

Pola Deformasi (*Deformation Pattern*) Mineralisasi Emas Sulfida Rendah di Zona Neo-Tektonik Selat Sunda (*Deformation Patterns Low Gold Mineralization Sulfide in the Sunda Strait Neo- Tectonic Zone*)

Dudi Nasrudin Usman^{1,2}, Nana Sulaksana¹, Febri Hirnawan¹, Iyan Haryanto¹
¹Jurusan Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran
²Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung

Abstract

The Sunda Strait is one of the zones of the Eurasian plate encounters with fairly active Indian plates. This can be seen based on volcanic activity that occurred in the region of Mount Krakatau. But there are unique things that are important to learn is tectonic movement with geological forces that work to produce cracks in rocks, the formation of volcanoes and cracks that occur produce mineralized zones, especially in the Formation of Honje and Formation Cipacar and more widely known as Bayah Dome. The presence of mineralization of the Honje Formation and Cipacar Formation is particularly located in the District of Cimanggu, Mangku Alam Village, the existence of gold mining activities proves that the mineralization of the region has the potential of economy. The presence of mineralization will not be separated from the presence of rock fractures in the two formations that have different geological age of the Late Miocene and Pliocene. Both formations are hindered by the presence of unconformity fields. This study aims to prove the extent of tectonic activity occurring in the Honje Formation with the final Miocene age forwarded to the Cipacar Formation even though obstructed by the field of nonconformity with the results of field data processing based on the value of RMR and RQD value. Both parameters are also studied to determine the extent to which the RQD value determines the magnitude of the grade value of Gold (Au). The distribution of RMR value and rock RQD value is taken from 2 different rock units, ie, andesite rock units in Honje Formation and tuff rock units in Cipacar Formation, based on the data distribution around 125 RMR observation points and 117 RQD observation points in the field are processed by using method test the average difference of the two parameters from 2 different rock units. In addition, the RQD value was correlated to the high level of gold content using correlation regression test of 78 data content and RQD value. Results of processing and discussion of data indicate that between the value of RMR in andesite unit and tuff unit there is no difference in value means H_0 accepted by $t_{count} = 0.556 < t_{table} = 1.995$, as well as the difference test average RQD value where the results show that there is no difference between the average value of RQD andesite rock units in Honje Formation and tuff rock units in Cipacar Formation with $t_{count} = 1.714 < t_{table} = 1.995$, based on the results of data processing it can be explained that the tectonic activity in Honje Formation with the final Miocene age is forwarded to Cipacar Formation even if obstructed the field of dissonance means that tectonic activity of the region is inferred as neo-tectonic activity of West Java. In addition, one more thing that can be concluded that the relationship of RQD with Gold content (Au) based on statistical test the greater the value of RQD then the value of gold content (Au) the greater the test results regression correlation value P_{value} (Significance) = 0.013 with the equation $y = -0.715x + 75.882$ value R^2 42.39%. Because Significance value > 0.05 then H_0 DENIED, so H_1 accepted, where the higher the value of the Big Au content then the RQD Value the greater.

Keywords: Neo-Tectonic, Honje Formation, Cipacar Formation, Gold Mineralization, and Depormation Pattern

1. Pendahuluan

Aktivitas geologi suatu daerah akan sangat memberikan suatu efek terhadap pembentukan

* Korespodensi Penulis: ((Dudi Nasrudin Usman)
Jurusan Teknik Geologi Universitas Padjadjaran
E-mail: dudi.nasrudin.usman@yahoo.co.id
HP : 081317566144

karakteristik geologi wilayah tersebut. Salah satu produk aktivitas geologi khususnya di wilayah Selat Sunda yaitu adanya Zona Tumbukan Lempeng. Adanya aktivitas tersebut akan menghasilkan fenomena-fenomena geologi, seperti; pembentukan gunungapi, perubahan morfologi dan pembentukan zona mineralisasi.

Zona mineralisasi di wilayah kajian ini sangat erat hubungannya dengan zona tumbukan lempeng di Selat Sunda dan berpengaruh hingga

ke Pulau Sumatera. Kemunculan zona mineralisasi di ujung dari Pulau Jawa Bagian Barat khususnya Wilayah Pandeglang memberikan suatu fenomena yang bernilai ekonomis, dimana salah satunya wilayah tersebut ada aktivitas penambangan emas saat ini yang sedang beroperasi di Desa Mangkualam, Kecamatan Cimanggu, dan Eks-Tambang Emas Daerah Cikotok.

Kehadiran zona ini tidak lepas dari peran struktur yang bekerja yaitu deformasi batuan. Pola deformasi batuan terikat dengan pola sebaran endapan bahkan terhadap nilai kadar emas di wilayah tersebut.

Sebaran suatu endapan akan sangat ditentukan dari suatu sebaran kekar-kekarnya, semakin banyak kekar-kekar maka secara dimensi endapan mineral akan semakin banyak karena banyak ruang yang bisa dijadikan sebagai

tempat terbentuknya endapan dan proses pengayaan.

Wilayah Kecamatan Cimanggu menjadi salah satu lokasi yang merupakan bagian dari adanya aktivitas tektonik lempeng di Selat Sunda serta Gunungapi yang terbentuk di wilayah tersebut, sehingga mendorong terbentuknya wilayah mineralisasi yang cukup menyebar yang dikenal dengan Bayah Dome. Dimana kawasan mineralisasi di Kecamatan Cimanggu menjadi salah satu yang mempunyai nilai ekonomis untuk dieksploitasi.

Lokasi dan Aksesibilitas

Lokasi kegiatan secara administrative terletak di Desa Mangkualam, Kecamatan Cimanggu, Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten, terkait dengan data kajian yaitu masuk dalam wilayah IUP Operasi Produksi Penambangan Emas Bawah Tanah PT Cibaliung Sumberdaya.



Sumber : <https://www.google.co.id/maps/place/..2017>

Gambar 1. Lokasi Kajian Desa Mangkualam, Kec. Cimanggu, Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten

Tinjauan Pustaka

Aktivitas tektonik wilayah kajian yang merupakan bagian barat Pulau Jawa yang dimana secara geologi wilayah tersebut masuk dalam Banten Block. Bemmelen, V., (1949) menyebutkan wilayah ini sebagai Banten Block dengan batasan berupa garis yang terbentang selatan-utara dari Teluk Pelabuhan Ratu hingga Teluk Jakarta termasuk didalamnya batas secara geologi (Nasrudin, D., Usman (2017)).

Tektonik Jawa – Sumatera banyak mengalami perkembangan melalui publikasi-publikasi ilmiah terbaru khususnya, orientasi Pulau Jawa mempunyai kemiripan dengan Pulau Sumatera. Kedua pulau tersebut terpisah sejak

Mio-Pliosen. Pulau Jawa mengalami perubahan arah secara *anti-clockwisely* sedangkan Pulau Sumatera terputarkan secara *clockwisely* yang berdampak terhadap semakin melebarnya Selat Sunda kearah selatan mirip *triangle zone* (Nasrudin, D., Usman (2017)).

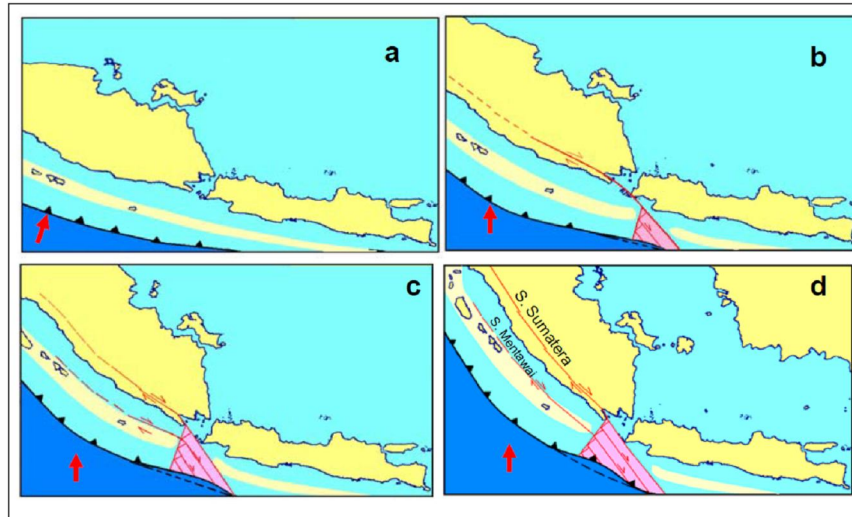
Secara geologi, kesamaan Pulau Jawa dan Pulau Sumatera dapat dideskripsikan, adanya *segmented basements* di Banten dan Lampung dengan arah utara-selatan. Ditemukannya *Horst – Graben Systems* seperti di Ujung Kulon *High – Ujung Kulon Low – Honje High – West Malingping Low*.

Adanya sesar mendatar Sumatera aktif berupa dextral dan sesar mendatar Ujung Kulon (di lepas pantai baratdaya Pelabuhan Ratu)

dengan posisi *step-over*, seperti berestafet dari Sesar Sumatera ke Sesar Ujung Kulon.

Bukti lain yang memberikan keyakinan bahwa saat dahulu Pulau Sumatera dan Pulau Jawa merupakan satu yaitu adanya *synthetic faults* bersifat *releasing*, baik di Lampung maupun di Banten, berimplikasi terhadap “banjir lava basal” di Lampung dan Banten karena adanya sesar-sesar tersebut untuk mendorong lepasnya magma naik ke permukaan.

Model subduksi yang terjadi di wilayah Selat Sunda yaitu berupa konvergensi antara lempeng India dan Lempeng Eurasia menyebabkan perubahan pergerakan lempeng-lempeng disekitarnya. Salah satu perubahan yang diperkirakan akibat tumbukan tersebut adalah perubahan arah konvergensi Lempeng Indo-Australia terhadap Lempeng Eurasia.



Gambar 2. Perkembangan Tektonik Zona Transisi antara Sumatera dan Jawa. (Handayani, L., (2008)).

Gambar (a) di atas, merupakan gambaran sebelum terjadinya ekstensi antara Sumatera dan Jawa, diasumsikan bahwa struktur busur muka di sepanjang Sumatera hingga Jawa relatif sama (seragam), terdapat cekungan dan juga punggungan akresi yang menerus. Pergerakan sesar mendatar di dekat palung membentuk cekungan (*pull-a-part basin*). Pembentukan cekungan ini terjadi terus menerus sehingga terbentuk zona ekstensi di daerah ini. Aktivitas lain di daerah tersebut selain adanya pergeseran sesar mendatar, adanya aktivitas magmatik dan vulkanik.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah Desa Mangku Alam, Padasuka, Kecamatan Cimanggu, Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten. Lokasi penelitian ini terletak di wilayah tambang emas Cibaliung dan sekitarnya yang berada di ujung Barat Daya Pulau Jawa, di sebelah Timur Taman Nasional Ujung Kulon. Secara umum, pelaksanaan penelitian ini dibagi menjadi lima (5) tahapan penting, yaitu: (i) tahap persiapan/studi literatur; (ii) pengambilan data lapangan; (iii) tahap penelitian laboratorium; (iv) pengolahan dan analisis data, dan; (v) pengujian model statistik (Gambar 3.).

Metodologi yang digunakan dalam penelitian mengacu kepada *scientific method*, yaitu prinsip dan prosedur untuk pencarian pengetahuan yang sistematis yang melibatkan pengenalan dan perumusan masalah, pengumpulan data melalui observasi dan eksperimen, dan perumusan dan pengujian hipotesis. Hal ini agar tahapan penelitian terencana dan terukur, sehingga menghasilkan luaran yang sesuai dengan yang diharapkan. Dalam pengolahan data dilakukan validasi dan verifikasi data secara statistik, sehingga hasil analisis data diharapkan mendekati benar.

Dalam kegiatan penelitian ini, dilakukan dengan metodologi sebagai berikut ;

1. Pengamatan dan Pemetaan geologi lokal
2. Pengamatan dan pemetaan aspek geomekanika khususnya pengukuran nilai RQD di lapangan
3. Pengamatan dan pemetaan aspek geomekanika untuk mendapatkan nilai RMR
4. Kegiatan di Point 1 sampai dengan point 3 sebagai bagian untuk mengamati fenomena geologi yang jadi bahan kajian dalam penelitian.
5. Melakukan verifikasi dan validasi data lapangan
6. Melakukan uji statistika untuk pembuktian hipotesis penelitian
7. Menarik kesimpulan



Gambar 3. Alur Pikir Penelitian yang dilaksanakan

3. Hasil dan Pembahasan

Jalur magmatisma yang dicirikan oleh deretan batuan-batuan intrusi di sepanjang sumbu Sumatera yang sejajar dengan zona subduksi adalah jalur yang terbentuk oleh tumbukan dua lempeng tektonik Samudera Hindia – Australia dan Asia – Eurasia. Jalur ini tersebar membentang dari Sumatera Utara menuju ke Jawa dan Bali, selanjutnya terhubung ke Nusa Tenggara sampai ke Pulau Sulawesi dan Maluku menuju Filipina.

Proses pembentukan jalur magmatisma ini terjadi akibat dari dorongan lempeng tektonik samudera yang membentuk zona-zona sesar naik, yang sejajar di sepanjang zona subduksi. Sesar-sesar naik merupakan zona-zona kelemahan yang memfasilitasi terobosan-terobosan cairan hidrotermal asal magma untuk mencapai bagian atas kerak bumi. Proses ini diikuti oleh reaksi-reaksi kimia antara larutan hidrotermal dengan batuan sekitarnya yang menghasilkan lajur-lajur mineral dimulai dari porphiritic, mesotermal dan epitermal sesuai dengan daerah masing-masing.

Gambaran Umum Geologi Lokasi

Daerah Cimanggu sebagai salah satu wilayah yang merupakan bagian dari Bayah Dome secara geologi sangat dipengaruhi oleh keberadaan dan kehadiran pertemuan lempeng Jawa Bagian Barat, dan erat kaitannya dengan keberadaan Gunung Krakatau di Selat Sunda. Gunung Krakatau sebagai bagian dari adanya pertemuan lempeng di Selat Sunda sangat memberikan informasi penting untuk bisa menggambarkan bagaimana aktivitas lempeng tersebut.

Selain keberadaan dari Gunung Krakatau sebagai bukti adanya pertemuan dan pergerakan lempeng Jawa Bagian Barat, fenomena lain hadir seperti jenis batuan yang cukup kompleks dengan perbedaan umur masing-masing, adanya gunung-gunung lain di wilayah darat dari Daerah Cibaliung dan sekitarnya, juga temuan-temuan

adanya zona mineralisasi sebagai bagian dari adanya aktivitas tektonik di wilayah tersebut. Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian berupa kekar dengan arah dominan barat laut-tenggara. Kekar umumnya tersisi urat kuarsa dengan ketebalan bervariasi, 0,5 hingga 5 cm. Adapun bukti keberadaan struktur sesar baik bidang sesar, gores garis, maupun struktur penyertanya tidak dijumpai langsung di lapangan.

Bemmelen, V., (1949) menyebut daerah penelitian sebagai Banten Block yang terdiri dari endapan Neogen dan terlipat kuat dan terobosan batuan beku. Daerah ini merupakan daerah yang relatif stabil sejak Tersier.

Stratigrafi di daerah penelitian dari tua ke muda dapat dikelompokkan menjadi empat satuan batuan (Setiawan, M., (2014)) yaitu Satuan lava Honje (Miosen Akhir/11,4mya), Satuan breksi Honje (Miosen Akhir), Satuan tufa Cipacar (Pliosen Awal/4,9 mya), dan Endapan aluvial (Holosen – Resen).

Menurut Sudana, D., *et al* (1992) dalam Peta Geologi Lembar Cikarang skala 1:100.000, batuan di daerah penelitian didominasi oleh 2 formasi yaitu Formasi Honje dan Formasi Cipacar.

Formasi Honje

Satuan ini terdiri dari litologi berupa breksi gunungapi, tuf, lava, andesit-basal, dan kayu terkarsikan. Formasi ini diduga berumur Miosen Akhir berdasarkan sebagian dari satuan batuan ini yang menjemari dengan Formasi Bojongmanik. Tebal Formasi Honje diperkirakan berkisar dari 500–600 m. Sebarannya terdapat di sekitar Gn. Honje, Gn. Tilu, dan daerah Citerureup; setempat diterobos batuan andesit-basalt Sudana, D., *et al* (1992).

Formasi Cipacar

Formasi ini terdiri dari tuf, tuf berbatuapung, batupasir tuf, batulempung tuf, tuf breksi, dan napal. Satuan ini umumnya berlapis baik dan tebalnya diperkirakan ±250 m, ditindih tak selaras oleh Formasi Bojong dan satuan batuan yang lebih muda. Fosil-fosil foraminifera dalam formasi ini menunjukkan umur relatif Pliosen (N19-N21). Dalam formasi ini dijumpai pula fosil moluska, kerang-kerangan dan ostrakoda. Lingkungan pengendapannya adalah darat-laut dangkal (Sudana, *et al* (1992)).

Struktur dan Tektonik Daerah Kecamatan Cimanggu dan Sekitarnya

Daerah penelitian terletak di bagian tengah busur magmatik Sunda–Banda (Carlile *et al.*, 1994 dalam Angeles *et al.*, 2002). Area ini merupakan daerah transisi sesar geser lateral berarah barat laut (di Sumatera) sampai sesar

kompresi berorientasi timur-barat (di Jawa) (Angeles dkk, 2002).

Menurut Sudana et al. (1992), struktur geologi yang terdapat di daerah penelitian berupa kelurusan dan sesar normal berarah timurlaut-baratdaya. Struktur tersebut diduga ada hubungannya dengan zona graben daerah Krakatau di Selat Sunda yang merupakan depresi kegiatan gunungapi tektonik (Zen, 1983 dalam Sudana et al., 1992).

Hasil analisa kekar dan sesar menunjukkan adanya pola penyimpangan aliran sungai yang dikontrol oleh struktur-struktur ini. Kenampakan pembelokan sungai secara tiba-tiba dan posisi alur liar (intermittent) yang tegak lurus terhadap arah aliran sungai utama memperkuat indikasi kontrol struktur yang sangat dominan terhadap pola pengaliran di daerah telitian.

Pola kelurusan struktur diperoleh beberapa arah umum dengan orientasi sebagai berikut (Setiawan, M (2014)) :

- 1) Arah NW – SE, sebagai pola kelurusan sesar mendatar pada daerah telitian.
- 2) Arah NE – SW, sebagai pola kelurusan sesar mendatar dan sesar turun pada daerah telitian.

Struktur regional daerah Jawa Barat daerah telitian disimpulkan bahwa pola struktur arah NW – SE merupakan struktur utama dan terbentuk paling awal. Pola struktur dengan arah NE – SW terbentuk setelahnya dan memotong struktur. Pola kelurusan struktur di daerah Jawa bagian barat mengikuti pola patahan Meratus yang mempunyai arah NE – SW (Pulunggono dan Soejono dalam Sugeng, 2005).

Kelurusan yang berarah N – S mengikuti patahan Sunda atau "*Jampang Trend*" dan kelurusan yang mempunyai arah NW – SE mengikuti "*The South Banten Trend*" (Sugeng, (2005)). Prospek emas di Cibaliung terletak dalam struktur berarah barat-baratlaut dengan lebar 3,5 km dan panjang 6 km. Dua struktur arah utara-baratlaut yang kaya cadangan emas dengan posisi relatif tegak sebagai sistem urat kuarsa, adalah Cikoneng di sebelah utara dan Cibitung di sebelah Selatan yang berjarak 400 m.

Tubuh yang kaya cadangan emas memiliki ukuran tebal 1-10 m, panjang 140-200 m, kedalaman lebih 300 m masih menerus ke bawah. Tubuh yang kaya cadangan emas Cikoneng-Cibitung berupa "*dilational jogs*" dan "*sigmoid bends*" terbentuk dari perpotongan patahan barat-baratlaut, utara-baratlaut, dan utara-timurlaut. Bijih emas dan perak di Cikoneng-Cibitung terjadi oleh beberapa fase urat kuarsa "*low sulfidation adularia-sericite*" dalam sistem epitermal.

Mineralisasi Lokasi Kajian

Komplek mineralisasi Cibaliung, terdapat pada kompleks batuan beku yang disebut Formasi Honje, yang dihubungkan dengan Kubah Bayah oleh punggung rendah batuan sedimen yang berumur Plio-Plistosen.

Formasi Honje sendiri berumur Miosen Akhir dan didominasi oleh batuan beku yang berkomposisi basaltik hingga andesitik, serta breksi vulkanik yang berinterkalasi dengan batuan sedimen. Formasi ini kemudian ditutupi secara tidak selaras oleh Formasi Cibaliung yang didominasi oleh tuf yang berkomposisi dasitik (Angeles et al., 2002 dalam Rosana, 2009).

Secara umum, mineralisasi emas-perak di kompleks Cibaliung, berumur sekitar 11 Ma, atau merupakan mineralisasi paling tua yang teridentifikasi di Jawa bagian barat. Mineralisasinya dapat digolongkan pada tipe mineralisasi epitermal sulfida rendah. Host rock berupa lava andesitik-basaltik, dasitik tuf dan breksi vulkanik yang berumur Miosen Awal.

Di daerah ini mineralisasi dijumpai dalam bentuk urat yang di sebut sebagai Vein Cibitung dan Vein Cikoneng yang keduanya dicirikan oleh kuarsa-serisit dan adularia. Zonasi alterasinya dapat dibedakan atas silisik (kuarsa dominan), propilik (klorit, epidot, karbonat dan kuarsa) serta argilik (illit dan smektit). Mineral logam yang utama adalah berupa elektrum, pirit, kalkopirit, sphalerit, dan galena, serta mineral lain berupa tetrahedrit, argentit, polibasit dan bornit, serta hessite dan stromeyerit dalam jumlah kecil.

Pola Deformasi Lokasi Kajian

Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian berupa kekar dengan arah dominan baratlaut-tenggara. Kekar umumnya tersisi urat kuarsa dengan ketebalan bervariasi, 0,5 hingga 5 cm. Adapun bukti keberadaan struktur sesar baik bidang sesar, gores garis, maupun struktur penyertanya tidak dijumpai langsung di lapangan.

Sesar diindikasikan dari pola pelurusan sungai yang dapat diamati pada peta topografi, citra DEM SRTM, dan citra Landsat. Diperkirakan sesar yang berkembang di daerah penelitian adalah sesar geser berarah baratlaut-tenggara.

Kegiatan pengamatan dan pengukuran selain terhadap dimensi singkapan batuan, dilakukan juga pengukuran kekar. Hasil pengukuran diperoleh data arah jurus dan kemiringan kekar yang bervariasi. Data-data tersebut kemudian dipilah dan dipisahkan menjadi kelompok kekar gerus (shear joint) dan kekar tarik (extensional joint).

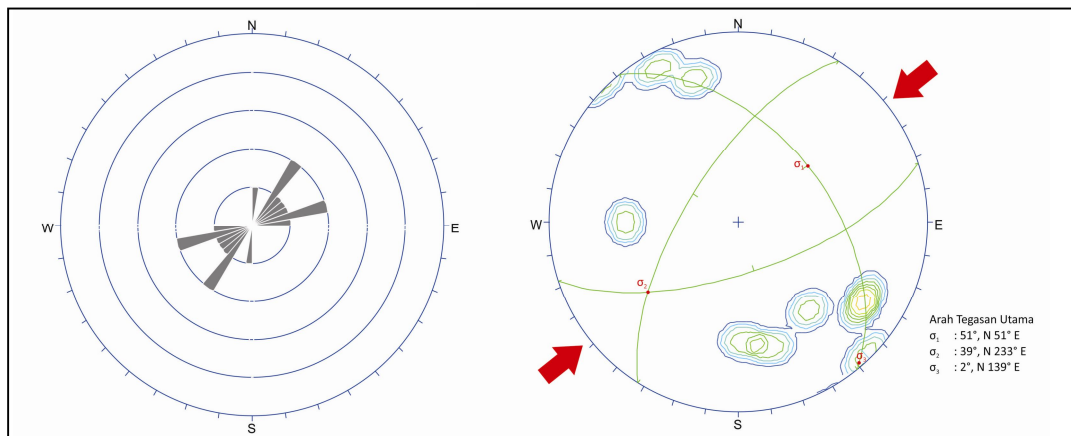
Kekar gerus memiliki rentang arah azimuth N 0 - 90° E dan N 180 – 270° E, sedangkan kekar tarik memiliki rentang arah azimuth N 90 - 180° E dan N 270 - 360°E. Kekar gerus hadir

berpasangan dan bagian rekahannya tidak terisi mineral sekunder. Kekar tarik cenderung soliter, memiliki arah jurus relatif seragam, dan terisi mineral sekunder yang kemudian membentuk urat-urat kuarsa (*quartz veins*).

Hasil analisis dinamik kekar gerus menunjukkan bahwa tegasan utama (σ_1) di daerah penelitian cenderung berarah S-SW dan SW-W (Gambar 4). Tegasan utama memiliki kemiringan curam, sedangkan tegasan terkecilnya cenderung landai. Hal ini mengindikasikan bahwa struktur geologi di daerah penelitian, khususnya kekar didominasi oleh aktivitas regangan (*extensional*). Gaya regangan yang bekerja pada batuan menghasilkan kekar-kekar tarik yang memiliki arah barat-laut-tenggara dan relatif tegak lurus terhadap arah tegasan utama.

Menurut Handayani (2008) busur muka Selat Sunda sebagai daerah transisi subduksi oblique barat Pulau Sumatera dan subduksi barat-timur selatan Pulau Jawa dimulai sejak Kala Oligosen. Sesar Sumatera bergerak mendatar dekstral yang menyebabkan daerah busur muka Selat Sunda mengalami aktivitas regangan. Aktivitas regangan kemudian membentuk sesar-sesar normal dan kekar-kekar berarah relatif utara-selatan dan timur laut-barat daya. Aktivitas regangan di busur muka Selat Sunda terus terjadi hingga sekarang.

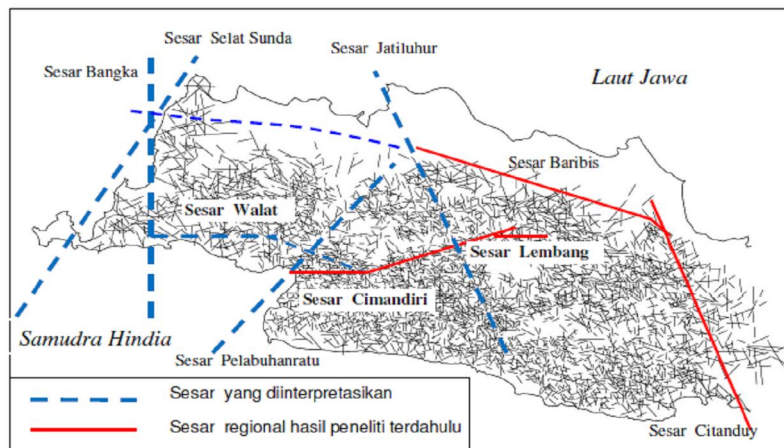
Gaya regangan di daerah penelitian diduga merupakan struktur geologi pengontrol utama mineralisasi. Dibuktikan dengan keberadaan urat-urat kuarsa yang memiliki ketebalan >30 cm berarah N-W dan N-NW.



Gambar 4. Hasil analisis dinamik kekar gerus menunjukkan bahwa tegasan utama (σ_1) di daerah penelitian cenderung berarah S-SW dan SW-W

Kekar tarik merupakan zona bukaan primer bagi larutan hidrotermal sebagai pembawa unsur-unsur mineral logam, seperti emas (Au), perak (Ag), timbal (Pb), dan seng (Zn) naik ke permukaan dan terkonsentrasi. Mineralisasi terjadi pada Formasi Honje yang berumur Miosen Akhir.

Pada Gambar 5. di bawah ini terlihat gambaran mengenai interpretasi struktur Jawa Bagian barat, di mana banyak dijumpai struktur geologi dengan ukuran dan arah yang bervariasi. Kondisi tersebut dikelompokkan menjadi 4 arah jalur sesar yaitu barat-timur, timur laut-barat daya, barat laut-tenggara dan utara-selatan (Haryanto, I, 2013).



Gambar 5. Kelurusan struktur yang diinterpretasikan melalui Topografi (Haryanto, I. 2013).

4. Kesimpulan

1. Kekar gerus memiliki rentang arah azimut N 0 - 90° E dan N 180 - 270° E, sedangkan kekar tarik memiliki rentang arah azimut N 90 - 180° E dan N 270 - 360°E. Kekar gerus hadir berpasangan dan bagian rekahnya tidak terisi mineral sekunder. Kekar tarik cenderung soliter, memiliki arah jurus relatif seragam, dan terisi mineral sekunder yang kemudian membentuk urat-urat kuarsa (*quartz veins*);
2. Pola deformasi pada lokasi kajian searah dan sejajar dengan pola Sumatera yaitu cenderung berarah S-SW dan SW-W.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Tim Promotor yaitu ; Prof. Dr. Ir. Nana Sulaksana, MSP; Prof.(Em). Dr. Ir. Febri Hirnawan; Dr. Ir. Haryanto, M.T., yang telah banyak memberikan arahan dan masukan kepada saya selaku mahasiswa Program Pascasarjana – FTG – Unpad. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tulisan ini.

Daftar Pustaka

Anonymous (a). 2016. "The Scientific Method is a process used to design and perform experiments. It helps to minimize experimental errors and bias, and increase confidence in the accuracy of your results." —The Scientific Method by Science Made Simple. (n.d.). Retrieved November 08, 2016, from http://www.sciencemadesimple.com/scientific_method.html

Garland, Jr., Theodore (20 March 2015). "*The Scientific Method as an Ongoing Process*". *U C Riverside*. Archived from the original on 19 August 2016.

Goldhaber & Nieto 2010, p. 940 "Rules for the study of natural philosophy", Newton transl

1999, pp. 794–96, after Book 3, *The System of the World*.

- Haryanto, Iyan. 2013. Struktur Sesar di Pulau Jawa Bagian Barat Berdasarkan Hasil Interpretasi Geologi, Buletin of Scientific Contribution. Volume 11 No. 1, p. 1 – 10.
- Lina Handayani, et al. 2008. *Perkembangan Tektonik Daerah Busur Muka Selat Sunda dan Hubungannya dengan Sesar Sumatera*. Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan - Geoteknologi LIPI. Jilid 18 No. 2 Tahun 2008 : 34 – 40.
- Muchlis Setiawan, et al. 2014. Geologi dan Mineralisasi Endapan Epitermal Sulfida Rendah Daerah Mangkualam dan Sekitarnya, Kecamatan Cimanggung, Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten. Jurnal Ilmiah Geologi, PANGEA, Vol. 1 No. 2, Desember 2014, ISSN-2356-024X : 15 – 26.
- Pirajno, F. 1992. *Hydrothermal Mineral Deposits, Principles and Fundamental Concept for the Exploration Geologist*. Springer – Verlag. Berlin. Heidelberg. New York. London. Paris.
- Rosana, M. F. 2009. *Karakteristik Mineralisasi Logam di Kawasan Jawa Bagian Barat*. Dipresentasikan dalam Seminar Bulanan Fakultas Teknik Geologi – UNPAD. Edisi April 2009.
- Sudana, D., dan Santosa, S. 1992. *Geology of the Cikalang Quadrangle*, Java: Geology Research Development Centre. Bandung.
- Sugeng. 2005. *Kajian Analisis Kelurusan Struktur dengan Citra Landsat Digital Untuk Eksplorasi Mineralisasi Emas di Daerah Bayah, Kabupaten Lebak, Jawa Barat*. Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Usman, D.N., Sulaksana, N., Hirnawan, F., Haryanto, I. and Bahri, N.S., 2017. Analisis Struktur Kekar Zona Mineralisasi Emas Miosen Akhir. *Prosiding SNaPP: Sains, Teknologi*, 7(1), pp.392-397.
- Van Bemmelen, R.W., 1949. *The Geology of Indonesia*. Government Printing Office, The Hague, 732h.