Hasil

Hasil pemetaan geologi pada daerah penelitian menghasilkan beberapa kumpulan data, yaitu data litologi dan data struktur geologi. Kumpulan data tersebut menghasilkan suatu informasi geologi yang dituangkan dalam peta geologi, profil kolom stratigrafi, dan penampang sayatan geologi daerah penelitian. Daerah penelitian terbagi menjadi beberapa satuan batuan dari berumur tua muda, yaitu Satuan Lava Basal, Satuan Lempung Hitam, Satuan Breksi, Satuan Batulempung Tuf-Batupasir, Satuan Breksi Andesit, dan Satuan Batulempung-Batupasir (Gambar 7).

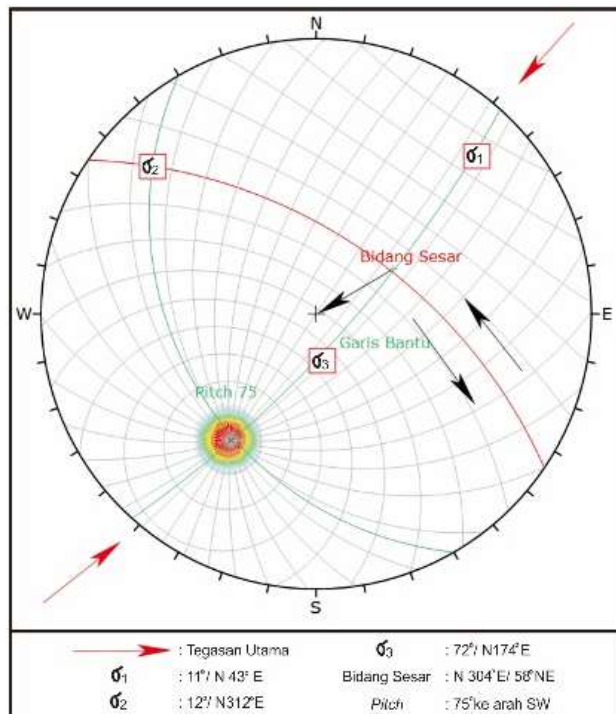


Gambar 7. Peta geologi daerah penelitian

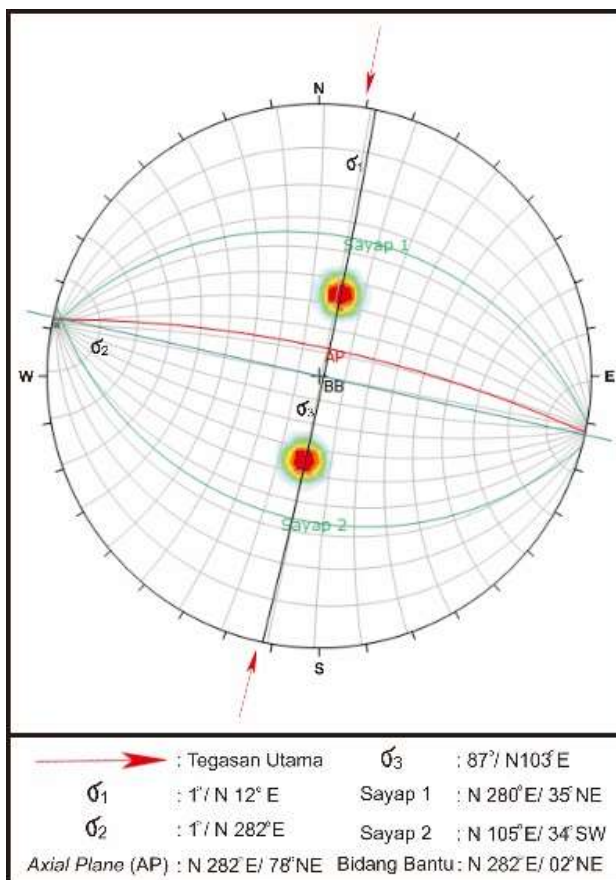
Gambar 8. *Profil Kolom Stratigraf Daerah Penelitian*



1. *Journal of the American Medical Association*, 1997; 277: 1001-1005.



Gambar 10. Hasil analisis stereografis sesar dari data gores garis pada daerah penelitian



Gambar 11. Hasil Analisis Stereografis Lipatan dari Data Kedudukan Litologi

3.2. Pembahasan

Sesar naik di daerah penelitian memiliki kelurusan berarah Barat Laut–Tenggara (NW-SE) dengan *hanging wall* berada pada blok bagian utara. Hasil analisis stereografis didapatkan sesar naik di Kalitengah dengan kedudukan $N304^{\circ} E/58^{\circ} NE$ Pitch 75° ke arah SW. Hasil analisis tersebut menunjukkan sesar naik Kalitengah terbentuk oleh gaya utama maksimum berarah horizontal ($11^{\circ}/N43^{\circ}E$) dan gaya utama minimum berarah vertikal ($72^{\circ}/N174^{\circ}E$). Berdasarkan konsep gaya, gaya utama maksimum berarah horizontal dan gaya utama minimum berarah vertikal akan menghasilkan sesar naik (Gambar 10). Sesar naik Kalitengah inilah yang diinterpretasikan menjadi penyebab utama batuan Pra-Tersier dan Tersier, yaitu pada Satuan Lava Basal, Satuan Lempung Hitam, dan Satuan Breksi di daerah penelitian terangkat kepermukaan. Selain sesar naik, di daerah penelitian dijumpai struktur geologi berupa lipatan antiklin yang dianalisis berdasarkan kedudukan batuan. Hasil analisis lipatan didapatkan kedudukan sayap satu sebesar $N280^{\circ}E/35^{\circ} NE$ dan sayap dua bernilai $N105^{\circ}E/34^{\circ} SW$, dan *axial plane* sebesar $N282^{\circ}E/78^{\circ}NE$ berarah Barat-Timur. Lipatan ini terbentuk oleh gaya berarah Utara-Selatan (N-S) (Gambar 11).

Proses terangkatnya batuan Pra-Tersier dan Tersier di Selatan Pulau Jawa atau Kompleks Melange Lok Ulo-Karangsambung sudah banyak dilakukan penelitian. Secara regional, Harsolumakso (1996) mengatakan bahwa terangkatnya Formasi Karangsambung yang terletak di Selatan Jawa disebabkan karena deformasi tektonik Kala Oligosen–Miosen. Satyana (2005) dalam publikasinya mengatakan terdapat sepasang sesar mendatar, yaitu: sesar mendatar kiri Kebumen–Muria berarah Timur Laut–Barat Daya dan sesar mendatar kanan Cilacap–Pamanukan berarah Barat Laut–Tenggara yang menyebabkan batuan di Kompleks Melange Lok Ulo terangkat ke permukaan. Noeradi (2006) melakukan penelitian dengan menggunakan data *Side Looking Airborne Radar* (SLAR) menyebutkan adanya 2 jalur sesar sinistral yang berarah sekitar $N70^{\circ}E$ yang kemungkinan besar berperan dalam proses terangkatnya batuan berumur Kapur di Karangsambung. Satyana (2014) dalam rekonstruksi jalur subduksi di Pulau Jawa pada Kapur Awal, daerah Luk Ulo merupakan zona tumbukan antara mikro-kontinen Jawa Timur dengan Pulau Jawa, yang besar kemungkinan bahwa Karangsambung juga merupakan *suture zone*. Penelitian ini mendukung penelitian yang telah dilakukan oleh Noeradi (2006). Husein (2013) dalam membuat diagram rekonstruksi evolusi geologi Zona Serayu berdasarkan tektonostratigrafi mengatakan Formasi Karangsambung terangkat dan terlipat pada Kala Miosen Tengah-Miosen Akhir akibat peristiwa rotasi Sundaland dan pemendekan Jawa Tengah.

Penelitian skala yang lebih kecil, [9] mengatakan bahwa deformasi Formasi Karangsambung berhubungan dengan pelipatan dan anjakan ke arah Selatan. [10] melakukan penelitian menggunakan data kekar gerus dan breksiasi didapatkan kehadiran sesar naik dengan kemiringan ke Tenggara. Keberadaan sesar naik ini diinterpretasikan merupakan bagian dari *positive flower structure* yang menyebabkan batuan Pra-Tersier di Kompleks Melange Lok Ulo tersingkap. [11] dalam penelitiannya menunjukkan kehadiran sesar naik Kalijebug yang mengontrol terangkatnya batuan Pra-Tersier di Kompleks Melange Lok Ulo Karangsambung yang memiliki kemiringan ke Utara dan menjadi batas antara batuan Kompleks Lok Ulo (Pra-Tersier) di Utara dengan batuan Formasi Karangsambung (Tersier) di Selatan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis diperoleh kesimpulan; daerah penelitian terbagi menjadi beberapa satuan batuan dari umur tua muda, yaitu: Satuan Basal, Satuan Lempung Hitam, Satuan Breksi, Satuan Batulempung Tuffan-Baatupasir, Satuan Breksi Andesit, dan Satuan Batulempung-Batupasir. Struktur geologi yang ada di daerah penelitian, yaitu sesar naik Kalitengah dengan kedudukan $N 304^{\circ} E/58^{\circ} NE$ Pitch 75° ke arah SW dengan jenis sesar *Left Reverse Slip Fault* atau sesar naik mengiri dan lipatan antiklin Donorejo kedudukan sayap satu $N 105^{\circ} E/34^{\circ} SW$, sayap dua $N 280^{\circ} E/35^{\circ} NE$, dan *axial plane* sebesar $N282^{\circ}E/78^{\circ}NE$ berarah Barat-Timur dengan jenis *Sleeply Inclined*. Batuan berumur Pra-Tersier dan Tersier terangkat ke permukaan di kontrol oleh kehadiran struktur sesar naik Kalitengah

yang merupakan hasil dari aktivitas subduksi di Selatan Pulau Jawa dengan gaya utama berarah Utara-Selatan [12-19].

Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman yang telah memfasilitasi penulis untuk melakukan penelitian, para dosen Teknik Geologi Universitas Jenderal Soedirman yang telah bersedia memberikan saran dan masukan, dan pihak-pihak yang telah membantu serta berdiskusi selama penyusunan karya tulis ilmiah ini.

Daftar Pustaka:

- [1] Asikin, S., Handoyo, A., Busono, H., & Gafoer, S. (1992). *Peta Geologi Lembar Kebumen, Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi: Bandung.
- [2] Bachri, S. (2014). Pengaruh Tektonik Regional Terhadap Pola Struktur dan Tektonik Pulau Jawa. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 15(4), 215-221.
- [3] Bemmelen, V.R.W. (1949). *The Geology of Indonesia Vol. 1A General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes*, Netherland: Martinus Nyhoff The Hague.
- [4] Condon, W.H., Pardyanto, L., Ketner, K.B., Amin, T.C., Gafoer, S., & Samodra, H. (1996). *Peta Geologi Lembar Banjarnegara dan Pekalongan, Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi: Bandung.
- [5] Fluety, M.J. (1964). The Description of Folds. *Proceedings of the Geologist Association*, 75(4).
- [6] Harsolumakso, A. (1999). Diabas di daerah Karangsambung, Luk Ulo, Jawa Tengah; Apakah Bentuk Kelompok Batuan Basaltik Berupa Tubuh Intrusif?. *Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Geologi*: Yogyakarta.
- [7] Harsolumakso, A., & Noeradi, D. (1996). Deformasi pada Formasi Karangsambung, di daerah Lok Ulo, Kebumen, Jawa Tengah. *Buletin Geologi*. 26(1), 45-54.
- [8] Hilmi, F., & Haryanto, I. (2008). Pola Struktur Regional Jawa Barat. *Bulletin of Scientific Contribution*. 6 (1), 57-66.
- [9] Husein, S., Jyalita, J., & Nurseecha, M.A.Q. (2013). Kendali Stratigrafi dan Struktur Gravitasi pada Rembesan Hidrokarbon Sijenggung, Cekungan Serayu Utara. *Prosiding Seminar Nasional Kebumian Ke-6*: Yogyakarta
- [10] Noeradi, D., Subroto, E.A., Wahono, H.E., Hermanto, E., & Zaim, Y. (2006). Basin Evolution and Hydrocarbon Potential of Majalengka-Bumiayu Transpression Basin, Java Island, Indonesia. *AAPG, International Conference and Exhibition*, Perth, Australia.
- [11] Pulunggono, A., & Martodjojo, S. (1994). Perubahan Tektonik Paleogen-Neogen Merupakan Peristiwa Terpenting di Jawa. *Prosiding Geologi dan Geotektonik Pulau Jawa*: 37-50.
- [12] Purwasatriya, E.B., Amijaya, H., & Widagdo, A. (2019). Karangsambung: Sebuah Positive Flower Structure? Studi Pendahuluan Tersingkapnya Batuan Tertua di Jawa. *Seminar Nasional Ilmu Kebumian-Geodiversity, Riset untuk Pengembangan Kawasan Geopark di Indonesia*, LIPI-Kebumen.
- [13] Rickard, M.J. (1972). Fault Classification: Discussion. *Geological Society of America Bulletin*, 83(8), 2545-2546
- [14] Satyana, A.H. (2005). Structural Indentation of Central Java: A Regional Wrench Segmentation. *Proceeding Joint Convention Surabaya*, 193-204.
- [15] Warner, J., Widiatmoko, F. R., & Wang, T. P. (2022). Cumulative Environmental Impact of Humans' (Agro-Busines) Activities. *Journal of Earth and Marine Technology (JEMT)*, 2(2), 79-86.
- [16] Satyana, A.H. (2014). New Consideration on The Cretaceous Subduction Zone of Ciletuh-Luk Ulo-Bayat-Meratus: Implications for South Sundaland Petroleum Geology. *Proceeding Indonesian Petroleum Association, 38th Annual Convention and Exhibition*, Jakarta.

- [17] Satyana, A.H. (2007). Central Java, Indonesia-A”Terra Incognita” in Petroleum Exploration: New Considerations on the Tectonic Evolution and Petroleum Implications. *Proceedings Indonesia Petroleum Association 31st Annual Convention and Exhibition*.
- [18] Soesilo, J., Schenk, V., Suparka, E., Abdullah, C.L. (2015). The Mesozoic Tectonic Setting of SE Sundaland Based on Metamorphic Evolution. *Proceedings Indonesian Petroleum Association, 39 Annual Convention*.
- [19] Widagdo, A., Setijadi, R., Purwasatriya, E.B., Sunan, H.L., Aditama, M.R., & Trilaksono, FX.A. (2020). Sesar naik Kali Jebug Sebagai Indikasi Pengontrol Naiknya Batuan Pra-Tersier di Karangsembung, Kabupaten Kebumen-Jawa Tengah. *Prosiding Seminar Teknologi Kebumian dan Kelautan*, 2(1), 47-51.