



Karakteristik Struktur Geologi Daerah Bukit Batu Dinding, Samboja, Kalimantan Timur

Characteristics of the Geological Structure of the Bukit Batu Dinding Area, Samboja, East Kalimantan

Ikhwannur Adha^{1*}, Iwan Prabowo², Andi Ibnu Taslim³

¹ Jurusan Teknik Geologi, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta Jl. Padjajaran, Sleman, Yogyakarta, Indonesia.

^{2,3} Teknik Geologi Sekolah Tinggi Teknologi Minyak dan Gas Bumi Balikpapan Transad km. 08 No. 76 RT. 08 Kel. Karang Joang, Balikpapan, Kalimantan Timur, Indonesia.

*Corresponding Author: ikhwannur.adha@upnyk.ac.id

Article Info:

Received : 1-10-2022

Accepted : 20-10-2022

Published: 30-10-2022

Kata kunci: Bukit Batu Dinding, struktur geologi, Samboja, DEM

Keywords: Bukit Batu Dinding, geological structure, Samboja, DEM

Abstrak: Samboja merupakan salah satu kecamatan yang terletak di Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Beberapa lokasi di Samboja memiliki kondisi geologi yang menarik, salah satunya Bukit Batu Dinding. Bukit Batu Dinding memiliki lokasi yang berdekatan dengan IKN Baru Indonesia sehingga nantinya dapat menjadi daerah yang menyokong berkembangnya IKN. Untuk pengembangan daerah ini, perlu diketahui kondisi geologi yang detail termasuk terkait struktur geologinya sehingga pembangunan yang dilakukan sesuai dan tepat sasaran. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui kondisi geologi Bukit Batu Dinding, khususnya karakteristik struktur geologi. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode survei untuk mengetahui kondisi geologi yang meliputi litologi dan struktur geologi. Pengamatan dan pengukuran kedudukan batuan dan kekar gerus dilakukan sepanjang punggung Bukit Batu Dinding. Metode analisis yang dilakukan pada penelitian ini yaitu analisis kelurusan topografi untuk mengenali kondisi daerah penelitian dan melakukan dugaan-dugaan mengenai zona struktur geologi berdasarkan kenampakan pada peta topografi pada DEM. Proyeksi stereografis dengan menggunakan data kekar dengan bantuan perangkat lunak Dips untuk mengetahui kinematika dan dinamika tektonik pembentuk struktur geologi tersebut. Hasil proyeksi stereografis kemudian dianalisis dan diinterpretasi berdasarkan konsep sesar Anderson untuk mengetahui sesar yang berkembang di Bukit Batu Dinding. Bukit Batu Dinding adalah perbukitan yang terbentuk karena adanya sesar naik yang memanjang di sebelah barat dengan kemiringan berarah barat laut. Sesar naik ini berasosiasi dengan kekar gerus yang intensif di lokasi tersebut. Sesar naik ini memotong Formasi Pulau Balang sehingga mengakibatkan formasi tersebut menumpang diatas Formasi Balikpapan yang lebih muda. Sesar naik tersebut terbentuk karena adanya tegasan utama maksimum berarah tenggara-barat laut dan diperkirakan terbentuk pada periode tektonik Pliosen-Pleistosen

Abstract: Samboja is a sub-district located in Kutai Kartanegara Regency, East Kalimantan Province. Several locations in Samboja have interesting geological settings, one of which is Bukit Batu Dinding. Bukit Batu Dinding has a location close to Indonesia's New IKN so that later it can become an area that supports the development of IKN. For the development of this area, it is necessary to know the detailed geological settings including those related to the geological structure so that the development carried out is appropriate and on target. The purpose of this study is to determine the geological conditions of Bukit Batu Dinding, especially the characteristics of the geological structure. The research method used is the survey method to determine the geological conditions which include lithology and geological structure. Observations and measurements of rock position and fractures were carried out along the Bukit Batu Dinding ridge. The analytical method used in this research is topographic lineament analysis to identify the condition of the research area and make assumptions about the geological structure zone based on the appearance on the topographic map in DEM. Stereographic projection using fracture data with the help of Dips software to determine the kinematics and dynamics that form the geological

structure. The results of the stereographic projection are then analyzed and interpreted based on the Anderson fault concept to determine the faults that develop in Bukit Batu Dinding. Bukit Batu Dinding is hills that formed by a thrust fault that extends to the west with a slope trending northwest. This thrust fault is associated with intensive shear fractures at that location. This thrust fault cuts the Pulau Balang Formation, causing the formation to overlap on top of the younger Balikpapan Formation. The thrust fault is formed due to the maximum main stress trending southeast-northwest and is thought to have formed during the Pliocene-Pleistocene tectonic period.

1. Pendahuluan

Samboja merupakan salah satu kecamatan yang terletak di Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Daerah ini merupakan salah satu lokasi yang berada di sekitar Ibu Kota Negara (IKN) Baru Indonesia. Beberapa lokasi di Samboja memiliki kondisi geologi yang menarik, salah satunya Bukit Batu Dinding (Gambar 1). Bukit Batu Dinding merupakan daerah perbukitan yang saat ini dijadikan sebagai objek wisata oleh warga lokal karena memiliki elevasi yang lebih tinggi dari area sekitarnya. Bukit Batu Dinding memiliki lokasi yang berdekatan dengan IKN Baru Indonesia sehingga nantinya dapat menjadi daerah yang menyokong berkembangnya IKN. Untuk pengembangan daerah ini, perlu diketahui kondisi geologi yang detail termasuk terkait struktur geologinya sehingga pembangunan yang dilakukan sesuai dan tepat sasaran.

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini yaitu karakteristik struktur geologi yang menyusun Bukit Batu Dinding, Samboja. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui kondisi geologi Bukit Batu Dinding, khususnya karakteristik struktur geologi. Ruang lingkup penelitian ini yaitu kondisi struktur geologi Bukit Batu Dinding berdasarkan data dan analisis topografi dan struktur geologi yang dijumpai di lokasi, sedangkan kondisi geologi lainnya mengacu pada penelitian terdahulu.

1.1 Kajian Teori

Kekar (*joint/fracture*) menurut Billings (1954) dapat didefinisikan sebagai permukaan atau bidang yang memisahkan batuan, dan sepanjang bidang tersebut tidak terlihat adanya pergerakan. Berdasarkan Asikin (1979), kekar adalah sebutan untuk struktur rekahan dalam batuan yang tidak ada atau sedikit sekali mengalami pergeseran. Sedangkan menurut Sudarno (1999), kekar merupakan rekahan pada batuan yang belum mengalami gerakan. Rekahan terjadi karena adanya tegangan (*stress*) yang bekerja pada batuan. Kekar yang dihasilkan oleh tegangan tektonik umumnya berpola sistematis, yaitu pola yang beraturan yang membentuk arah-arah saling sejajar.

Sesar atau patahan (*fault*) menurut Ragan (1973) merupakan bidang atau zona rekahan yang terlihat telah mengalami pergerakan. Berdasarkan Asikin (1979), sesar adalah suatu rekahan pada batuan yang telah mengalami pergeseran sehingga terjadi perpindahan antara bagian yang berhadapan, dengan arah yang sejajar dengan bidang patahan. Pergeseran terjadi karena adanya gaya tektonik yang bekerja di dalam bumi. Sesar terdapat pada semua jenis batuan dengan panjang bervariasi dari beberapa milimeter hingga ratusan kilometer.

Anderson (1951); dalam McClay (1987) dan Ragan (1973) mengenali sifat dari arah tegangan utama, dalam hubungannya dengan Hukum Coulomb mengenai batas kekuatan suatu massa yang menyiratkan bahwa sesar naik, mendatar dan normal terbentuk pada atau dekat permukaan bumi, yang terdapat 3 arah tegangan (σ) dengan 2 arah tegangan horizontal dan 1 arah tegangan vertikal. Dengan demikian, kombinasi hubungan geometri antara bidang rekahan dan arah tegangan, maka Anderson mengklasifikasikan sesar secara dinamik yaitu sebagai berikut (sebagaimana yang terlihat pada Gambar 2):

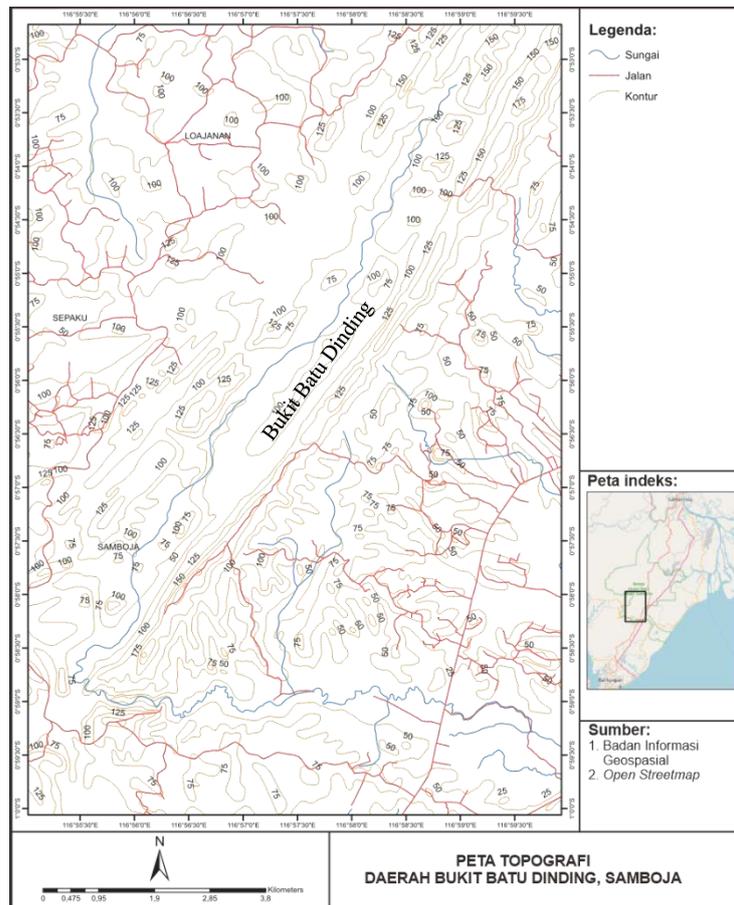
1. Sesar turun (*normal fault*) yaitu sesar dengan kedudukan σ_1 vertikal, sedangkan kedudukan σ_2 dan σ_3 horizontal.
2. Sesar mendatar (*strike-slip fault*) yaitu sesar dengan kedudukan σ_2 vertikal, sedangkan kedudukan σ_1

dan σ_3 horizontal. Sesar ini memiliki bidang sesar yang vertikal dan arah pergerakan sesarnya horizontal.

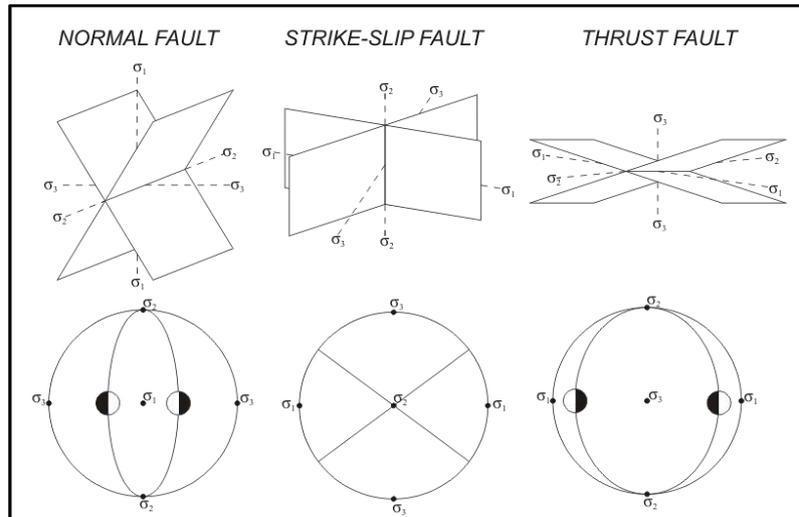
3. Sesar naik (*thrust fault*) yaitu sesar dengan kedudukan σ_3 vertikal, sedangkan kedudukan σ_1 dan σ_2 horizontal.

Menurut Noor (2008), dalam interpretasi struktur geologi dari peta topografi, hal terpenting adalah pengamatan terhadap pola kontur yang menunjukkan adanya kelurusan atau pembelokan secara tiba-tiba, baik pada pola bukit maupun arah aliran sungai, bentuk-bentuk topografi yang khas, serta pola aliran sungai. Beberapa contoh kenampakan geologi yang dapat diidentifikasi dan dikenal pada peta topografi, yaitu sebagai berikut :

1. Sesar, umumnya ditunjukkan oleh adanya pola kontur rapat yang menerus lurus, kelurusan sungai dan perbukitan, ataupun pergeseran, dan pembelokan perbukitan atau sungai, dan pola aliran sungai paralel dan rectangular.
2. Perlipatan, umumnya ditunjukkan oleh pola aliran sungai trellis atau paralel, dan adanya bentuk-bentuk *dip-slope* yaitu suatu kontur yang rapat dibagian depan yang merenggang makin kearah belakang. Jika setiap bentuk *dip-slope* ini diinterpretasikan untuk seluruh peta, muka sumbu-sumbu lipatan akan dapat diinterpretasikan kemudian. Pola *dip-slope* seperti ini mempunyai beberapa istilah yang mengacu pada kemiringan perlapisannya.
3. Kekar, umumnya dicirikan oleh pola aliran sungai rectangular, dan kelurusan-kelurusan sungai dan bukit.



Gambar 1. Lokasi daerah penelitian.



Gambar 2. Klasifikasi dinamik sesar Anderson dalam proyeksi stereografis dan sistem tegangan (McClay, 1987)

Menurut Bott (1959), pergerakan sesar akan mengikuti arah kekar gerus yang berpasangan (*Conjugate Shear*). Dalam analisis sesar dengan menggunakan data kekar dalam penentuan jenis sesar dapat diterapkan dengan menggunakan konsep klasifikasi sesar secara dinamik menurut Anderson dengan patokan sebagai berikut:

1. Tegangan utama maksimum (σ_1) berada pada titik tengah perpotongan 2 bidang kekar gerus berpotongan yang mempunyai sudut sempit (0° - 90°).
2. Tegangan utama menengah (σ_2) berada pada titik perpotongan antara 2 bidang kekar gerus berpotongan.
3. Tegangan utama minimum (σ_3) berada pada titik tengah perpotongan 2 bidang kekar gerus berpotongan yang mempunyai sudut tumpul (90° - 180°).
4. Ketiga tegangan utama saling tegak lurus.
5. Orientasi kekar tarik searah dengan orientasi tegangan utama maksimum (σ_1).
6. Orientasi *stylolites* tegak lurus dengan tegangan utama maksimum (σ_1) atau searah dengan orientasi Tegangan utama minimum (σ_3).
7. Bidang gerusan dan tarikan akan membentuk sudut sempit.
8. Bidang gerusan dengan *release joint* akan membentuk sudut tumpul.

1.2 Geologi Regional Daerah Penelitian

Secara regional menurut Supriatna, dkk. (1995), Bukit Batu Dinding, Samboja dan sekitarnya tersusun oleh tiga formasi batuan yaitu Formasi Pulau Balang, Formasi Balikpapan, dan Formasi Kampungbaru. Karakteristik ketiga formasi tersebut sebagai berikut:

1. Formasi Pulau Balang (Tmpb) terdiri dari perselingan antara greywacke dan batupasir kuarsa dengan sisipan batugamping, batulempung, batubara, dan tuf dasit. *Greywacke* berwarna kelabu kehijauan, padat tebal lapisan antara 50-100 cm. Batupasir kuarsa berwarna kelabu kemerahan, setempat tufan dan gampingan, tebal lapisan antara 15-60 cm. Batugamping berwarna coklat muda kekuningan, mengandung forminifera besar, batugamping ini terdapat sebagai sisipan atau lensa dalam batupasir kuarsa dengan dengan tebal 10-40 cm. Foraminifera besar antara lain *Austrolina howchini*, *Borellis Sp*, *Lepidocyclina Sp*, dan *Miogyopsina Sp*, yang menunjukkan umur Miosen Tengah dengan lingkungan pengendapan laut dangkal. Batulempung berwarna kelabu kehitaman, tebal 1-2 cm. Setempat berselingan dengan batubara dengan tebal mencapai 4 m. Tufa dasit berwarna putih.
2. Formasi Balikpapan (Tmbp) terdiri dari perselingan batupasir dan batulempung dengan sisipan batulanau, disisipi lapisan batubara, tebal 5-10 cm. Batupasir gampingan berwarna coklat, berstruktur sedimen *graded bedding* dan silang siur, tebal 20-40 cm, mengandung foraminifera kecil, disisipi lapisan tipis karbon. batulempung berwarna kelabu kehitaman, setempat mengandung sisa tumbuhan, oksida besi yang mengisi rekahan setempat mengandung lensa batupasir gampingan. Batugamping pasiran

- mengandung foraminifera besar dan moluska yang menunjukkan umur Miosen Akhir bagian bawah-Miosen Tengah bagian atas. Lingkungan pengendapan berupa delat. Ketebalan berkisar 1000-1500 m.
3. Formasi Kampungbaru (Tpkb) terdiri dari batupasir kuarsa dengan sisipan batulempung, serpih, batulanau dan lignit, pada umumnya lunak, mudah hancur. Batupasir kuarsa berwarna putih, setempat kemerahan atau kekuningan, tidak berlapis, mudah hancur, setempat mengandung lapisan tipis oksida besi atau kongkresi, tufan dan lanauan, dan sisipan batupasir konglomeratan atau konglomerat dengan komponen kuarsa, kalsedon, serpih merah dan batulempung, diameter 0,5-1 cm, mudah lepas. Batulempung berwarna kelabu kehitaman, mengandung sisa tumbuhan, kepingan batubara dan koral. Batulanau berwarna kelabu tua, menyerpih, laminasi. Lignit memiliki ketebalan 1-2 m. Diduga berumur Miosen Akhir-Plio Plistosen dengan lingkungan pengendapan delta-laut dangkal dengan ketebalan lebih dari 500 m. Formasi ini menindih selaras dan setempat tidak selaras terhadap Formasi Balikpapan.

Secara regional, struktur geologi yang berkembang berupa lipatan antiklinorium dan sesar. Lipatan umumnya berarah timur laut-barat daya dengan sayap lebih curam di bagian tenggara. Batuan yang lebih muda seperti Formasi Kampungbaru pada umumnya terlipat lemah. Sesar naik diduga terjadi pada Miosen Akhir yang kemudian terpotong oleh sesar mendatar yang terjadi kemudian. Sesar turun terjadi pada Pliosen.

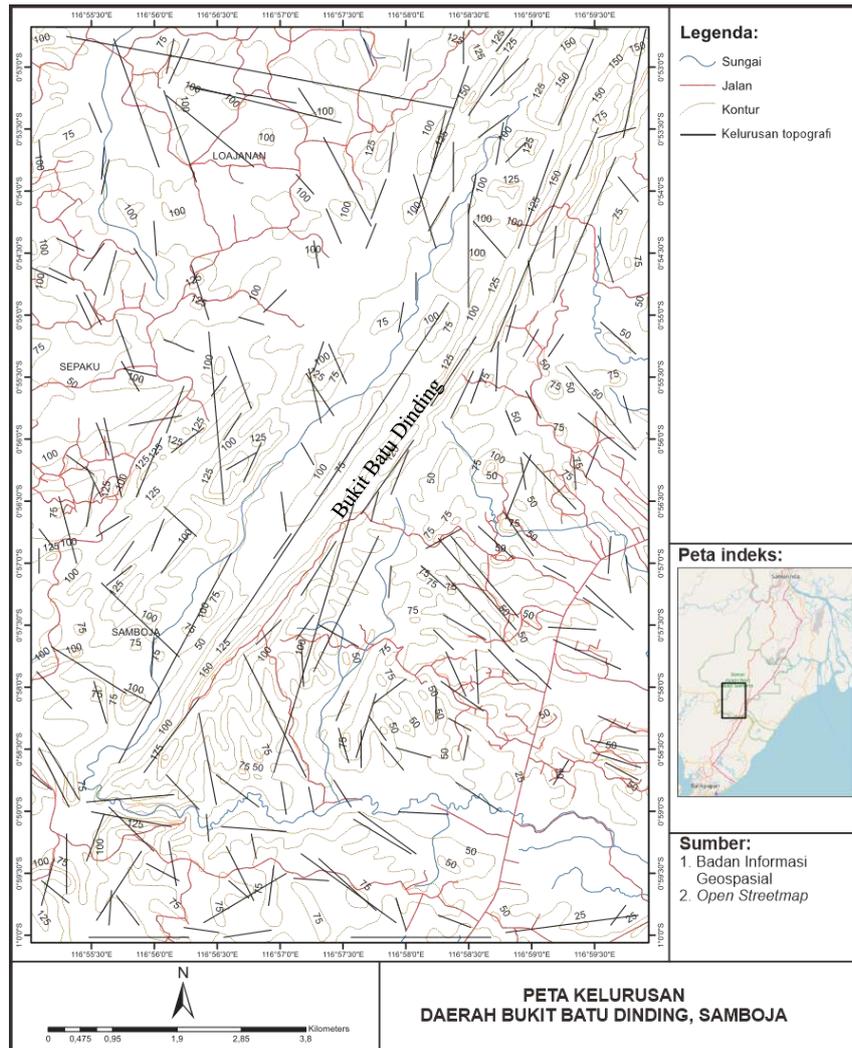
2. Bahan dan Metode

Penelitian ini secara umum didasarkan pada evaluasi data lapangan. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode survei untuk mengetahui kondisi geologi yang meliputi litologi dan struktur geologi. Pengamatan dan pengukuran kedudukan batuan dan kekar gerus dilakukan sepanjang punggung Bukit Batu Dinding. Data pengukuran kekar gerus yang digunakan sebanyak 273. Untuk daerah di luar punggung Bukit Batu Dinding menggunakan data penelitian terdahulu.

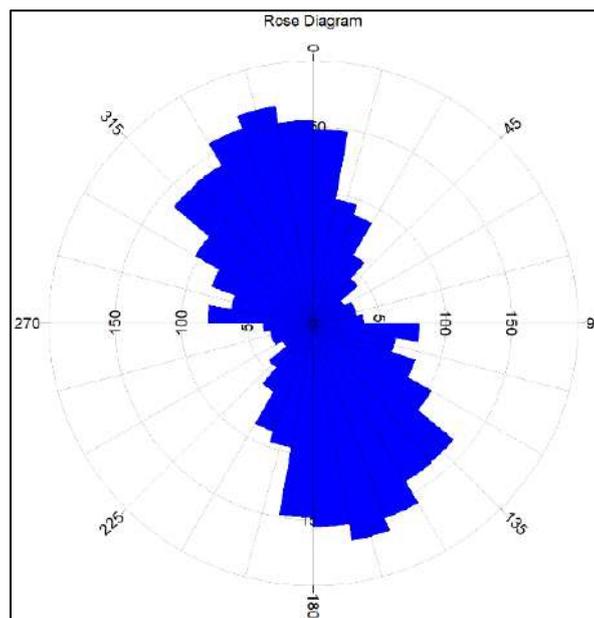
Metode analisis yang dilakukan pada penelitian ini yaitu analisis kelurusan topografi untuk mengenali kondisi daerah penelitian dan melakukan dugaan-dugaan mengenai zona struktur geologi berdasarkan kenampakan pada peta topografi. Proyeksi stereografis dengan menggunakan data kekar dengan bantuan perangkat lunak *Dips* untuk mengetahui kinematika dan dinamika tektonik pembentuk struktur geologi tersebut. Hasil proyeksi stereografis kemudian dianalisis dan diinterpretasi berdasarkan konsep sesar Anderson untuk mengetahui sesar yang berkembang di Bukit Batu Dinding. Data dan hasil analisis diintegrasikan sehingga diperoleh sintesa sebaran struktur geologi dan karakteristiknya di lokasi tersebut.

3. Hasil dan Pembahasan

Bukit Batu Dinding, Samboja merupakan area perbukitan yang memanjang berarah barat daya-timur laut. Berdasarkan analisis kelurusan topografi, kelurusan di Bukit Batu Dinding dominan memiliki arah tenggara-barat laut (sebagaimana yang terlihat pada Gambar 3). Kelurusan berarah barat daya-timur laut pun dijumpai berkembang pada daerah penelitian walau tidak begitu signifikan. Intensitas kelurusan topografi ini disajikan pada *diagram rose* sebagaimana yang terlihat pada Gambar 4. Kelurusan topografi ini diinterpretasikan sebagai zona-zona lemah yang berkembang, baik berupa rekahan, kekar, maupun sesar. Dari peta kelurusan terlihat bahwa terdapat kelurusan yang memanjang sejajar dengan punggung Bukit Batu Dinding yang berarah barat daya-timur laut. Hal ini dapat diinterpretasikan kemungkinan adanya struktur geologi yang mengontrol pembentukan Bukit Batu Dinding tersebut.



Gambar 3. Peta kelurusan daerah Bukit Batu Dinding, Samboja.



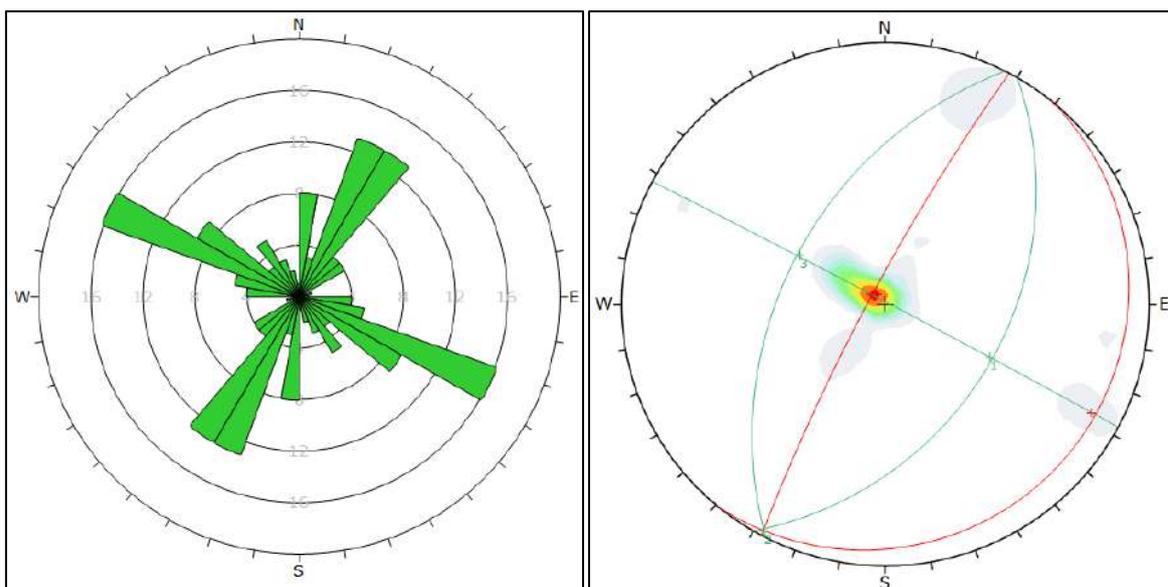
Gambar 4. Intensitas kelurusan topografi daerah penelitian.

Bukit Batu Dinding didominasi oleh batuan berupa batupasir kuarsa dengan sisipan batulempung. Batupasir kuarsa (Gambar 5) berwarna abu-abu kemerahan, berlapis, ukuran butir pasir kasar-pasir sedang, sortasi baik, kemas tertutup, komposisi dominan kuarsa, dan tingkat pelapukan rendah. Berdasarkan geologi regional maka batuan ini termasuk Formasi Pulau Balang (Supriatna, dkk., 1995). Dengan komposisi utama berupa kuarsa maka batuan bersifat lebih resisten terhadap pelapukan. Kedudukan batuan di lokasi ini yaitu $N200^{\circ}E/75^{\circ}$.



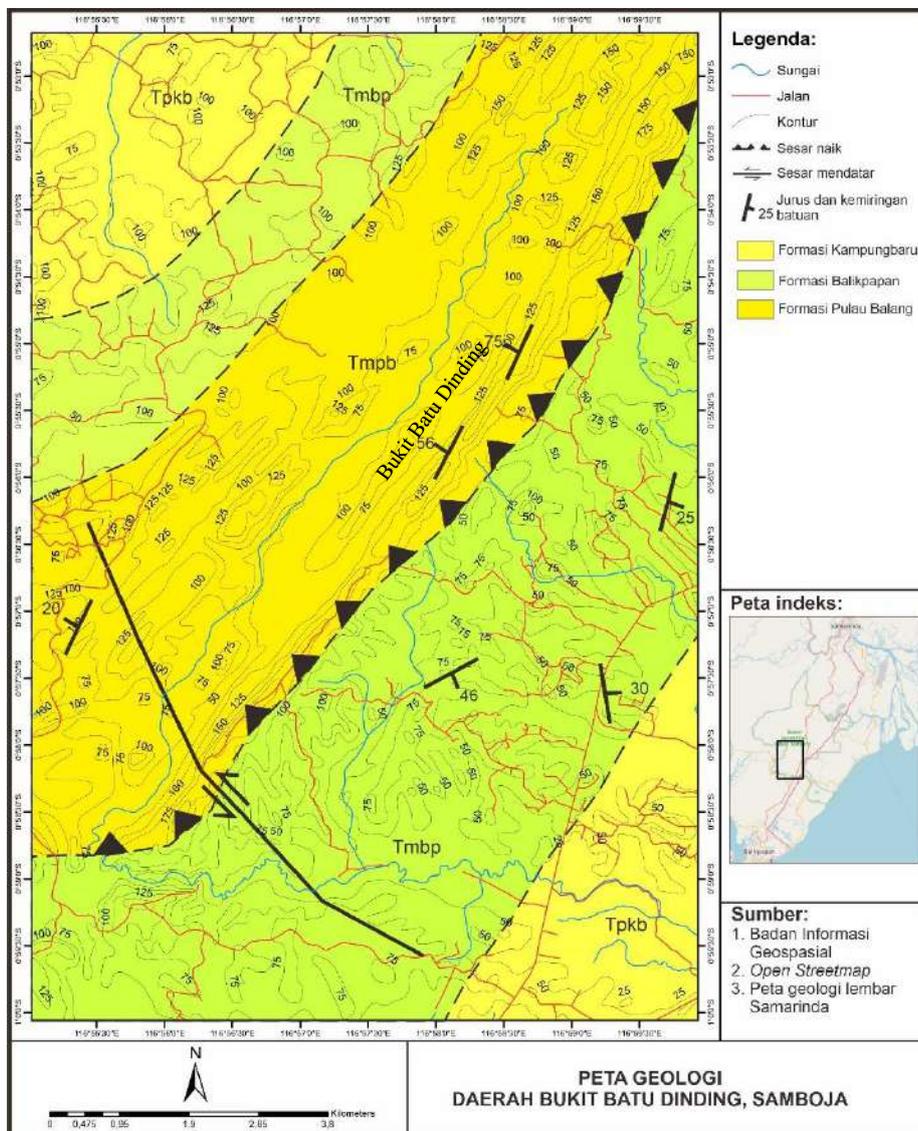
Gambar 5. Singkapan batupasir kuarsa di Bukit Batu Dinding.

Kekar gerus di sepanjang Bukit Batu Dinding memiliki intensitas yang cukup tinggi. Penelitian menggunakan 273 data kekar gerus yang dianalisis menggunakan proyeksi stereografis (Gambar 6). Berdasarkan analisis tersebut bahwa kekar gerus terbentuk oleh tegasan utama maksimum 1 dengan kedudukan $41^{\circ}/N117^{\circ}E$, tegasan utama menengah dengan kedudukan $1^{\circ}/N208^{\circ}E$, dan tegasan utama minimum dengan kedudukan $55^{\circ}/N299^{\circ}E$.



Gambar 6. Intensitas kekar gerus (kiri) dan analisis kekar gerus pada proyeksi stereografis (kanan).

Berdasarkan data dan hasil analisis, Bukit Batu Dinding sangat dikontrol oleh struktur geologi. Bentuk topografi Bukit Batu Dinding berupa perbukitan yang memanjang, kedudukan perlapisan batuan dengan kemiringan yang terjal, dan adanya kelurusan yang sejajar perbukitan tersebut mengindikasikan adanya struktur geologi yang berkembang. Hasil analisis kekar yang diinterpretasikan dengan konsep sesar Anderson (1951) menunjukkan bahwa kekar yang terbentuk berasosiasi dengan adanya sesar naik. Sesar naik ini ditunjukkan dengan kedudukan tegasan utama minimum yang relatif vertikal. Sesar naik ini diperkirakan berada di sebelah tenggara Bukit Batu Dinding sebagaimana yang ditunjukkan oleh kelurusan topografi di lokasi tersebut (Gambar 7). Hal ini didukung pula oleh sebaran formasi batuan di daerah ini yang ditunjukkan oleh Formasi Pulau Balang menumpang di atas Formasi Balikpapan yang berumur lebih muda. Seri formasi batuan yang berada di sebelah barat laut sesar naik mengalami pengangkatan sehingga Formasi Pulau Balang seolah-olah menumpang di atas Formasi Balikpapan. Sesar naik ini diperkirakan memiliki kemiringan ke arah barat laut. Sesar ini berkembang karena adanya tegasan utama maksimum berarah tenggara-barat laut. Sesar ini diperkirakan terjadi pada periode tektonik Pliosen-Plistosen.



Gambar 7. Peta geologi daerah penelitian.

4. Kesimpulan

Bukit Batu Dinding adalah perbukitan yang terbentuk karena adanya sesar naik yang memanjang di sebelah barat dengan kemiringan berarah barat laut. Sesar naik ini berasosiasi dengan kekar gerus yang intensif di lokasi tersebut. Sesar naik ini memotong Formasi Pulau Balang sehingga mengakibatkan formasi tersebut menumpang diatas Formasi Balikpapan yang lebih muda. Sesar naik tersebut terbentuk karena adanya tegasan utama maksimum berarah tenggara-barat laut dan diperkirakan terbentuk pada periode tektonik Pliosen-Pleistosen. Saran dari penelitian ini yaitu perlu dilakukan pemetaan yang lebih detail dan menyeluruh sehingga diperoleh kondisi geologi yang menyeluruh untuk Bukit Batu dinding dan sekitarnya.

Daftar Pustaka

- Asikin, S. (1979). *Dasar-Dasar Geologi Struktur*. Bandung. Departemen Teknik Geologi ITB.
- Billings, M. P. (1954). *Structural Geology*. New York. Prentice – Hall, Inc.
- Bott, M. H. P. (1959). The mechanisms of oblique slip faulting. *Geology Magazine*. Volume 96.
- McClay, K. R. (1987). *The Mapping of Geological Structures*. New York. Open University Press.
- Noor, D. (2008). *Pengantar Geologi*. Bogor. Pakuan University Press.
- Ragan, D. M. (1973). *Structural Geology: An Introduction to Geometrical Techniques*. Edisi Kedua. New York. John Wiley and Sons.
- Sudarno. (1999). *Buku Handout Mata Kuliah: Geologi Struktur*. Tidak dipublikasikan. Jurusan Teknik Geologi FT UGM.
- Supriatna, S., Sukardi, dan Rustandi, E. (1995). *Peta Geologi Lembar Samarinda, Kalimantan*. Bandung. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.