

PAPER NAME

253-1572-1-LE (2).pdf

AUTHOR

Happy Christin Natalia

WORD COUNT

4295 Words

CHARACTER COUNT

26932 Characters

PAGE COUNT

16 Pages

FILE SIZE

1.2MB

SUBMISSION DATE

Mar 14, 2023 8:47 AM GMT+7

REPORT DATE

Mar 14, 2023 8:47 AM GMT+7

● 13% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 8% Internet database
- 5% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 9% Submitted Works database

● Excluded from Similarity Report

- Bibliographic material
- Cited material

EVOLUSI TUBUH GUNUNGAPI DAN IMPLIKASI STRUKTUR GEOLOGI DI GUNUNG PESAWARAN-BETUNG, LAMPUNG

VOLCANO'S EVOLUTION AND GEOLOGICAL STRUCTURE IN PESA WARAN-BETUNG VOLCANO, LAMPUNG

Happy Christin Natalia^{1*}, Anjar Dwi Asterina Denhi²

¹Kelompok Keilmuan Petrologi, Vulkanologi, dan Geotermal, Teknik Geologi, Institut Teknologi Sumatera; Jalan Ryacudu No. 57, Lampung, 40122; (0721) 8030188

^{1,2}Program Studi Teknik Geologi, Institut Teknologi Sumatera; Jalan Ryacudu No. 57, Lampung, 40122; (0721) 8030188

Received: 2022, December 10th

Accepted: 2023, February 20th

Keywords:

Betung;
Volcanic evolution;
Stratovolcano;
Structural geology;
Pesawaran.

Correspondent Email:

happy.natalia@gl.itera.ac.id

How to cite this article:

Natalia, H.C. & Denhi, A.D.A. (2023). Evolusi Tubuh Gunungapi dan Implikasi Struktur Geologi di Gunung Pesawaran-Betung, Lampung. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, 09(01), 82-95.

Abstrak. Provinsi Lampung didominasi oleh produk vulkanik yang membentuk berbagai pola morfologi, baik itu morfologi dataran, perbukitan, hingga kaldera. Aktivitas vulkanik di Provinsi Lampung erat kaitannya dengan aktivitas tektonik yang berkembang sejak Miosen. Namun, belum ada penelitian terperinci terkait aktivitas vulkanisme tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan evolusi tubuh gunungapi strato di Gunung Pesawaran dan Betung serta menentukan implikasi struktur yang mempengaruhi sebaran produk gunungapi. Penelitian ini menggabungkan data analisis morfologi areal dan linear berdasarkan *Digital Elevation Model* (DEM) untuk menentukan evolusi tubuh gunungapi. Data area dan linear daerah penelitian dianalisis menggunakan peta topografi, *hillshade*, data kemiringan lereng, dan kelurusan yang diolah menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.5. Berdasarkan analisis area dan analisis linear terdapat empat domain area dan dua pola kelurusan yang ditunjukkan oleh perbedaan tekstur, morfologi, and produk vulkanik. Daerah penelitian memiliki morfologi kaldera purba yang dikenal dengan Kaldera Gebang, bagian dari domain 1, dibagian timur daerah penelitian, dataran vulkanik di bagian utara dan merupakan bagian dari domain 2, dan tubuh gunungapi strato tipe C, yaitu Gunung Pesawaran (domain 3) dan Gunung Betung (domain 4) yang menempati bagian tengah daerah penelitian. Dua pola kelurusan menunjukkan arah baratlaut-tenggara dan baratdaya-timurlaut. Kedua pola kelurusan ini menunjukkan bahwa perkembangan patahan dan morfologi gunungapi daerah penelitian dipengaruhi oleh aktivitas tektonik dan vulkanisme sejak umur Miosen.

Abstract. Lampung Province is dominated by volcanic products which create a variety of morphology, i.e. plain terrain, hills, and caldera. The volcanic activity in Lampung Province is closely related to tectonic activity since Miosen. However, there is no detailed research on this volcanic activity. The aims of this study are to determine the evolution of the stratovolcano in Pesawaran and Betung's volcano and to determine the implication of geological structure which affects the distribution of the volcano products. This research will combine areal and linear data analysis based on the digital elevation model (DEM) to determine volcanic evolution. Areal and linear data were analyzed based on topography maps, hillshade, slopes, and lineament patterns which were processed by ArcGIS 10.5 software. Based on areal and linear data there are four domain areal and two lineament patterns shown by texture, morphology, and volcanic product differences. The research area has an ancient caldera which is known as Gebang's Caldera, as a part of the first domain, in the eastern area, a volcanic plain in the northern area, and a part of the second domain, and type C stratovolcanos body, there are Pesawaran Volcanic (domain 3) and Betung Volcanic (domain 4) which are in central of the research area. The lineament patterns show the NW-SE and NE-SW directions. Both lineament patterns show the fault and volcanic body development in the research area have been controlled by tectonic activity and volcanism since Miosen.

1. PENDAHULUAN

Analisis geomorfologi tubuh gunungapi penting dilakukan untuk memahami perkembangan struktur dan evolusi tubuh gunungapi (Favalli dkk., 1999). Analisis morfologi untuk memahami evolusi suatu gunungapi umumnya digunakan untuk gunungapi aktif yang belum menunjukkan proses eksogen intensif, guna keperluan penentuan zona rawan bencana dan potensi panas bumi. Namun, analisis morfologi gunungapi dapat juga digunakan untuk gunungapi tua yang sudah tidak menunjukkan aktivitas magmatisme di permukaan. Hal ini dilakukan untuk memahami evolusi tektonik dan aktivitas magmatisme yang terjadi di bawah permukaan dan sebagai dasar eksplorasi sumber daya alam ekonomis, seperti sumber daya mineral ekonomis dan panas bumi. Salah satu kegiatan yang dilakukan yaitu dengan mengamati sisa-sisa tubuh gunungapi tua menggunakan foto udara atau pun citra satelit.

Dalam penelitian ini, analisis geomorfologi dilakukan dengan mengamati distribusi spasial dan linear yang menunjukkan hubungan

tektonisme dan vulkanisme, produk erupsi, dan evolusi vulkanik (Norini dkk., 2004; Norini dkk., 2019). Informasi yang dikumpulkan berupa data kelurusan dan data area/wilayah. Data kelurusan akan membantu dalam analisis struktur primer dan struktur geologi. Sedangkan data area dapat memberikan gambaran bentang alam homogen yang berhubungan dengan produk gunungapi, struktur, dan tahap evolusi.

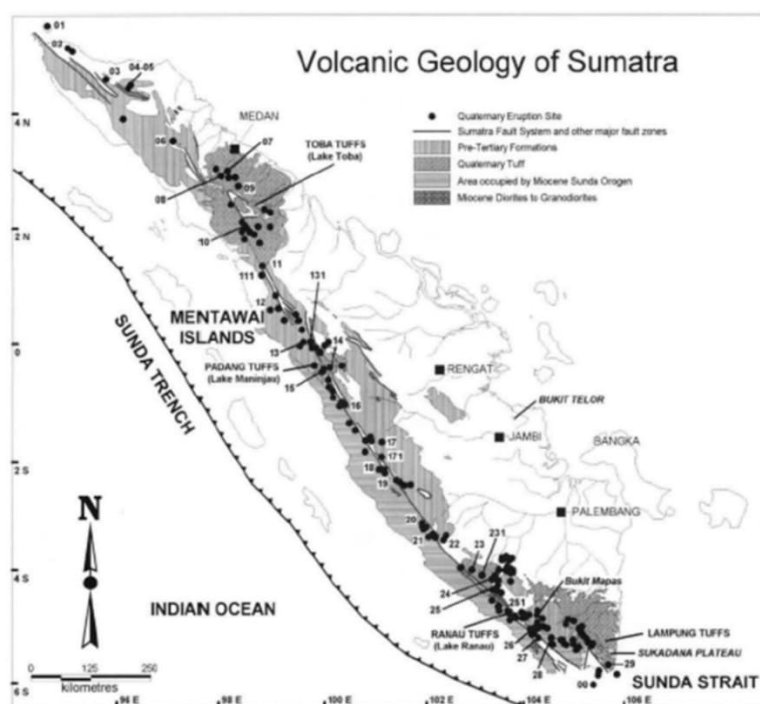
Gunung Pesawaran dan Gunung Betung merupakan gunungapi strato berumur Kuartar yang tidak menunjukkan aktivitas magmatisme (Tipe C). Kedua gunungapi ini memiliki puncak ketinggian 1.662 dan 1.200 mdpl. Gunung Pesawaran dan Gunung Betung merupakan gunungapi yang berada pada jalur *Ring of Fire* Indonesia, di bagian selatan Pulau Sumatra. Meskipun aktivitas vulkanisme tidak teramati lagi tapi terdapat manifestasi mata air panas dan juga pertambangan mineral ekonomis di daerah tersebut (Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Lampung, 2019; Hochstein & Sudarman, 2008; Mulyasari dkk., 2019). Sayangnya, belum banyak penelitian

yang dilakukan berkaitan dengan aktivitas vulkanisme dan evolusi tektonik kedua gunungapi tersebut.

Analisis morfologi menggunakan *Digital Elevation Model (DEM)* bertujuan untuk menentukan pola kelurusan dan evolusi tektonik-magmatisme dan dapat menjadi langkah awal untuk penelitian potensi sumber daya alam di sekitar tubuh gunungapi (Bronto, 2013; Chernicoff dkk., 2002; Herlambang & Novranza, 2016). Data DEM akan diolah menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.5 untuk memberikan gambaran proses tektono-vulkanik dan evolusi gunungapi yang berkembang di daerah penelitian. Lebih lanjut, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan informasi awal mengenai suksesi vulkanologi, stratigrafi, dan investigasi struktur gunungapi yang dapat menunjukkan potensi sumber daya alam dan bencana alam bagi lingkungan sekitar.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Gunung Pesawaran dan Gunung Betung terbentuk dari hasil subduksi Lempeng Eurasia di bagian barat Indonesia. Menurut Mangga dkk. (1994) Gunung Betung dan Gunung Pesawaran merupakan bagian dari fisiografi Lajur Bukit Barisan dan Mandala Lajur Barisan. Barber dkk. (2005) mengatakan terdapat perbedaan intensitas vulkanisme di sepanjang bagian barat Pulau Sumatra. Bagian selatan menunjukkan intensitas vulkanisme lebih tinggi dibandingkan di bagian utara, hal ini disebabkan karena bagian selatan Pulau Sumatra merupakan daerah transisi yang menunjukkan perubahan sudut penunjaman dari selatan ke arah baratlaut, dari tegak lurus menjadi lebih serong (*oblique*) (**Gambar 1**). Kelurusan dan struktur yang berkembang di daerah ini dipengaruhi oleh aktivitas tektonik Sesar Sumatra berarah baratlaut-tenggara (Barber dkk., 2005; Mangga dkk., 1993).



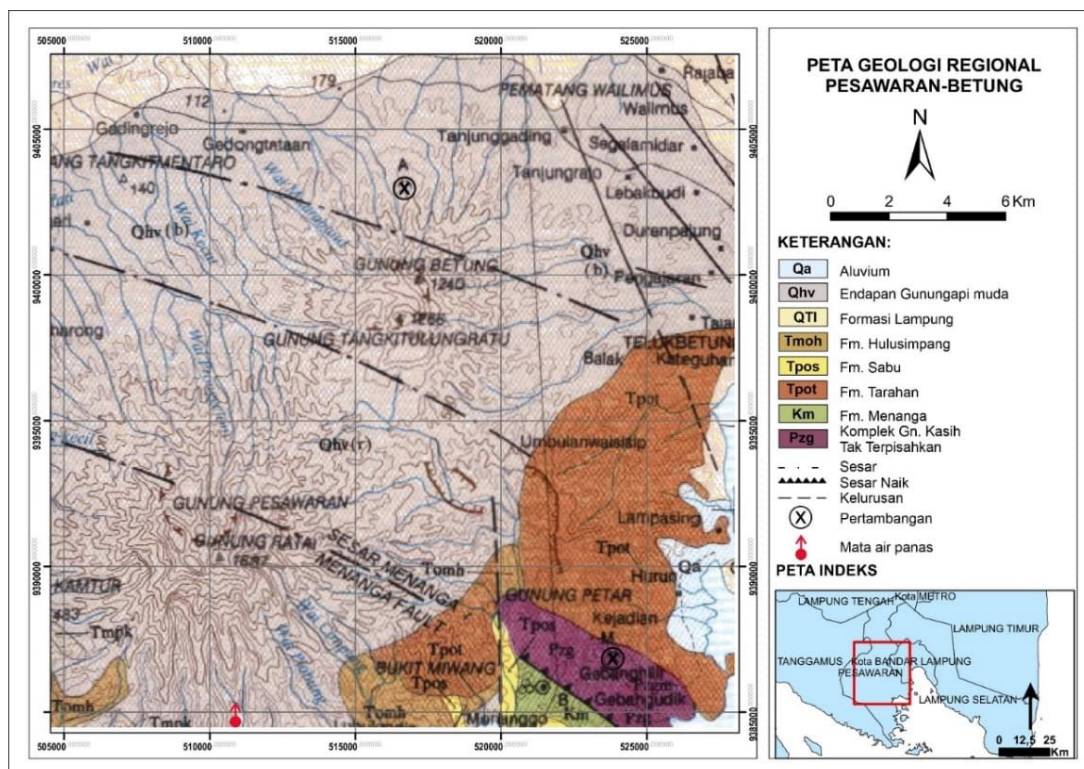
Gambar 1. Vulkanisme sepanjang pantai barat Pulau Sumatra sebagai hasil dari proses subduksi Lempeng Eurasia ke bawah Lempeng Paparan Sunda (Barber dkk., 2005).

Daerah penelitian disusun oleh litologi, dari tua ke muda, yaitu (Mangga dkk., 1993)

Kompleks Gunung Kasih berumur Paleozoikum yang terdiri dari sekis dan gneiss,

Formasi Menanga berumur Kapur Awal yang disusun oleh perselingan batuserpih, batulempung, dan basal, Formasi Tarahan dan Formasi Sabu yang berumur Paleosen sampai Oligosen. Formasi Tarahan tersusun dari tuf padu, breksi dan sisipan rijang, dan Formasi Sabu tersusun dari perselingan breksi konglomeratan dan batupasir. Di atas batuan ini terdapat Formasi Hulusimpang berumur Eosen hingga Oligosen yang terdiri dari lava andesit basal, tuf, dan breksi gunungapi, Formasi Lampung berumur Pliosen-Pleistosen yang disusun oleh tuf polimik, batuan vulkanik muda Gunung Pesawaran dan Gunung Betung

berumur Holosen yang tersusun dari perselingan lava (andesit-basal), breksi gunungapi, dan tuf, diatas satuan ini terdapat satuan Aluvial (**Gambar 2**). Pesebaran produk vulkanik di daerah penelitian juga dipengaruhi oleh aktivitas sesar dan kelurusan berarah baratlaut-tenggara dan utara-selatan. Mangga dkk. (1994) menyatakan bahwa kelurusan dan sesar yang berarah baratlaut-tenggara merupakan sesar tertua di daerah penelitian dan merupakan bagian dari Sesar Sumatra berumur Paleogen, sedangkan kelurusan berarah utara-selatan berumur Oligo-Miosen (Natawidjaja, 2018).



Gambar 2. Peta Geologi Daerah Penelitian (Mangga dkk., 1993).

3. METODE PENELITIAN

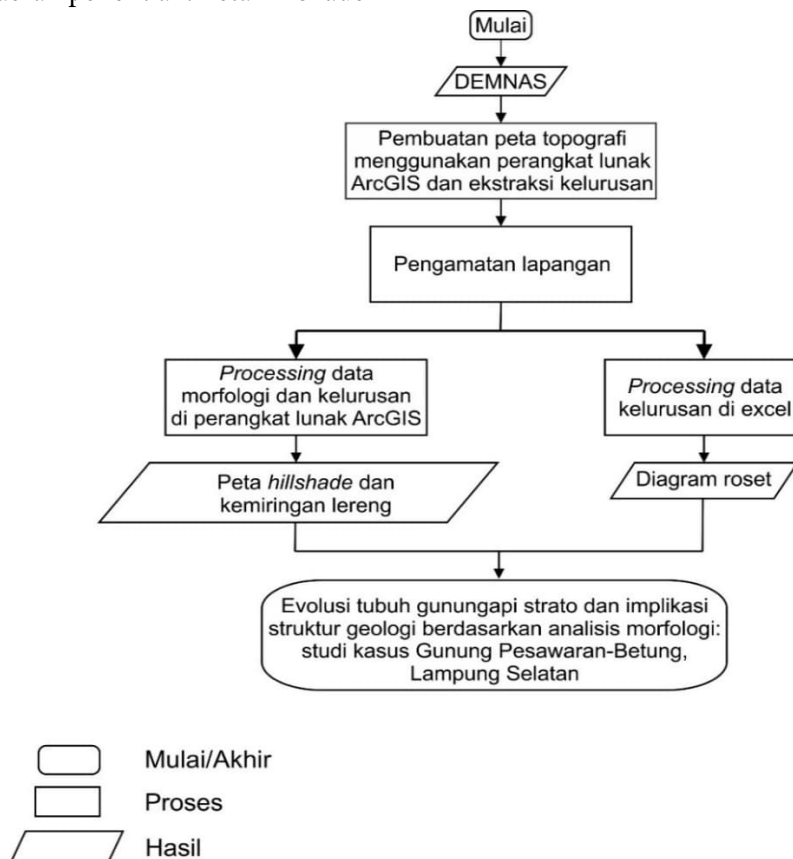
Analisis morfologi Gunung Pesawaran dan Gunung Betung menggunakan data *digital elevation model* (DEM) yang dapat diunduh dari DEM Nasional (<https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web>). DEM Nasional dibangun dari beberapa sumber data meliputi data IFSAR (resolusi 5m), TERRASAR-X (resolusi 5m) dan ALOS

PALSAR (resolusi 11,25m), dengan menambahkan data *masspoint* hasil *stereo-plotting*. Resolusi spasial DEMNAS adalah 0,27-arcsecond, dengan menggunakan datum vertikal EGM2008 (Badan Informasi Geospasial, 2021).

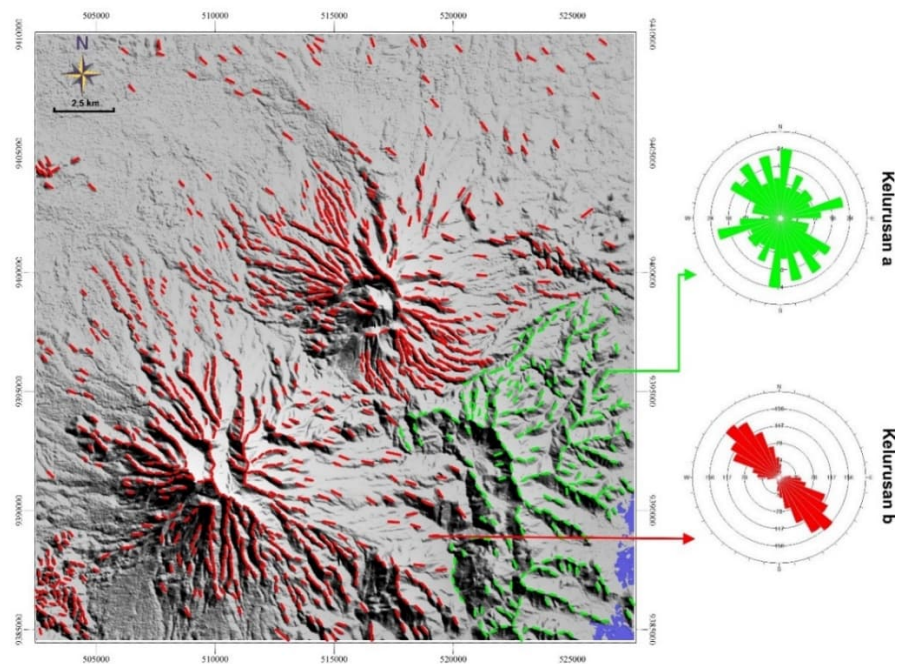
Luas daerah penelitian adalah 25 x 30 km² dan akan dianalisis menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.5 (**Gambar 3**). Hasil analisis

berupa peta densitas kelurusan (*fault fracture density*) (**Gambar 4**), kemiringan lereng (**Gambar 5**), dan bayangan permukaan (*hillshade*) (**Gambar 6**). Nilai densitas kelurusan (*fault fracture density*) dapat digunakan untuk menentukan arah kelurusan dan perkembangan struktur geologi yang berkaitan dengan aktivitas tektonik dan vulkanisme di daerah penelitian. Peta *hillshade*

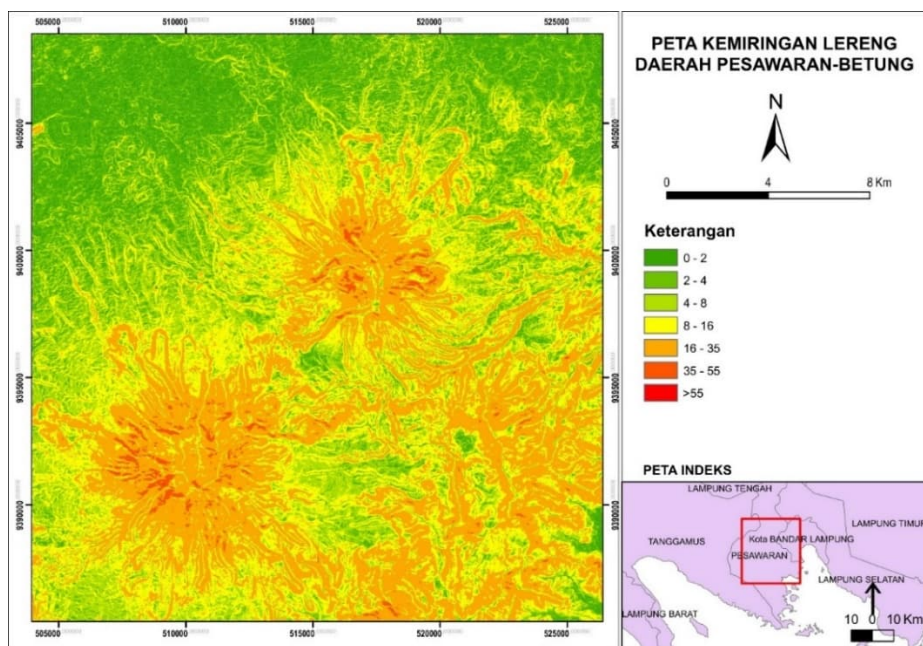
dan kemiringan lereng dapat digunakan untuk memberikan gambaran umum evolusi tubuh gunungapi, termasuk produk vulkanik, pusat erupsi, dan evolusi vulkanisme.



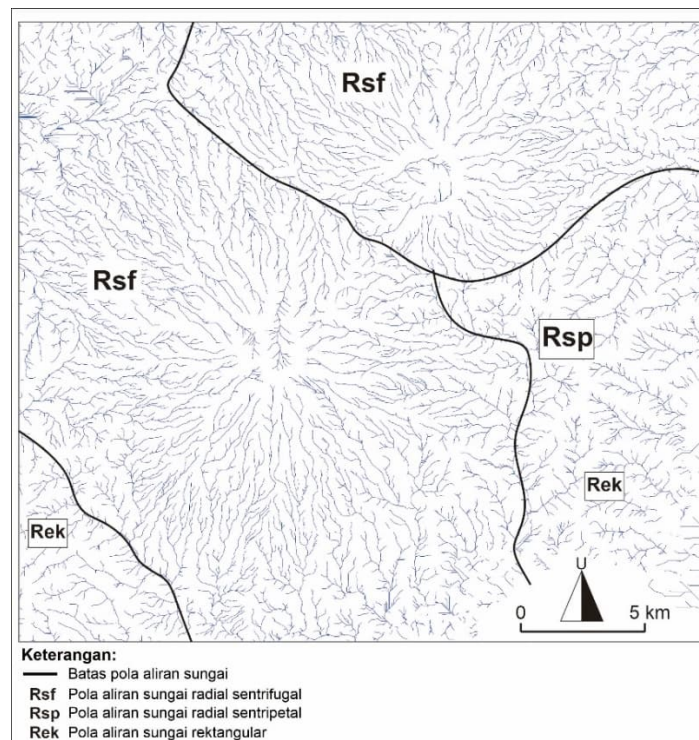
Gambar 3. Diagram alir penelitian.



Gambar 4. Kelurusan punggung dan lembah daerah penelitian. Analisis kelurusan lereng menunjukkan adanya dua pola kelurusan dominan yang berkembang di daerah penelitian, yaitu pola radial (hijau) dan pola barat-laut-tenggara (merah).



Gambar 5. Peta kemiringan lereng daerah penelitian. Bagian utara menunjukkan kemiringan lereng yang relatif landai ($0-8^{\circ}$) dan bagian tengah hingga selatan menunjukkan kemiringan lereng terjal hingga curam ($8-55^{\circ}$).



Gambar 6. Peta pola aliran sungai di daerah penelitian menunjukkan tiga pola aliran utama, yaitu radial sentrifugal (Rsf), radial sentripetal (Rsp), dan rektangular (Rek). Pola aliran sungai radial sentrifugal berada di tubuh Gunung Pesawaran dan Gunung Betung, sedangkan pola aliran sungai radial sentripetal berada di bagian dalam Kawah Gebang. Selain itu, di bagian tenggara dan baratdaya daerah penelitian terdapat bentuk sungai rektangular.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Peta densitas kelurusan, kemiringan lereng, pola aliran sungai, dan kenampakan bayangan (*hillshade*) menunjukkan perbedaan kenampakan tekstur permukaan, kelurusan, serta aspek-aspek geologi lainnya, seperti terlihat pada **Gambar 4** sampai **Gambar 7**. Hal tersebut memberikan gambaran penting sistem vulkanik di daerah penelitian. Berikut adalah hasil analisis linear (**Gambar 4**) dan areal (**Gambar 8**) dari data densitas kelurusan, tekstur, kemiringan lereng, dan aspek-aspek lainnya.

Selain gambaran permukaan dari citra satelit, dilakukan juga analisis pola aliran sungai untuk mengetahui pengaruh bentuk tubuh gunungapi, produk erupsi gunungapi, dan urutan pembentukan tubuh gunungapi pada pembentukan pola aliran sungai (Altin & Altin, 2011; Pierson & Major, 2014). Hasil dari

analisis pola aliran sungai di daerah penelitian dapat dilihat pada gambar berikut (**Gambar 6**).

4.1. Hasil Analisis

4.1.1. Analisis Linier

Gambar-gambar perspektif morfologi di atas memperlihatkan banyak kelurusan linear seperti kelurusan lembah dan punggung bukit di Gunung Pesawaran-Betung dan sekitarnya (**Gambar 4**). Kelurusan-kelurusan ini dapat disebabkan oleh aktivitas tektonik dan vulkanisme. Selain itu, aliran-aliran sungai yang membentuk daerah tertentu sangat berkaitan dengan aktivitas vulkanik (produk vulkanik atau runtuh vulkanik) dan aktivitas tektonik (Pierson & Major, 2014). Berdasarkan hasil analisis linear diketahui bahwa orientasi kelurusan mempunyai batas persebaran yang sama dengan batas area domain (**Gambar 7**). Dalam penelitian ini, domain yang dimaksud merupakan satuan stratigrafi terkecil dari suatu

gunungapi, yang dikenal dengan sebutan khuluk (Martodjojo & Djuhaeni, 1996).

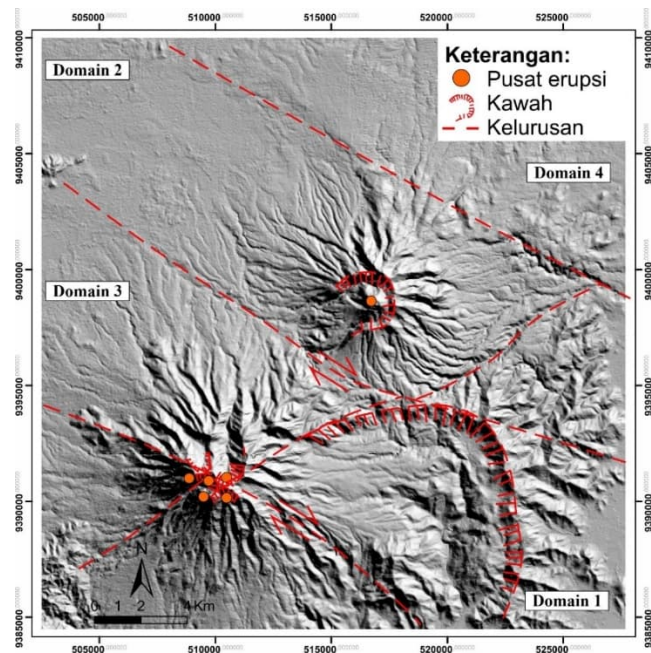
Salah satu kegunaan analisis linear adalah untuk mengetahui umur relatif dari suatu kelompok orientasi terhadap kelompok orientasi lainnya, terutama bila kelurusan tersebut memperlihatkan perpotongan (Norini dkk., 2004). Namun, orientasi kelurusan di daerah Gunung Pesawaran-Betung dan sekitarnya tidak menunjukkan adanya perpotongan satu dengan lainnya, sehingga penentuan umur relatif mengikuti umur relatif dari satuan domain.

Analisis linear dibagi dalam 2 kelompok kelurusan berdasarkan orientasi kelurusan dan distribusi spasinya, dari tua ke muda, yaitu kelurusan a dan b.

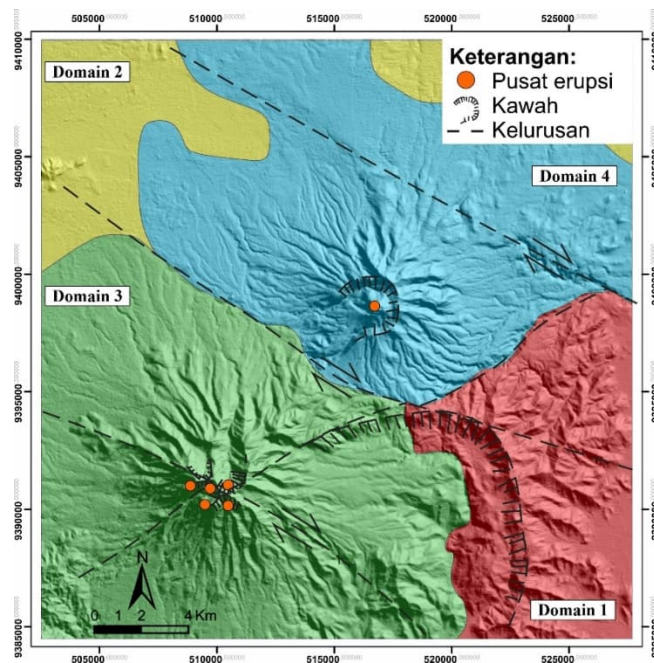
Kelurusan a: Bagian tenggara daerah penelitian (domain 1) didominasi oleh bentuk kelengkungan punggung, memiliki arah-arah kelurusan punggung dan lembah relatif radial, tidak menunjukkan orientasi arah tertentu pada diagram bunga (**Gambar 4**), dan ditandai dengan garis berwarna hijau. Arah kelurusan ini diperkirakan merupakan hasil dari produk vulkanik tua berumur Tersier, aktivitas tektonik, dan pembentukan kaldera pada bagian tenggara daerah penelitian.

Berdasarkan peta *hillshade* kelengkungan kaldera menjadi batas antara domain 1 dan domain 4 (**Gambar 7**).

Kelurusan b: Kelurusan ini hampir menutupi seluruh daerah penelitian dari bagian utara hingga selatan yang ditandai dengan pola kelurusan punggung dan lembah relatif berarah baratlaut-tenggara pada diagram bunga, dan disimbolkan dengan garis berwarna merah (**Gambar 4**). Kelurusan ini berada pada semua satuan vulkanik berumur Pliosen-Holosen pada domain 2-4. Pada domain 3, arah kelurusan ini menunjukkan bentuk depresi memanjang yang terletak pada bagian puncak tubuh Gunung Pesawaran. Depresi puncak mengindikasikan bahwa kelurusan ini memiliki umur yang sama atau lebih muda dengan aktivitas magmatisme Gunung Pesawaran (**Gambar 6**). Pada bagian lembah domain 4 dan domain 3, kelurusan lembah berarah baratlaut-tenggara menjadi batas antar domain. Secara umum, pola sebaran produk vulkanik Gunung Betung (domain 4) dibatasi oleh kelurusan ini pada bagian utara dan selatan. Sebaran produk vulkanik ini mengindikasikan bahwa kelurusan b memiliki umur yang relatif lebih tua dibandingkan dengan domain 4 (**Gambar 6**).



Gambar 7. Peta hillshade daerah penelitian dengan altitude 45° dan azimuth 45° . Terlihat adanya struktur kawah dan kelurusan yang ditandai dengan warna merah. Gunung Betung menunjukkan 1 pusat erupsi dan Gunung Pesawaran menunjukkan 5 pusat erupsi. Sebaran produk vulkanik Gunung Pesawaran dan Gunung Betung mengikuti pola kelurusan di daerah penelitian.



Gambar 8. Peta daerah penelitian yang terdiri dari: (a) batas area domain Gunung Betung dan Gunung Pesawaran. Klasifikasi domain mengikuti sebarang produk dari tua ke muda yaitu domain 1, domain 2, domain 3, dan domain 4.

4.1.2. Analisis Area

Analisis areal menggabungkan semua hasil analisis di atas untuk melihat batas-batas tubuh gunungapi berdasarkan sebaran produk vulkanik dan pola kelurusan. Dari hasil analisis tersebut diketahui terdapat empat daerah sebaran produk vulkanik yaitu:

Domain 1 berada di sebelah timur hingga tenggara daerah penelitian. Domain ini menempati 20% daerah penelitian (**Gambar 8**) dan memiliki kemiringan lereng adalah $16-35^\circ$ (**Gambar 5**). Batas bagian utara domain ini adalah kaki Gunung Betung sedangkan di bagian barat adalah kaki Gunung Pesawaran (**Gambar 11**). Domain ini dicirikan oleh tekstur topografi relatif kasar akibat erosi pada tubuh gunungapi tua dan menunjukkan bentuk punggung sirkular tapal kuda dengan arah kemiringan punggung relatif radial (**Gambar 4**).

Daerah ini memiliki dua pola aliran sungai, yaitu radial sentripetal dan rektangular (**Gambar 6**). Pola aliran sungai radial sentripetal diperkirakan terbentuk akibat adanya proses runtuhnya kawah ke arah baratdaya. Sedangkan pola aliran sungai rektangular di bagian punggung menunjukkan adanya pengaruh aktivitas tektonik yang berumur lebih muda dari domain ini (**Gambar 8**).

Domain 2 berada di sebelah timurlaut hingga utara daerah penelitian. Domain ini menempati sekitar 15% daerah penelitian (**Gambar 8**) dan memiliki kemiringan lereng $0-8^\circ$ (**Gambar 5**). Bagian selatan domain ini berbatasan langsung dengan produk-produk vulkanik Gunung Pesawaran dan Gunung Betung. Domain ini didominasi oleh tekstur morfologi halus, yang menunjukkan litologi penyusun memiliki tingkat resistensi yang rendah dibandingkan domain lainnya (Pierson & Major, 2014) (**Gambar 7**). Selain itu daerah ini tidak menunjukkan adanya pola aliran sungai yang signifikan dibandingkan dengan domain lain (**Gambar 6**).

Domain 3 berada di sebelah baratdaya dan menempati 35% (**Gambar 8**) daerah penelitian

(Gunung Pesawaran). Daerah ini berbatasan langsung dengan ketiga domain lainnya. Domain 3 memiliki pola kelurusan relatif berarah baratlaut-tenggara (**Gambar 4**), bentukan morfologi di daerah ini adalah kelurusan punggung tererosi dan lobus lava, bertekstur halus hingga kasar (**Gambar 7**), dan memiliki kemiringan lereng berkisar antara $16-56^\circ$ (**Gambar 5**).

Kelurusan berarah utara-selatan membatasi domain 1 dan domain 3, sedangkan kelurusan berarah baratlaut-tenggara membatasi domain 3 dan domain 4 (**Gambar 7**). Kerucut Gunung Pesawaran dapat terlihat dengan baik dan memperlihatkan adanya sisa-sisa pusat erupsi namun struktur kawah tidak teramati dengan jelas (**Gambar 7**). Kelurusan punggung berarah baratlaut-tenggara mendominasi bagian puncak Gunung Pesawaran. Pesebaran produk vulkanik di bagian timur Gunung Pesawaran dibatasi oleh tinggian sirkular domain 1 (**Gambar 11**). Domain 3 memiliki pola aliran sungai radial sentrifugal yang mengindikasikan bahwa Gunung Pesawaran merupakan gunungapi strato berumur lebih muda di bandingkan dengan domain 4 (**Gambar 6**).

Domain 4 berada di sebelah utara hingga timurlaut daerah penelitian dan menempati 30% daerah penelitian (**Gambar 8**) dengan kemiringan lereng $16-56^\circ$ (**Gambar 5**). Domain 4 dicirikan dengan tekstur yang halus hingga sedang, bukaan kawah berarah baratdaya, dan pada bagian tengah kawah menunjukkan pusat erupsi terakhir Gunung Betung (**Gambar 7**). Sebaran material berarah baratdaya menunjukkan bentukan lobus lava yang masih dapat diamati. Pada bagian timurlaut, sebaran produk vulkanik mengikuti kelurusan berarah baratlaut-tenggara yang berkembang di gunung tersebut (**Gambar 7**). Sama halnya dengan Gunung Pesawaran, Gunung Betung memiliki pola aliran sungai radial sentrifugal yang mengindikasikan bahwa Gunung Betung memiliki umur lebih muda di bandingkan dengan domain 1 dan 2.

4.2. Pembahasan

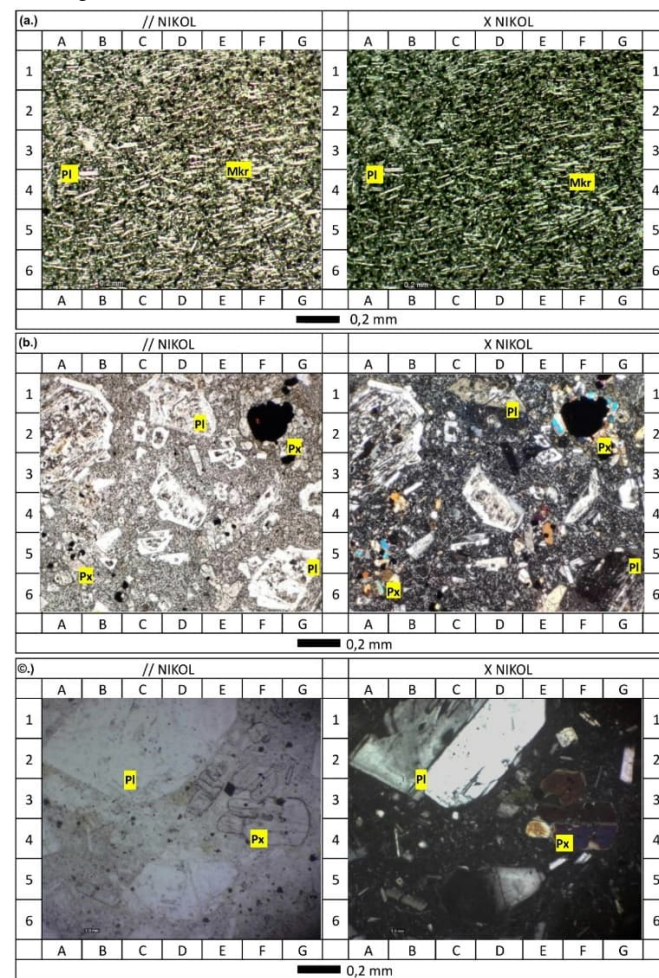
Analisis data areal dan linear menunjukkan bahwa produk vulkanik dari kompleks gunungapi di daerah penelitian tidak berasal dari satu sumber yang sama. Produk vulkanik tertua berada pada daerah Gebang yang terletak di bagian timur daerah penelitian (domain 1). Aktivitas vulkanisme berumur Tersier dimulai dengan pembentukan tubuh Gunung Gebang yang merupakan hasil aktivitas subduksi antara lempeng benua mikro Blok Sumatra Barat dan *intra-arc* Woyla pada umur Kapur (Advokaat dkk., 2018; Barber, 2000; Metcalfe, 2017). Aktivitas vulkanisme ini dicirikan oleh afinitas magma kalk-alkalin (Barber dkk., 2005; Soeria-Atmadja & Noeradi, 2005) dan menghasilkan produk lava basal (**Gambar 10a**) dan lava

andesit (**Gambar 9a**) yang disetarakan dengan Formasi Tarahan berumur Paleosen hingga Oligosen (Mangga dkk., 1994). Akhir dari vulkanisme Gunung Gebang ditandai dengan erupsi eksplosif dan penghancuran bagian atas tubuh Gunung Gebang yang menyisakan bentuk tapal kuda Kaldera Gebang (**Gambar 11**). Erupsi eksplosif terakhir ini hanya menyisakan hanya bagian timur tubuh Gunung Gebang dan membentuk pola aliran sungai radial sentrifugal. Selain itu, aktivitas tektonik yang terjadi selama umur Tersier menghasilkan bentuk lembah dengan pola aliran sungai rektangular di bagian punggung dari Kawah Gebang, sekali pun indikasi aktivitas tektonik tidak terlihat jelas dalam peta pola kelurusan.



Gambar 9. Singkapan batuan (a) lava basal dan kekar berlembar pada Kaldera Gebang; (b) lava andesit yang terkekarkan dan (c) tuf dengan struktur kekar kolom pada Formasi Lampung domain 2; (d) perlapisan tuf dan tuf lapilli dan (e) lava basal pada Gunung Pesawaran domain 3; (f) lava

andesit dengan kekar berlembar dan (g) lahar pada Gunung Betung domain 4.



Gambar 10. Sayatan tipis produk lava dan piroklastik di daerah penelitian. Simbol komponen mineral adalah plagioklas (pl), mikrokristalin (mkr), dan piroksen (px). Sayatan tipis (a) lava basal daerah Kaldera Gebang yang menunjukkan tekstur trakitik dari mikrokristalin plagioklas; (b) lava andesit-basal daerah Gunung Betung yang memperlihatkan tekstur sieve pada plagioklas; (c) lava basal-andesit daerah Gunung Pesawaran dengan tekstur porfiritik.

Aktivitas magmatisme terus berlanjut hingga Plio-Pleistosen yang ditandai dengan pembentukan batuan vulkanik berupa batuan piroklastik (**Gambar 9b** dan **9c**). Batuan ini disetarakan dengan Formasi Lampung (Mangga dkk., 1994) yang tersebar di bagian utara daerah penelitian (domain 2). Menurut Bronto dkk. (2012), Formasi Lampung merupakan produk dari Gunung Pra-Rajabasa, namun perlu dilakukan penelitian lebih lanjut

untuk menentukan sumber erupsi utama dari formasi ini (**Gambar 11**).

Pada umur Holosen aktivitas magmatisme ditandai dengan kehadiran Gunung Pesawaran, di bagian tengah hingga selatan daerah penelitian, domain 3 (**Gambar 11**). Produk Gunung Pesawaran berupa lava andesit – basal (**Gambar 9e** dan **10c**) dan batuan piroklastik (**Gambar 9d**). Aktivitas vulkanisme ini diikuti juga dengan aktivitas tektonik yang menghasilkan kelurusan-kelurusan utama

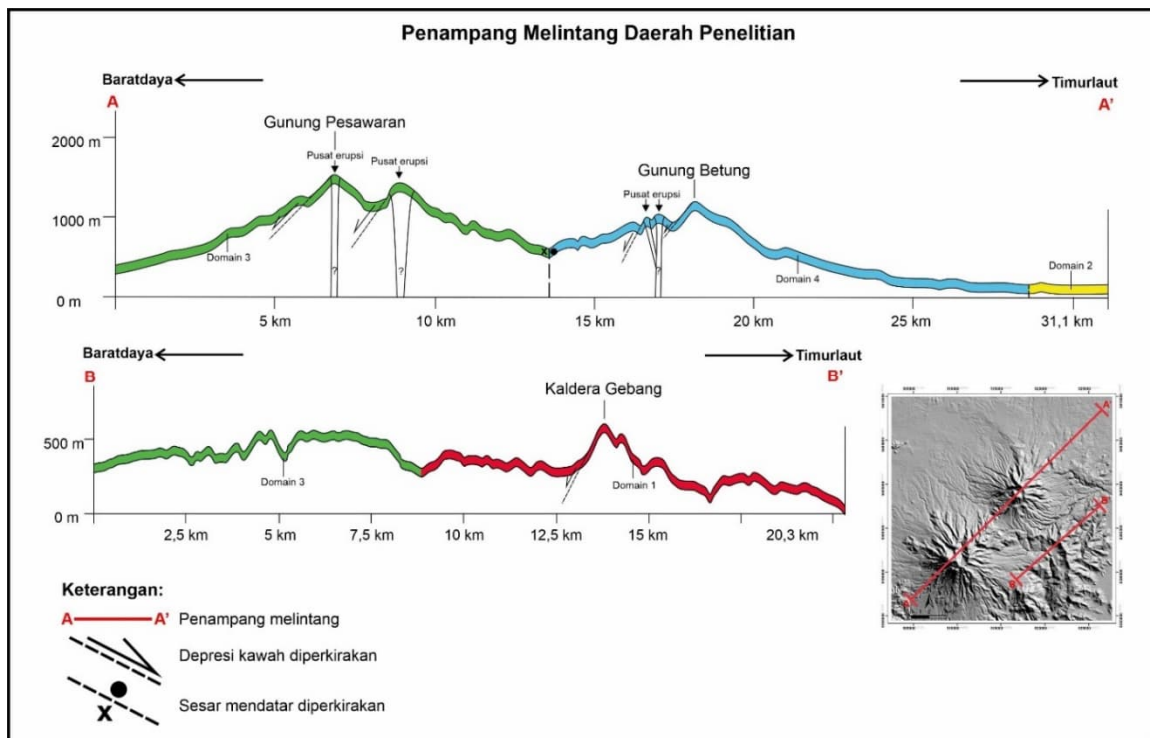
17 berarah baratlaut-tenggara dan juga timurlaut-baratdaya (**Gambar 4** dan **Gambar 7**), sehingga bukaan kawah dan sebaran produk vulkanik terakhir mengikuti arah kelurusan tersebut. Kelurusan berarah timurlaut-baratdaya memanjang hingga domain 4 dan menjadi batas antara domain 1 dan domain 4. Kelurusan berarah timurlaut-baratdaya mengakibatkan sebaran produk vulkanik Gunung Pesawaran di bagian baratdaya melampar sepanjang kelurusan tersebut dan kelurusan ini diinterpretasikan hadir terlebih dahulu dibandingkan kelurusan baratlaut-tenggara.

25 Kelurusan berarah baratlaut-tenggara diinterpretasikan sebagai sesar geser menganan yang memotong kelurusan berarah timurlaut-baratdaya. Kelurusan-kelurusan ini diinterpretasikan sebagai hasil dari aktivitas tektonik Sumatra yang terus berlangsung hingga Holosen dan memiliki arah tegasan yang searah dengan arah Sesar Semangko.

Produk vulkanik termuda di daerah penelitian merupakan hasil erupsi dari tubuh Gunung Betung (**Gambar 11**). Hal menarik dari sebaran produk vulkanik di Gunung Betung adalah sebaran produk vulkanik ini

dibatasi oleh kelurusan lembah berarah baratlaut-tenggara dibagian utara dan selatan, serta kelurusan berarah timurlaut-baratdaya di bagian tenggara domain 4 (**Gambar 8**). Selain itu, kelurusan-kelurusan pada domain 4 mengakibatkan produk-produk vulkanik Gunung Betung membentuk pola yang sama dengan kelurusan-kelurusan tersebut. Endapan Gunung Betung dicirikan dengan litologi berupa lava andesit (**Gambar 9f** dan **10b**) dan lahar (**Gambar 9g**). Produk vulkanik terakhir dari gunung ini berada di bagian selatan punggung dan ditandai dengan bukaan kawah ke selatan. Produk vulkanik dicirikan oleh kehadiran lava yang membentuk lobus tidak jauh dari pusat erupsi (**Gambar 7**).

Kelurusan-kelurusan yang berkembang di daerah penelitian juga menjadi zona lemah untuk manifestasi fluida termal dapat hadir di permukaan sebagai mata air panas. Beberapa titik fumarol di temukan di sekitar kaki Gunung Pesawaran. Selain itu, aktivitas tektonik yang menghasilkan kelurusan-kelurusan tersebut juga berasosiasi dengan pembentukan fluida hidrotermal yang menghasilkan mineralisasi di kaki Gunung Pesawaran bagian baratdaya.



Gambar 11. Penampang melintang geomorfologi menunjukkan sebaran produk setiap tubuh gunungapi.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa:

- Daerah penelitian didominasi oleh periode vulkanisme sejak Paleosen hingga Holosen dan meninggalkan jejak morfologi berupa Kaldera Gebang, dataran piroklastik Formasi Lampung, dan kerucut Gunung Pesawaran dan Gunung Betung.
- Struktur yang berkembang di daerah penelitian dipengaruhi oleh aktivitas vulkanik dan tektonisme yang menghasilkan kelurusan-kelurusan berarah barat-laut-tenggara, yang searah dengan Sesar Semangko.
- Potensi sumber daya alam Gunung Betung dan Gunung Pesawaran ditandai dengan kehadiran manifestasi panasbumi berupa fumarol dan mata air panas dan pertambangan mineral ekonomis di baratdaya Gunung Pesawaran.
- Selain itu, perkembangan morfologi Gunung Betung dan Gunung Pesawaran memiliki daya tarik wisata yang dapat dikembangkan menjadi daerah geowisata.

Selain itu, penelitian lapangan perlu dilakukan untuk membuktikan perkembangan dan umur mutlak sesar-sesar di daerah penelitian dan juga memberikan pemahaman mendalam terkait evolusi magmatisme di daerah tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Riset dan Inovasi (PURINO) Teknologi Kebumihan dan Mineral Institut Teknologi Sumatera atas bantuan dalam penyediaan fasilitas selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Advokaat, E. L., Bongers, M. L. M., Rudyawan, A., BouDagher-Fadel, M. K., Langereis, C. G., & van Hinsbergen, D. J. J. (2018). Early Cretaceous origin of the Woyla Arc (Sumatra, Indonesia) on the Australian plate. *Earth and Planetary Science Letters*, 498, 348–361. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2018.07.001>.
- Altin, T. B., & Altin, B. N. (2011). Drainage morphometry and its influence on landforms in volcanic terrain, Central Anatolia, Turkey. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 19,

- 732–740.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.05.192>.
- Badan Informasi Geospasial. (2021). *Indonesia Geospatial Portal*. Retrieved December 21, 2022, from <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web>.
- Barber, A. J. (2000). The origin of the Woyla Terranes in Sumatra and the Late Mesozoic evolution of the Sundaland margin. *Journal of Asian Earth Science*, 18, 713–738. www.elsevier.nl/locate/jseaes.
- Barber, A. J., Crow, M. J., & Milsom, J. S. (2005). Tectonic Evolution. In *Sumatra: Geology, Resources and Tectonic Evolution* (Vol. 31, pp. 234–259). www.geolsoc.org.uk.
- Bronto, S. (2013). *Geologi Gunung Api Purba* (U. Hartono & N. Suwarna, Eds.; 2nd ed.). Badan Geologi.
- Bronto, S., ASmoro, P., & HArtono, G. (2012). Evolution of Rajabasa Volcano in Kalianda Area and Its Vicinity, South Lampung Regency. *Evolusi Gunung Api Rajabasa di daerah Kalianda dan Sekitarnya, Kabupaten Lampung Selatan*. In *Indonesian Journal of Geology* (Vol. 7, Issue 1).
- Chernicoff, C. J., Richards, J. P., & Zappettini, E. O. (2002). Crustal lineament control on magmatism and mineralization in northwestern Argentina: Geological, geophysical, and remote sensing evidence. *Ore Geology Reviews*, 21(3–4), 127–155. [https://doi.org/10.1016/S0169-1368\(02\)00087-2](https://doi.org/10.1016/S0169-1368(02)00087-2)
- Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral. 2019. *Peta potensi sumber daya mineral, batubara, dan panas bumi di Provinsi Lampung*. Lampung.
- Direktorat Panas Bumi. 2017. *Potensi Panas Bumi Indonesia, Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara, dan Panas Bumi*. Badan Geologi: Bandung, hal. 391-396.
- Favalli, M., Innocenti, F., Teresa Pareschi, M., Pasquarè, G., Mazzarini, F., Branca, S., Cavarra, L., & Tibaldi, A. (1999). The DEM or Mt. Etna: Geomorphological and structural implications. *Geodinamica Acta*, 12(5), 279–290. <https://doi.org/10.1080/09853111.1999.11105350>.
- Herlambang, R. F., & Novranza, K. (2016). Pemetaan Kelurusan Menggunakan Remote Sensing dan Korelasinya Terhadap Distribusi Manifestasi Permukaan di Daerah Potensi Geothermal Kepahian, Bengkulu. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, 5, SNF2016-EPA-57–64. <https://doi.org/10.21009/0305020412>.
- Hochstein, M.P., & Sudarman, S. (2008). History of Geothermal Exploration in Indonesia from 1970 to 2000. *Geothermics*. Vol. 37, hal. 220-266.
- Mangga S.A, Amiruddin, Suwarti T., Gafoer S, Tobing S, Sidarto, & Andra A. (1994). *Geologi Lembar Tanjungkarang, Sumatera*.
- Mangga S.A., Amirudin, Suwarti T., Gafoer S., & Sidarto. (1993). *PETA GEOLOGI LEMBAR TANJUNG KARANG, SUMATERA*.
- Martodjojo, S., & Djuhaeni. (1996). *Sandi Stratigrafi Indonesia*.
- Metcalfe, I. (2017). Tectonic evolution of Sundaland. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia*, 63, 27–60. <https://doi.org/10.7186/bgsm63201702>.
- Mulyasari, R., Utama, H. W., & Haerudin, N. (2019). Geomorphology study on the Bandar Lampung Capital City for recommendation of development area. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 279(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/279/1/012026>.
- Natawidjaja, D. H. (2018). Updating active fault maps and slip rates along the Sumatran Fault Zone, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 118(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/118/1/012001>.
- Norini, G., Carrasco-Núñez, G., Corbo-Camargo, F., Lermo, J., Rojas, J. H., Castro, C., Bonini, M., Montanari, D., Corti, G., Moratti, G., Piccardi, L., Chavez, G., Zuluaga, M. C., Ramirez, M., & Cedillo, F. (2019). The structural architecture of the Los Humeros volcanic complex and geothermal field. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 381, 312–329. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2019.06.010>.
- Norini, G., Groppelli, G., Capra, L., & de Beni, E. (2004). Morphological analysis of Nevado de Toluca volcano (Mexico): New insights into the structure and evolution of an andesitic to dacitic stratovolcano. *Geomorphology*, 62(1–2), 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2004.02.010>.
- Pierson, T. C., & Major, J. J. (2014). Hydrogeomorphic effects of explosive volcanic eruptions on drainage basins*. In *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* (Vol. 42, pp. 469–507). Annual Reviews Inc. <https://doi.org/10.1146/annurev-earth-060313-054913>.
- Soeria-Atmadja, R., & Noeradi, D. (2005). Distribution of early tertiary volcanic rocks in south Sumatra and west Java. *Island Arc*, 14(4),

679–686. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1738.2005.00476.x>.

● 13% Overall Similarity

Top sources found in the following databases:

- 8% Internet database
- Crossref database
- 9% Submitted Works database
- 5% Publications database
- Crossref Posted Content database

TOP SOURCES

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	pt.scribd.com Internet	2%
2	Universitas Diponegoro on 2020-03-20 Submitted works	1%
3	itera on 2022-12-14 Submitted works	<1%
4	Universitas Pertamina on 2021-08-18 Submitted works	<1%
5	itera on 2022-12-14 Submitted works	<1%
6	M. Arif Al-Hassan, Mochamad Iqbal. "Volcanostratigraphy Study of Wa... Crossref	<1%
7	Universiteit Twente on 2019-03-08 Submitted works	<1%
8	docplayer.net Internet	<1%

9	itera on 2022-06-02	<1%
	Submitted works	
10	jgrs.eng.unila.ac.id	<1%
	Internet	
11	Angga Jati Widiatama, Lauti Dwita Santy, Happy Christin Natalia, Joko ...	<1%
	Crossref	
12	media.neliti.com	<1%
	Internet	
13	Andri Yadi Paembonan, Purwaditya Nugraha, Nono Agus Santoso, Ruh...	<1%
	Crossref	
14	id.123dok.com	<1%
	Internet	
15	katalog.ukdw.ac.id	<1%
	Internet	
16	Sriwijaya University on 2019-11-27	<1%
	Submitted works	
17	Sriwijaya University on 2021-08-03	<1%
	Submitted works	
18	UPN Veteran Yogyakarta on 2019-04-01	<1%
	Submitted works	
19	Udayana University on 2021-08-19	<1%
	Submitted works	
20	jge.eng.unila.ac.id	<1%
	Internet	

21	psdg.bgl.esdm.go.id	Internet	<1%
22	spig.upi.edu	Internet	<1%
23	123dok.com	Internet	<1%
24	Hasrul Hasrul, Hasria Hasria, Suryawan Asfar. "Studi geomorfologi Dae...	Crossref	<1%
25	Sriwijaya University on 2020-01-31	Submitted works	<1%
26	adoc.pub	Internet	<1%
27	fr.slideshare.net	Internet	<1%
28	library.universitaspertamina.ac.id	Internet	<1%
29	nanopdf.com	Internet	<1%
30	sinta.eng.unila.ac.id	Internet	<1%
31	Salman Hamja Siombone, Adi Susilo, Sukir Maryanto. "Integration of T...	Crossref	<1%
32	Syiah Kuala University on 2020-02-18	Submitted works	<1%

33	Universitas Diponegoro on 2017-10-15 Submitted works	<1%
34	Universitas Diponegoro on 2019-01-17 Submitted works	<1%
35	journal.itera.ac.id Internet	<1%
36	qdoc.tips Internet	<1%