

KERAPATAN KELURUSAN SUNGAI DI WILAYAH MAJALENGKA DAN HUBUNGANNYA DENGAN VARIABEL MEKANIKA TANAH: SUDUT GESER-DALAM

Zufialdi Zakaria & Irvan Sophian

Laboratorium Geologi Teknik, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran,

ABSTRACT

Areas of the research include the role in The Eastern Zone of Bogor Basin. In this research are Research areas included in the Eastern zone Bogor Basin. In this research are discussed: 1) The role of tectonic and drainage lineament on Tertiary and Quaternary rocks in the study area; 2) The role of soil variables that are part of the parent rock material. The method used is a probabilistic analysis involving friction angle and lineament density. The results showed: 1) The absence of differences in the direction of lineament drainage patterns on Tertiary and Quaternary rocks, indicating the influence of the deformation of the same, namely the uplift, the two rocks together to experience the rapture; 2) The density lineament associated with one variable, namely internal friction angle (ϕ). Internal friction angle (ϕ) decreases with increasing density lineament.

Keywords: *morphotectonics, lineaments, angle of friction*

ABSTRAK

Daerah penelitian termasuk ke dalam zona Cekungan Bogor Bagian Timur. Dalam penelitian ini dibahas: 1) Peran tektonik dan kelurusan sungai di daerah penelitian; 2) Peran variabel tanah yang merupakan bagian dari material batuan induk. Metode yang dipakai adalah analisis probabilistik yang melibatkan variabel sudut geser dalam dan kerapatan kelurusan. Hasil penelitian menunjukkan: 1) Tidak terdapatnya perbedaan arah pola kelurusan sungai pada batuan Tersier dan Kuartar, menandakan adanya pengaruh deformasi yang sama, yaitu pengangkatan, kedua batuan sama-sama mengalami pengangkatan; 2) Kerapatan liniasi berhubungan dengan salah satu variabel tanah yaitu sudut-geser dalam (ϕ), sudut-geser dalam (ϕ) menurun sejalan dengan peningkatan kerapatan liniasi.

Kata kunci: morfotektonik, kelurusan, sudut-geser dalam

PENDAHULUAN

Daerah riset dilaksanakan di wilayah Majalengka (Gambar 1). Secara stratigrafi daerah ini termasuk bagian timur dari Zona Bogor, salah satu zona dalam pembagian fisiografi Jawa Barat yang merupakan antiklinorium berarah barat-timur (menurut van Bemmelen, 1949, dalam Martodjojo, 1984), atau termasuk dalam Cekungan Bogor bagian timur menurut Martodjojo (1984).

Jejak tektonik dapat ditelusuri dari keberadaan struktur geologi patahan, perlipatan, dan kekar-kekar. Jejak tektonik juga dapat ditelusuri pada morfologi melalui bentuk bentangalam yang sekarang muncul di permukaan bumi, termasuk kenampakan kelurusan topografi maupun sungai yang nampak pada peta topografi, foto-udara atau citra satelit dengan arah kelurusan yang beragam sesuai

dengan genetika/kejadian yang menimpa tiap-tiap wilayahnya.

Pada pengembangan wilayah, kajian terhadap *landscape* penting dilakukan, terutama kajian terhadap kekuatan lereng di lahan miring maupun kekuatan dayadukung tanah/batuan dalam hubungannya dengan perencanaan infrastruktur yang berkembang pesat di wilayah yang bersangkutan, misalnya perencanaan jalan toll baru, bandara internasional Kertajati, dan bendungan Jatigede.

Maksud penelitian adalah untuk mengungkap kejelasan peran tektonik dalam suatu wilayah dengan genetiknya yang dicerminkan melalui morfotektoniknya dan hubungannya dengan salah satu variabel tanah dan kualitas batuanya. Tujuan penelitian adalah: 1) Mengetahui peran tektonik terhadap batuan Kuartar dan Tersier di wilayah Majalengka dan sekitarnya, melalui kajian morfotektonik yang di-

wakili oleh kelurusan sungai/ topografi; 3) Menggali geologi secara kuantitatif dari data yang terukur melalui kajian kerapatan retakan suatu wilayah dan hubungannya dengan variabel tanah Sudut Geser Dalam.

Penelitian bermanfaat untuk beberapa hal dalam keilmuan maupun dalam aplikasi geologi untuk masyarakat, yaitu: 1) Memberikan sumbangan pemikiran dengan metode baru dalam penelitian peran tektonika terhadap morfologi dan hubungannya dengan kekuatan-kelemahan geologi; 2) Mengubah paradigma kualitatif dalam penelitian menjadi paradigma kuantitatif yang dapat diverifikasi dalam penetapan kesimpulannya

METODE PENELITIAN

Keberadaan dinamika geologi di Majalengka dan sekitarnya telah diteliti oleh beberapa peneliti. Terdapat sesar terkenal yang disebut sebagai Sesar Baribis yang diambil namanya dari nama sebuah desa di Majalengka. Daerah penelitian yang terletak di bagian timur Jawa Barat merupakan ujung dari Cekungan Bogor berdasarkan pembagian fisiografi daerah Jawa Barat oleh van Bemmelen, atau ujung dari Zona Bogor berdasarkan Martodjojo (1984). Sesar Baribis membelok tajam ke arah tenggara (Martodjojo, 1984). Pada pola umum struktur Jawa Barat, Martodjojo (1994) menggambarkan adanya patahan yang cenderung searah dengan S. Citanduy.

Hasil penelitian Haryanto (1999) menyimpulkan bahwa sesar Baribis di bagian utara relatif berarah barat-laut tenggara merupakan sesar naik dan di bagian timur berarah barat laut tenggara dengan pergerakan relatif dengan sifat pergerakan mendatar. Sesar tersebut disebutkan sebagai sesar aktif dengan adanya sesar minor pada batuan vulkanik Kuartar.

Keberadaan sesar aktif didukung oleh data adanya pusat-pusat gempa di daerah tersebut berdasarkan USGS, (2010) dan adanya pergeseran permukaan bumi melalui survey GPS

(Abidin *et al.*, 2009) dengan arah pergeseran ke tenggara. Hubungan bentangalam yang terbentuk saat ini dengan tektonik yang telah terjadi akan dicari melalui arah-arah kelurusan sungai dan topografi sebagai hasil retakan-retakan atau torehan atau erosi yang terjadi. Penelitian geologi secara regional maupun lokal yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti, hampir kebanyakan menggambarkan geologi secara kualitatif. Arah σ_1 hasil analisis sumbu lipatan dari beberapa formasi batuan dilakukan uji beda rata-rata untuk mengetahui adakah perbedaan arah gaya utama.

Pola kelurusan sungai/topografi di beberapa formasi batuan berumur Tersier dan Kuartar diukur azimuthnya untuk mengetahui apakah kelurusan berbeda nyata pada verifikasi dengan uji beda rata-rata. Jika berbeda nyata, maka formasi batuan umur Tersier dan Kuartar di masing-masing daerah berada pada kontrol tektonik yang berbeda, namun jika tidak berbeda nyata, maka formasi batuan umur Tersier dan Kuartar di masing-masing daerah berada pada kontrol tektonik yang sama.

Pola kelurusan dapat dihitung kerapatannya. Kerapatan kelurusan masing-masing daerah berbeda-beda tergantung banyaknya atau rapatnya kelurusan yang melewati daerah tersebut. Nilai sudut geser dalam (ϕ) didapat dari uji triaxial terhadap sampel tanah. Dayadukung tanah didapat dari perhitungan cara Terzaghi. Sudut geser dalam maupun kekuatan dayadukung tanah akan berkurang jika kelurusan di suatu wilayah semakin besar kerapatannya. Diagram alir penelitian diperhatikan pada Gambar 2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geologi

Satuan batuan tertua adalah Formasi Cinambo (Oligosen Akhir – Mio-sen Tengah, Formasi Cinambo Anggota Batupasir (bagian bawah) yang terdiri dari *greywacke*, batupasir gampingan, tufa, batulempung dan batu-

lanau dan Anggota Serpilh (bagian atas) terdiri dari batulempung, batugamping, batupasir gampingan, batupasir tufaan. Kemudian di atasnya diendapkan Formasi Halang (umur Miosen Tengah - Miosen Akhir), terdiri atas breksi bersifat andesitis sampai basaltis, tuf, konglomerat yang termasuk ke dalam bagian dari Formasi Halang Anggota Bawah dan Batupasir tufaan Anggota Atas. Di atas Formasi Halang diendapkan Formasi Subang (umur Miosen Akhir), terdiri dari Anggota Batu-lempung yang mengandung lapisan batugamping berumur Miosen Akhir. Di atas Formasi Subang diendapkan batulempung bersisipan batupasir dari Formasi Kaliwangu secara tidak selaras, umur Pliosen Awal s.d. Pliosen Tengah. Selanjutnya diendapkan batupasir tufaan dari Formasi Citalang (umur Pliosen Tengah s.d. Pliosen Akhir. Di atas Formasi Citalang diendapkan batuan-batuan berumur Kuartar secara tidak selaras.

Struktur geologi yang berkembang terjadi pada periode Miosen-Pliosen dan Pliosen-Plistosen. Jejak-jejak tektonik terekam pada struktur geologi tersebut, terdiri atas kekar, lipatan, dan sesar. Sesar berkembang dengan beberapa pola arah yang berbeda-beda. Sesar naik di Ujung Jaya melibatkan batuan Formasi Subang, Formasi Kaliwangu dan Formasi Citalang. Di daerah tersebut berkembang lipatan, sesar naik, dan sesar normal. Di bagian baratnya, di daerah Dawuan, berkembang sesar naik yang melibatkan Formasi Kaliwangu dan Formasi Citalang. Di bagian tengah, di (daerah G. Ganda) berkembang sesar naik dan lipatan yang melibatkan Formasi Citalang dan formasi batuan di bawahnya yang lebih tua. Di bagian selatannya berkembang sesar naik, sesar mendatar, sesar normal dan lipatan yang melibatkan Formasi Cinambo Anggota Bawah dan Formasi Halang. Ciri dari anjakan lipatan yang paling dikenal adalah kedudukan perlapisan pada batupasir dan lempung menyerpilh dari Formasi Cinambo

Anggota Bagian Bawah. Di S. Cinambo, kemiringan lapisan batuan sangat curam. Kondisi ini dapat menentukan kedudukan arah gaya utama dengan membuat tegak lurus dari arah jurus lapisan batuanya. Lipatan-lipatan yang sangat curam, juga dapat menentukan arah gaya utamanya yang tegak lurus dari sumbu antiklinnya.

Berdasarkan kajian kekar-kekar yang berkembang, Haryanto (1999) menyimpulkan adanya perkembangan sesar naik sepanjang arah sumbu lipatan. Demikian juga pada antiklin di breksi Formasi Halang Bagian Bawah, kedudukan sesar naik hampir sejajar dengan sumbu lipatan, arah sesar dan arah sumbu lipatan hampir berarah barat-timur. Peta geologi daerah Majalengka disampaikan sebagai berikut:

Tektonik

Dari hasil kajian arah pergerakan tektonik antara Formasi Citalang dan Formasi Subang terdapat perbedaan arah utama pergerakan, artinya bahwa kedua Formasi di daerah penelitian berada dalam pengaruh gaya utama yang berbeda (tingkat kebenaran signifikan 95%). pada Formasi Subang dengan Formasi Halang, Formasi Subang dengan Formasi Cinambo, Formasi Citalang dengan Formasi Halang, dan Formasi Citalang dengan Formasi Cinambo, terdapat perbedaan yang signifikan bahwa masing-masing Formasi yang diuji ternyata mempunyai arah gaya utama σ_1 yang berbeda. Namun pada Formasi Halang dan Formasi Cinambo, arah gaya utamanya sama. Dengan demikian, maka ada tiga gaya utama yang berperan di wilayah tektonik Majalengka, yaitu arah gaya utama yang menyebabkan struktur geologi pada Formasi Subang (Ujung Jaya), Formasi Citalang (G. Ganda, Blok Malati), dan arah gaya utama yang menyebabkan struktur geologi Formasi Halang dan Cinambo.

Morfotektonik

Hipotesis yang dibangun adalah diharapkan adanya perbedaan antara pola kelurusan sungai di batuan Kuartar dan batuan yang lebih tua (Tersier), akibat dari arah pergerakan tektonik yang berbeda-beda. Maka morfometri di setiap kronostratigrafi akan berbeda-beda pula. Morfometri batuan Tersier akan berbeda dengan morfometri batuan Kuartar. Namun pada pengujian hipotesis, tidak terbukti adanya perbedaan antara pola kelurusan sungai yang berarah Pola Meratus (baratdaya-timurlaut), Pola Jawa (barat-timur), Pola Sumatera (arah baratlaut-tenggara), dan Pola Sunda (utara-selatan), mirip arah pola struktur geologi (Pulunggono & Martodjojo, 1994). Hasil verifikasi menunjukkan bahwa pola kelurusan tersebut tidak ada perbedaan, baik di batuan Kuartar maupun di batuan Tersier. Sehingga sintesis dilakukan bahwa kedua batuan berumur Kuartar dan Tersier berada pada kondisi dipengaruhi arah gaya pergerakan tektonik yang sama. Arah pergerakan tektonik yang sama hanya bisa terjadi jika tektonik tersebut adalah tektonik termuda atau terkini (neotektonik) yang mempengaruhi baik batuan muda maupun tua. Gaya utama yang paling mungkin adalah gaya-gaya yang searah dengan pergerakan penunjaman ke arah pulau Jawa.

Dalam pengujian hipotesis mengenai kelurusan topografi, diharapkan adanya perbedaan antara pola kelurusan sungai di batuan Kuartar dan batuan yang lebih tua (Tersier), karena arah pergerakan tektonik yang berbeda-beda sehingga menyebabkan morfometri di setiap kronostratigrafi akan berbeda-beda pula. Namun pada pengujian hipotesis, tidak terbukti adanya perbedaan antara pola kelurusan topografi yang berarah Pola Jawa (barat-timur), dan Pola Sunda (utara-selatan). Sintesis muncul bahwa kedua batuan berumur Kuartar dan Tersier berada pada kondisi dipengaruhi arah gaya pergerakan tektonik yang sama yang mempenga-

ruhi baik batuan muda maupun batuan tua.

Pada uji beda kelurusan topografi Pola Meratus (baratdaya-timurlaut) dan Pola Sumatera (arah baratlaut-tenggara), terbukti ada perbedaan kelurusan topografi di batuan Tersier dan Kuartar. Sintesis dimunculkan bahwa walaupun sama-sama berada pada pengaruh neotektonik yang sama dari penunjaman ke arah Jawa, arah Pola Meratus dan Pola Sumatera mencerminkan adanya produk retakan yang berbeda karena jenis litologi yang berbeda dan juga pergeseran-pergeseran terhadap batuanannya berbeda pula. Arah Sumatera dan arah Meratus diperkirakan masih aktif sampai saat ini. Arah tektonik yang paling aktif dibuktikan dengan pergeseran yang terjadi berarah pola Sumatera (sesar-sesar paling muda). Sementara Pola Meratus diperkirakan kedua paling aktif karena reaktivasi sesar-sesar lama. Untuk hal ini masih diperlukan penelitian yang lebih luas.

Hasil penelitian pergeseran sesar Baribis yang dilakukan oleh Abidin, et al. (2009) menyatakan bahwa pergeseran pada zona Baribis masih terjadi dengan kecepatan 1 sampai 2,1 cm/tahun. Pengaruh perbedaan pola Sumatera pada batuan Tersier dan Kuartar pun dapat menjawab adanya sesar Citanduy yang diperkirakan dari data gravimetri (Martodjojo, 1994). Pengaruh perpotongan sesar Baribis (pola Jawa) dan sesar Citanduy (pola Sumatera) menyebabkan berbeloknya sesar ke arah yang sesuai dengan pergeseran dari GPS oleh Abidin, et al. (2009) yaitu relatif bergeser ke tenggara (gaya utama dominan) dan selatan-baratdaya (tidak dominan). Dengan demikian maka Sesar Baribis sebenarnya tidak berubah arah dari sesar naik di utara menjadi sesar mendatar di bagian selatan. Kedua sesar tersebut mempunyai sistem yang berbeda. Pola Sumatera yang masih bergerak dengan cara pergeseran menyebabkan kondisi morfologi terus berubah. Hal ini menyebabkan arah batuan bagian utara (dominan

Tersier) dan batuan di selatan (dominan Kuarter) menjadi berbeda arah kelurusannya.

Hasil uji beda pola kelurusan sungai pada batuan Tersier dan Kuarter menunjukkan tidak ada perbedaan, disimpulkan bahwa kedua batuan sama-sama terkena deformasi pengangkatan (*uplift*) yang sama dan yang berumur lebih muda. Yang memungkinkan deformasi seperti itu adalah deformasi akibat neotektonik. Hasil uji beda pola kelurusan topografi menunjukkan tidak ada perbedaan antara pola kelurusan topografi arah pola Jawa maupun arah pola Sunda antara batuan Tersier dan Kuarter. Hal ini menunjukkan kedua pola sama-sama terkena deformasi yang sama, yang lebih memungkinkan adalah berupa yaitu *uplift* akibat *subduction* dari selatan. Berlainan dengan pola Meratus dan pola Sumatera, terdapat perbedaan pola kelurusan topografi antara batuan Tersier dan Kuarter, hal ini menandakan kedua pola tersebut dipengaruhi tektonik aktif berupa pergeseran (dengan asumsi arah gaya utama dari selatan).

Mekanika Tanah

Hipotesis awal yang dibentuk pada kajian mekanika tanah adalah: Densitas dari kelurusan sungai menentukan kekuatan batuanya, termasuk tanah lapukannya. Nilai sudut-geser dalam menurut kerapatan *liniament*.

Untuk itu kajian kerapatan kelurusan, maka pola kelurusan yang akan digunakan ditentukan terlebih dahulu. Dalam hal ini kelurusan sungai diambil karena pada kajian kelurusan sungai, disimpulkan bahwa kecenderungan tektonik yang berpengaruh kepada kedua batuan Tersier dan Kuarter saat ini adalah sama, yaitu tektonik pengangkatan. Kedua batuan sama-sama terangkat dan sama-sama mengalami gaya yang sama, sehingga semua batuan diasumsikan berada pada kondisi tektonik yang sama, yaitu tektonik pengangkatan.

Kerapatan liniasi dihitung berdasarkan jumlah panjang kelurusan dalam suatu luas tempat kelurusan-kelurusan itu berada. Oleh sebab itu, peta wilayah penelitian dibuat grid dengan kotak-kotak yang berukuran luas seluas koordinat $0,01^\circ \times 0,01^\circ$ atau seluas kira-kira 344Km^2 . Satuan kerapatan bisa berupa satuan panjang per-satuan luas atau jumlah panjang kelurusan/liniasi dalam satu kotak grid dibagi satuan luas grid tersebut. Untuk lebih mudahnya dikalikan dengan 100 persen sehingga satuannya menjadi persen dengan satuan kerapatan diberi simbol k.

Persamaan regresi untuk sudut geser dalam versus kerapatan liniasi didapat bentuk eksponensial. Pada bentuk eksponensial digambarkan bahwa tidak ada nilai sudut geser dalam yang nol atau negatif ketika kerapatan semakin besar. Hal ini berbeda dengan persamaan regresi bentuk linier yang akan menghasilkan nilai negatif atau minus pada sudut geser dalam ketika kerapatan semakin besar. Bentuk eksponensial dipilih karena lebih logis. Pada kondisi kerapatan maksimum, nilai sudut geser dalam tidak bisa lebih kecil lagi, nilainya menjadi tetap pada nilai terkecil. Hubungan antara sudut-geser dalam dengan kerapatan liniasi mengikuti persamaannya eksponensial: $\phi = 26.804e^{-0.068k}$ dengan koefisien korelasi $R = 0.80$. Keeratatan hubungan pada persamaan eksponensial ($R=0,80$) lebih besar daripada persamaan linier ($R=0,65$).

Sudut-geser dalam lebih dipengaruhi oleh bentuk butir dan ukuran butir materialnya. Bentuk dan ukuran butir material sangat berkaitan dengan desintegrasi dan *transported soil*, yaitu pelapukan secara fisik yang dipengaruhi oleh cuaca sehingga material yang besar menjadi hancur, kemudian ditranspostasi oleh media air atau angin ke tempat lain. Selain desintegrasi, kehancuran material juga bisa dipengaruhi oleh retakan-retakan akibat struktur geologi. Sudut geser dalam adalah variabel yang berada

dalam material induk geologi, baik dalam tanah maupun dalam batuan. Oleh sebab itu sudut-geser dalam merupakan variabel terukur yang merupakan bagian dari faktor pembentuk tanah.

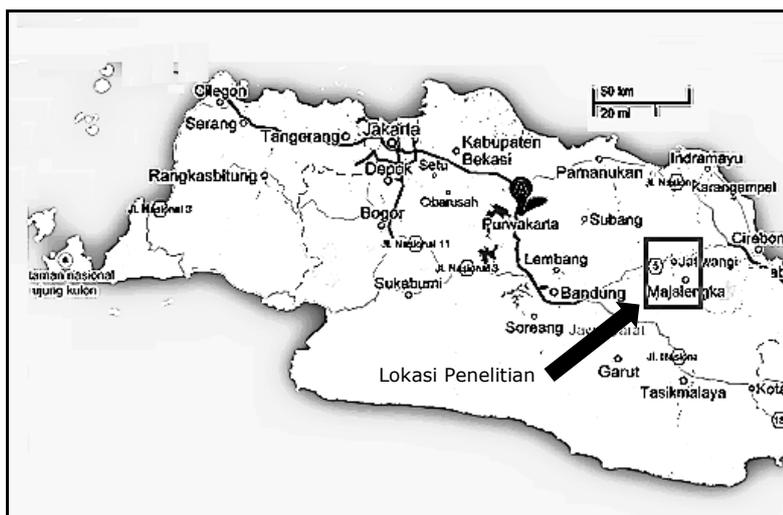
KESIMPULAN DAN SARAN

Tektonik berperan dalam membentuk morfologi wilayah Majalengka. Jejak tektonik dapat diketahui melalui kajian kuantitatif terhadap arah gaya pergerakan utama tektonik dan morfotektonik. Tektonik di Majalengka merupakan tektonik yang sampai sekarang masih aktif, dicirikan dengan pergeseran di zona Sesar Baribis atau pergeseran Sesar Citanduy ke arah dekstral. Batuan Tersier dan Kuartar sama-sama mengalami pengaruh oleh tektonik yang sama, yaitu tektonik pengangkatan yang dicirikan dengan arah retakan-retakan yang sama. Akan tetapi melalui kajian yang lebih jauh, analisis kelurusan-kelurusan dapat memberikan kesimpulan adanya peran tektonik yang menyebabkan pergeseran, dicirikan dengan adanya perbedaan atau persamaan arah retakan. Peran tektonik terhadap mekanika batuan masih belum banyak diteliti. Hubungan antara wilayah yang regional (atau wilayah luas) dengan lokal (atau wilayah sempit dengan singkapan yang detail), masih belum banyak diungkap. Penelitian ini menunjukkan belum tuntasnya kajian tersebut.

Sudut-geser dalam, yang merupakan salah satu variabel yang terlibat dalam dayadukung tanah, memperlihatkan hubungan yang signifikan dengan kerapatan liniasi. Nilai sudut-geser dalam akan menurun sejalan dengan peningkatan kerapatan liniasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z.A., Andreas, H, Kato, T., Ito, T., Meilano, I., Kimata, F., Natawidjaya, D.H., and Harjono, H., 2009, Crustal Deformation Studies in Java (Indonesia) using GPS, *Journal of Earthquake and Tsunami*, Vol. 3, No. 2 (2009) 77-88, World Scientific Publishing Company, pp.77-88
- Haryanto, I., 1999, *Tektonik Sesar Baribis, Daerah Majalengka, Jawa Barat*, Thesis Magister, Program Studi Ilmu Kebumihan, ITB, 76 hal.
- Martodjojo, Soejono, 1984, *Evolusi Cekungan Bogor, Jawa Barat*, Disertasi, Institut Teknologi Bandung, tidak dipublikasi.
- Martodjojo, Soejono, 1994, *Data Stratigrafi Pola Tektonik dan Perkembangan Cekungan pada Jalur Anjakan-Lipatan di Pulau Jawa*, *Proceeding Geologi dan Geoteknik Pulau Jawa*, Nafiri, Yogyakarta, hal. 51-71
- USGS, 2010, United States of Geological Survey, <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/sopar/>. Diakses tanggal 17 Februari 2011, pk 21.14



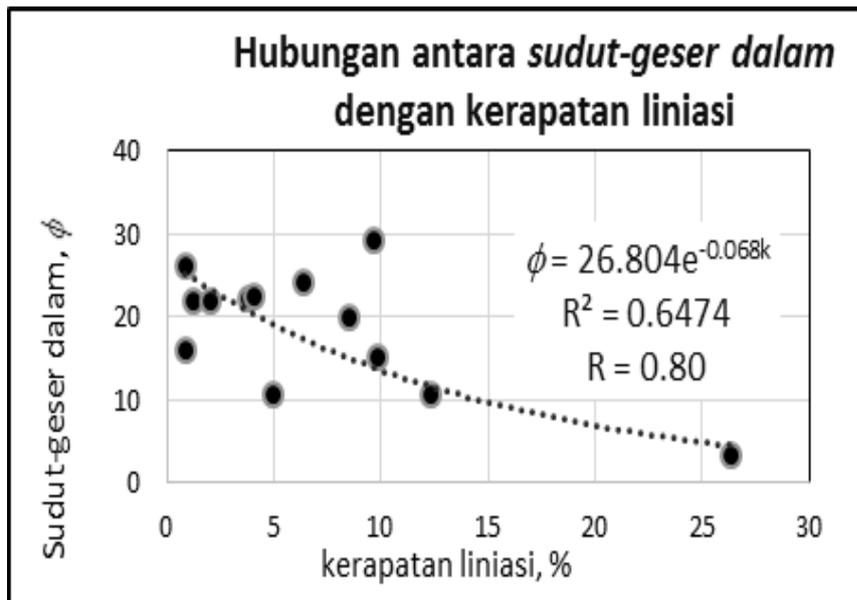
Gambar 1. Lokasi penelitian

Tabel 1. Ringkasan hasil pengujian hipotesis morfotektonik

Hipotesis	Populasi yang diteliti	Alat Uji	Ringkasan Pengujian		Keputusan	Kesimpulan
			Statistik Uji	Kriteria Penolakan		
Terdapat perbedaan pola kelurusan sungai di batuan Tersier dan Kuarter	Semua kelurusan sungai di batuan Tersier dan Kuarter	Uji beda rata-rata	$t_{hitung} = 0,691$	$t_{tabel(0,05)} = -1,972$	Terima hipotesis	Tidak terdapat perbedaan
	Kelurusan sungai berpola Meratus di batuan Tersier dan Kuarter	Uji beda rata-rata	$t_{hitung} = 0,195$	$t_{tabel(0,05)} = 2,037$	Terima hipotesis	Tidak terdapat perbedaan
	Kelurusan sungai berpola Jawa di batuan Tersier dan Kuarter	Uji beda rata-rata	$t_{hitung} = -1,239$	$t_{tabel(0,05)} = 1,993$	Terima hipotesis	Tidak terdapat perbedaan
	Kelurusan sungai berpola Sumatera di batuan Tersier dan Kuarter	Uji beda rata-rata	$t_{hitung} = 0,737$	$t_{tabel(0,05)} = 2,040$	Terima hipotesis	Tidak terdapat perbedaan
	Kelurusan sungai berpola Sunda di batuan Tersier dan Kuarter	Uji beda rata-rata	$t_{hitung} = 0,971$	$t_{tabel(0,05)} = 1,995$	Terima hipotesis	Tidak terdapat perbedaan

Tabel 2. Ringkasan hasil pengujian statistik hubungan kerapatan kelurusan dengan sudut-geser dalam

Populasi yang diteliti	Alat uji	Ringkasan pengujian		Keputusan	Kesimpulan
		Statistik Uji	Kriteria Penolakan		
Sudut-geser dalam dengan kerapatan liniasi	Analisis regresi korelasi	$p\text{-value} = 0,0015 > \alpha = 0,05$		Signifikan	Terdapat hubungan
	Persamaan regresi linier: $\phi = -0,6838k + 23,486$ (R=0,65)				
	Persamaan regresi eksponensial: $\phi = 26,804e^{-0,068k}$; (R=0,88)				



Gambar 2.
Hubungan sudut-geser dalam (ϕ) dengan kerapatan liniasi