

Identifikasi dan Interpretasi Struktur Daerah Padangguci Ulu dan Sekitarnya, Kabupaten Kaur, Bengkulu

Adrian Raihandi, Edy Sutriyono*

Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Indonesia Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km.32, Indralaya, Sumatera Selatan, Indonesia

**Email: edy_sutriyono@unsri.ac.id*

SARI

Pemetaan lapangan telah dilakukan di daerah Padangguci Ulu dan sekitarnya dalam rangka mendapatkan data geologi permukaan. Observasi permukaan memfokuskan pada identifikasi dan pengukuran elemen-elemen struktur pada singkapan. Hasil pemetaan dikompilasikan dengan analisis *Digital Elevation Model* (DEM) untuk menginterpretasikan konfigurasi struktur daerah kajian. Studi ini mengungkapkan adanya dua sesar ekstensional mengarah NE-SW, yaitu sesar Talang Jawi dan Air Kering. Pensesaran diinterpretasikan terjadi pada prinsipnya dikarenakan rezim tensional yang bertanggungjawab terhadap perkembangan *rifting* ke arah WNW pada Paleogen atau saat Paleosen-Eosen. Studi ini telah pula menjumpai struktur antiklin yang dinamakan antiklin Air Sembada. Episode perlipatan kemungkinan berlangsung pada pasca *rifting* mengikuti inversi cekungan yang pada prinsipnya diakibatkan oleh orogenesis Bukit Barisan pada Neogen Akhir atau saat Plio-Plistosen.

Kata kunci: Sesar ekstensional, Perlipatan, Struktur tektonik.

How to Cite: Raihandi, A., Sutriyono, E. 2023. Identifikasi dan Interpretasi Struktur Daerah Padangguci Ulu dan Sekitarnya, Kabupaten Kaur, Bengkulu. Jurnal Geomine, 11 (2):143- 152

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan

Email:

geomine@umi.ac.id

Article History:

Submit 19 June 2023

Received in from 22 July 2023

Accepted 3 August 2023

Licensed By:

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



ABSTRACT

Field mapping has been conducted in the Padangguci Ulu region and the surrounding area in order to obtain surface geological data. The ground observation focused on identification and measurement of structural elements on outcrops. Results of the mapping were compiled with analysis of the Digital Elevation Model (DEM) to interpret the structural configuration within the studied region. This study reveals that there appeared two extensional faults trending NE-SW, the Talang Jawi and Air Kering faults. The faulting is interpreted to occur due principally to a tensional regime responsible for the WNW-directed rifting in the Paleogene of Paleocene-

Eocene time. The present study has also encountered an anticlinal structure, named the Air Sembada anticline. The episode of folding might commence at post-rifting following the inversion of the basin due principally to the Bukit Barisan Orogeny in the Late Neogene or Plio-Pleistocene time.

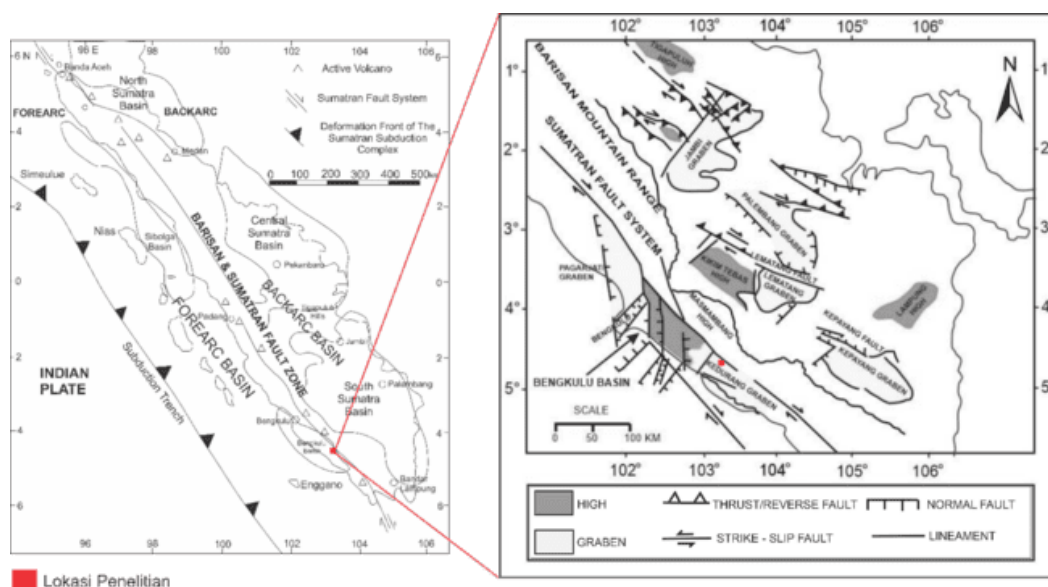
Keywords: *Extensional Faults, Folding, Tectonic Structures.*

PENDAHULUAN

Pengamatan lapangan telah dilakukan pada singkapan batuan dalam rangka mengidentifikasi dan mendeskripsikan struktur geologi daerah Padangguci Ulu, Kabupaten Kaur. Penelitian ini pada prinsipnya bertujuan untuk menganalisis dan menginterpretasikan konfigurasi deformasi tektonik di wilayah studi. Lokasi penelitian secara administratif terletak pada Kecamatan Padangguci Ulu, Kabupaten Kaur, Provinsi Bengkulu. Secara geografis berada pada koordinat UTM 48 M 825735 9656896 dengan luasan 9 km x 9 km pada skala 1:25.000. Secara geologi regional, daerah Padangguci termasuk ke dalam Peta Lembar Manna dan Enggano skala 1:250.000 (Amin dkk., 1993). Tabel 1 memperlihatkan koordinat daerah studi, dan Gambar 1 menunjukkan lokasi dalam tatanan tektonik regional di Sumatera.

Tabel 1. Koordinat Lokasi Penelitian

No.	Koordinat UTM	Koordinat Geografis
1	48 S 296230 - 9500962	S 4° 30' 45.1" - E 103° 09' 48.3"
2	48 S 297099 - 9501268	S 4° 30' 58.7" - E 103° 10' 27.5"
3	48 S 301232 - 9506150	S 4° 27' 56.6" - E 103° 12' 31.0"



Gambar 1. Peta memperlihatkan tatanan tektonik Sumatera (kiri), dan lokasi penelitian di Cekungan Bengkulu (kanan) (dimodifikasi dari Darman dan Sidi, 2000, Yulihanto dkk., 1995)

Secara tektonik, cekungan Bengkulu terletak di muka busur (*fore-arc basin*) (Barber dan Crow 2003). Perkembangan cekungan sedimen ini telah dikontrol oleh dua peristiwa tektonik yaitu proses pemekaran (*rifting*) pada Paleogen, kemudian berlanjut hingga Neogen (Hall dkk., 1993; Hall, 2014). Kedua peristiwa tersebut menghasilkan struktur terban atau *graben* (Wirasatia dkk., 2009). Perbedaan antara Paleogen dan Neogen graben terlihat pada orientasi struktur. Sistem yang pertama memperlihatkan orientasi struktur timur laut-barat daya (TL-BD), dan berkembang akibat adanya pergerakan sesar mendatar menganan yang berarah baratlaut-Tenggara (BL-TG). Sedangkan, sistem kedua berarah BL-TG, dan ditandai dengan berkembangnya struktur dupleks transtensional dengan orientasi utara-selatan (U-S). Deformasi ini pada umumnya diinterpretasikan sebagai keberlanjutan dari episode tektonik pertama, dan masih dikontrol oleh pergerakan sesar mendatar BL-TG (Yulihanto dkk., 1995). Pembentukan kedua sistem *graben* tersebut diinterpretasikan sebagai akibat dari gaya transtensional, yaitu kombinasi *transform* (geser) dan *tension* (tarikan) yang ditimbulkan oleh pergerakan sesar Sumatera (Howles, 1986; Hall dkk., 1993; Hall, 2014). Menurut Pulunggono (1992), tegasan transtensional telah membentuk deposenter tarikan atau *pull-apart depocenter*.

Stratigrafi Cekungan Bengkulu diawali dengan fase genang laut atau transgresi, yang menghasilkan sikuen batuan pembentuk Formasi Hulusimpang pada Oligosen-Miosen Awal. Deposisi berikutnya berlangsung pada Miosen Awal-Tengah yang menghasilkan rumpunan batuan penyusun Formasi Seblat. Fase transgresi berakhir pada Miosen Tengah dan disusul oleh susut laut atau regresi pada Miosen Akhir. Sedimentasi regresi menghasilkan berturut-turut satuan batuan Formasi Lemau pada Miosen Tengah-Akhir, Formasi Simpangaur pada Miosen Akhir-Pliosen, dan Formasi Bintunan pada Pliosen-Pleistosen (Yulihanto dkk., 1995). Pada daerah penelitian dijumpai dua satuan batuan, yaitu Formasi Lemau yang disusun oleh batupasir, batupasir gampingan, dan batulempung, dan Formasi Simpangaur dengan rumpunan batuan terdiri dari batupasir moluska, batupasir tufaan, batulempung tufaan, dan konglomerat.

Studi lapangan yang difokuskan pada singkapan struktur geologi, khususnya di wilayah Padangguci Ulu dan sekitarnya, belum banyak dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini melakukan observasi geologi permukaan dengan mengidentifikasi, mengukur elemen-elemen struktur, menganalisis data struktur, dan menginterpretasikan konfigurasi deformasi tektonik yang berkembang di area kajian.

METODE PENELITIAN

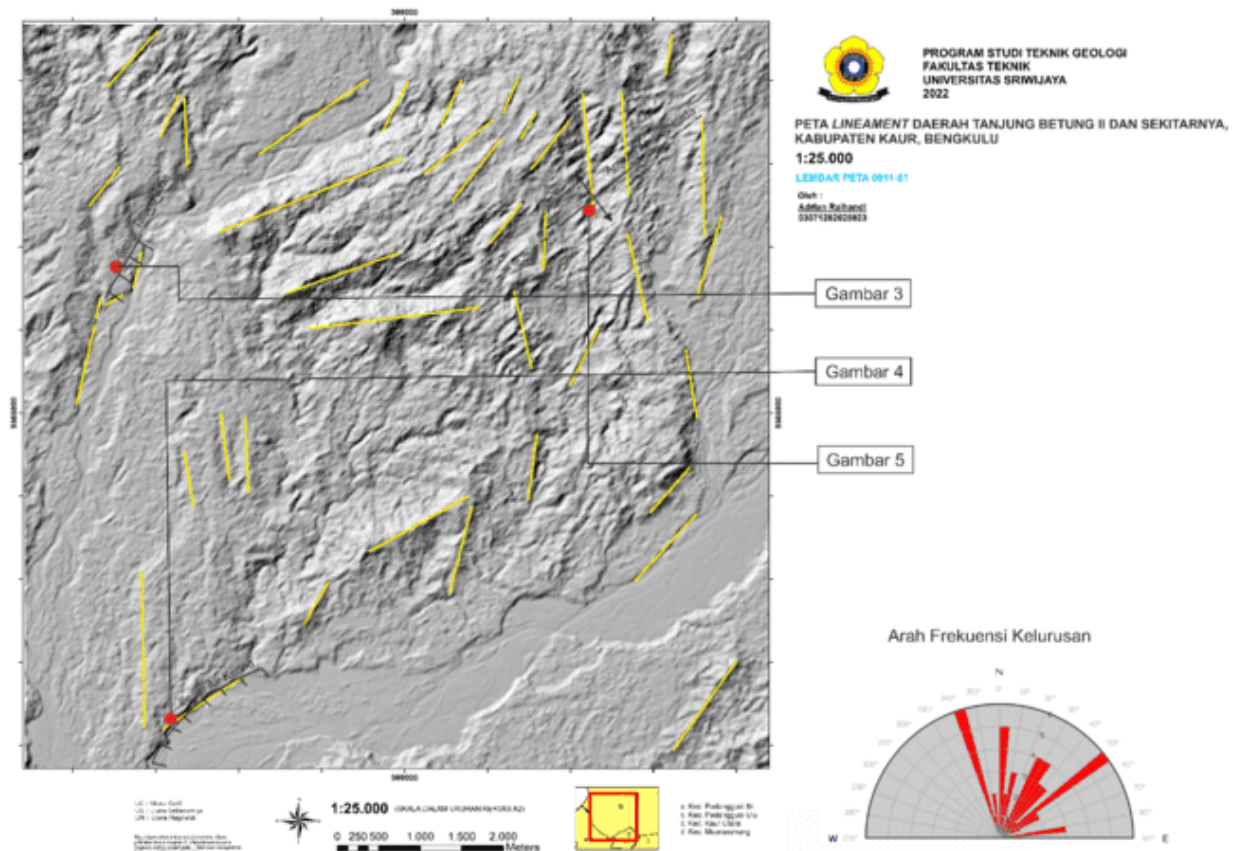
Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pemetaan permukaan (*surface mapping*) dan analisis kelurusan melalui penginderaan jauh. Pemetaan geologi yang

dilakukan mencakup observasi lapangan yang difokuskan pada pengamatan singkapan batuan, dan pengukuran komponen struktur diantaranya adalah bidang sesar, kedudukan sayap-sayap lipatan dan elemen-elemen lainnya seperti sudut antar sayap dan sumbu lipatan (*fold axis*). Pengukuran komponen struktur dan dokumentasi data hasil pengamatan singkapan batuan dilakukan dengan menggunakan teknik yang dijelaskan oleh McClay (1987). Analisis struktur dilakukan menggunakan program Dips dan stereonet V10 (Allmendinger dkk., 2012; Cardozo and Allmendinger, 2013). Pembuatan diagram rose menggunakan program Georose untuk mendapatkan orientasi umum pola kelurusan. Perangkat lunak ini dapat diakses melalui <https://www.cesdb.com/georose.html>. Klasifikasi struktur tektonik dalam studi ini pada dasarnya menggunakan data lapangan, sedangkan pola sebaran diperoleh melalui interpretasi kelurusan (*lineament*) bentang alam dari citra *Digital Elevation Model* (DEM).

Penginderaan jauh untuk mengidentifikasi pola kelurusan diawali dengan mengesktraksi data DEM menjadi citra *hillshade* dengan program aplikasi ArcGIS. Studi ini menggunakan citra DEM Nasional (DEMNAS) yang diakses melalui <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web> dari Badan Informasi Geospasial (BIG). Data DEMNAS dibuat dengan menggunakan beberapa data, antara lain IFSAR dengan resolusi 5 m, TERRASAR-X dengan resolusi *resampling* 5 m berasal dari 5-10 m sebelumnya, dan ALOS PALSAR dengan resolusi 11,25 m. Selain itu, determinasi spasial DEMNAS yang digunakan sebesar 0,27 arcsecond dengan memakai datum vertikal EGM 2008. Interpretasi citra dalam studi ini mendasarkan pada dua aspek, yaitu relief positif dan negatif. Konfigurasi positif ditunjukkan oleh topografi perbukitan atau pegunungan, sedangkan bentuk negatif diperlihatkan oleh lembah dan atau kanal aliran sungai (Saleem, 2013).

HASIL PENELITIAN

Hasil analisis citra DEMNAS memperlihatkan daerah penelitian memiliki pola umum kelurusan NE - SW (Gambar 2), terlihat konsisten dengan jurus struktur geologi yang diukur di lapangan. Tipe deformasi yang terlihat pada singkapan dapat dibedakan menjadi getas (*brittle*) dan plastis (*ductile*). Deformasi getas menghasilkan sesar Talangjawi dan sesar Air Kering, sedangkan struktur *ductile* ditunjukkan oleh lipatan Air Sembada.



Gambar 2. Pola sebaran *lineament* diinterpretasikan dari citra DEMNas (kiri) dan diagram rose menunjukkan arah umum kelurusan NE-SW (kanan).

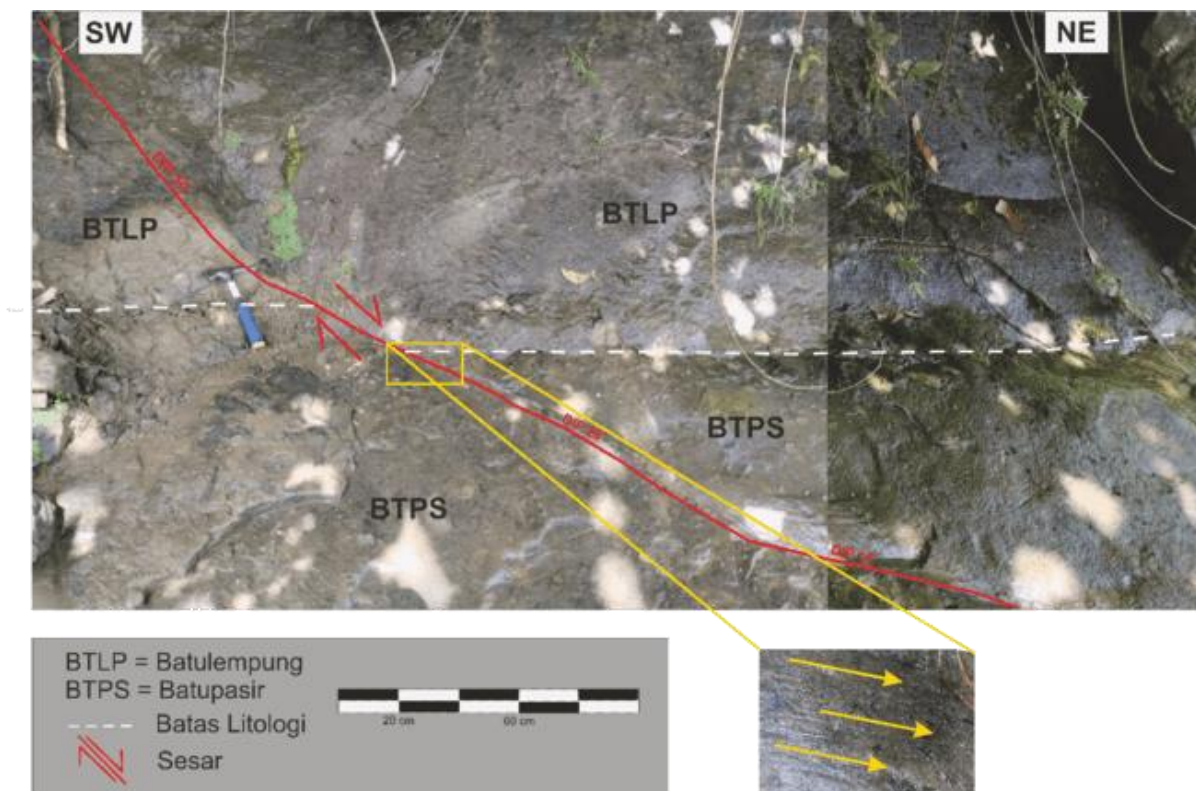
Sesar Normal Talang Jawi

Struktur ini dijumpai pada aliran sungai Rawaguci yang melewati desa Talang Jawi dengan koordinat 48 M 296230 E dan 9500962 S. Sikuen batuan yang mengalami pensesaran yaitu unit batupasir dan batulempung dari Formasi Lemau. Singkapan batupasir memperlihatkan warna segar abu-abu, lapuk kecoklatan, berbutir halus (0,125-0,25 mm), *rounded*, kemas tertutup, masif, *well sorted*, non karbonatan, dan kompak. Sedangkan singkapan batulempung memiliki warna segara abu-abu dan lapuk kecoklatan, *clay* (<0,004 mm), masif, non karbonatan, dan kompak. Pensesaran di sini mengakibatkan displasmen atau *offset* unit batulempung sebesar ~30 cm (Gambar 3). Pengukuran pada bidang sesar menunjukkan jurus N048°E dan kemiringan ~50° di bagian atas, 28° di tengah, dan 14° di segmen bawah. Geometri struktur dengan kemiringan bidang sesar melandai ke level stratigrafi bawah dikenal sebagai *listric extensional fault* (McClay, 1987).

Pensesaran diperkirakan terjadi bersamaan dengan pengendapan unit batulempung pada Miosen. Interpretasi ini mendasarkan pada identifikasi lapisan batulempung yang terlihat lebih tebal di blok *hangingwall* dari pada di bagian *footwall*, artinya pensesaran telah



menyediakan akomodasi untuk akumulasi material sedimen lebih banyak di *hangingwall*. Klasifikasi struktur berdasarkan kemiringan bidang sesar, nilai terukur *rake* 55° , plunge 44° dan trend $N112^\circ E$, sesar Talang Jawi merupakan *horizontal dip-slip fault* (Fossen, 2010). Selanjutnya, hasil analisis dengan program aplikasi *Win Tensor* memperlihatkan arah tegasan maksimum (σ_1) 68° , $N043^\circ E$ dan tegasan minimum (σ_3) 10° , $N285^\circ E$. Sesar yang memiliki orientasi arah NE-SW merupakan bagian dari sistem graben Paleogen (Yulihanto dkk., 1995)



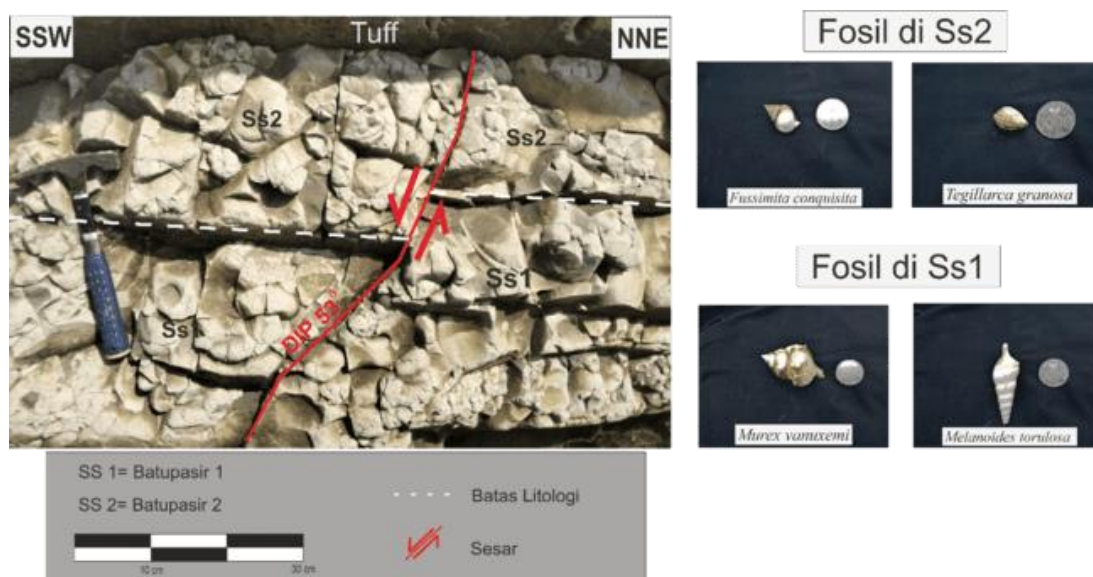
Gambar 3. Singkapan batupasir dan batulempung yang terdeformasi oleh pensesaran turun di desa Talang Jawi. Pada bidang sesar terlihat adanya slickensides yang digunakan untuk menginterpretasikan arah pergerakan relatif unit batuan dengan tanda panah kuning.

Sesar Normal Air Kering

Deformasi getas berupa sesar dijumpai juga di aliran sungai Padangguci, desa Air Kering dengan koordinat 48 M 297099 E dan 9501268 S. Pensesaran terjadi pada unit batupasir (di sini disimbolkan sebagai Ss_1 dan Ss_2) dari Formasi Simpangaur berumur Miosen Akhir-Pliosen. Perbedaan Ss_1 dan Ss_2 terletak pada ukuran dan tingkat kelimpahan makrofosil molusca (Gambar 4). Lapisan Ss_1 mengandung molusca berukuran lebih besar tetapi kurang melimpah, sedangkan Ss_2 mempunyai molusca berukuran lebih kecil namun melimpah (Gambar 4). Struktur ini memiliki bidang sesar dengan jurus $N58^\circ E$ dan

kemiringan 53° , serta *stepping* gores garis mengarah ke SW, sehingga diinterpretasikan sebagai pensesaran turun atau normal yang terjadi akibat peregangan (*tensional stresses*) setelah pengendapan batupasir berfosil (*fossiliferous sandstones*) dari Formasi Simpangaur pada Pliosen, atau sebelum sedimentasi sikuen di atas unit batupasir tufaan Formasi Simpangaur yang berumur Pliosen.

Komponen struktur yang telah diidentifikasi dan dilakukan pengukuran pada singkapan batuan termasuk displasmen (*offset*) batupasir, *rake* 75° , *plunge* 62° , dan *trend* 112° . Data tersebut telah dianalisis dengan perangkat lunak Win Tensor, dan diperoleh arah tegasan maksimum (σ_1) sebesar 61° , N031°E dan tegasan minimum (σ_3) 01° , N123°E. Selanjutnya, data kemiringan bidang sesar dan *rake* digunakan untuk mengklasifikasikan struktur dengan mengikuti metode yang diberikan oleh Fossen (2010), dan diperoleh tipe pensesaran searah *dip* dengan pergeseran lateral atau *horizontal dip-slip faulting*.



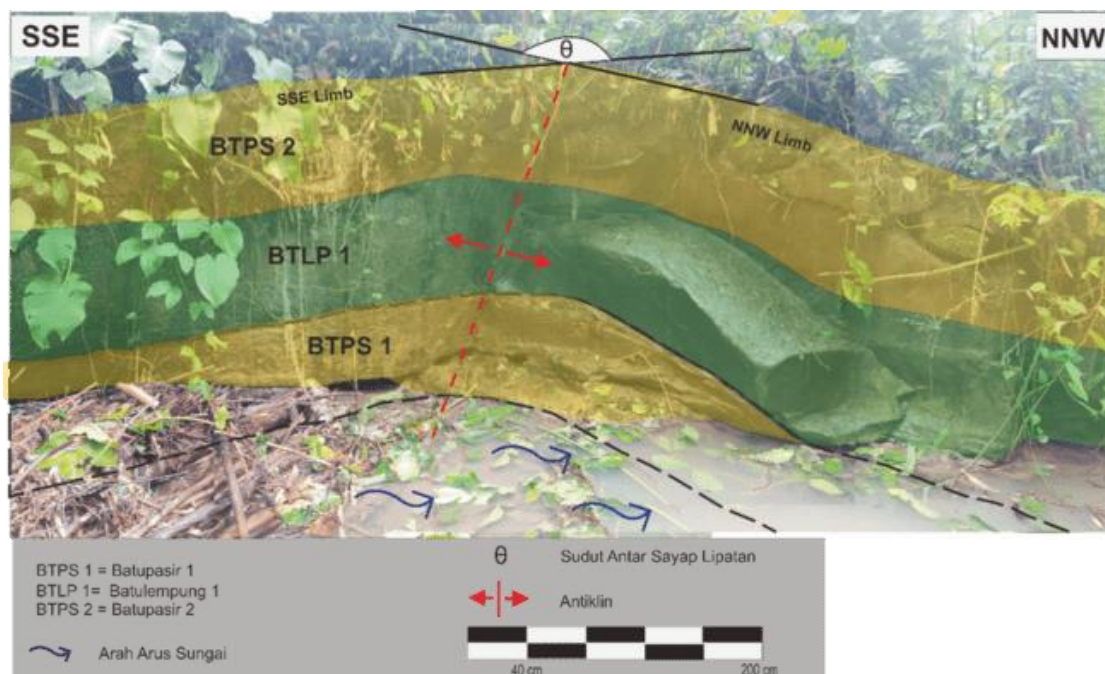
Gambar 4. Indikasi sesar berupa *offset* pada lapisan Ss1 dan Ss2 di Desa Air Kering (kiri), dan keterdapatan fosil pada Ss 1 dan Ss2 (kanan).

Antiklin Air Sembada

Singkapan struktur lipatan dijumpai di aliran sungai Air Sembada, desa Tanjung Betung II, tepatnya pada koordinat 48 M 301232 E dan 9506150 S. Perlipatan telah melibatkan unit batupasir dan batulempung dari Formasi Lemau berumur Miosen Tengah-Akhir dan membentuk antiklin (Gambar 5). Batupasir berwarna abu-abu kecoklatan, butiran berukuran halus dan membundar, kemas tertutup dengan derajat pemilahan baik, dan bersifat non-karbonatan yang mengindikasikan pengendapan di lingkungan terrestrial. Batulempung berwarna abu-abu kecoklatan, kompak, dan bersifat non-karbonatan atau diendapkan pada lingkungan terrestrial.



Antiklin Air Sembada diinterpretasikan terbentuk karena gaya tektonik berarah NNW-SSE yang terjadi pada Miosen, kemungkinan terkait dengan pergerakan sesar mendatar menganan WNW-ESE Sesar Lematang (Yulihanto dkk., 1995). Pengukuran terhadap elemen-elemen antiklin menunjukkan kemiringan sayap SSE 4° dan NNW 12°, dan sudut antar sayap 164°, maka tergolong lipatan landai (*gentle fold*) (Fluety, 1964) atau *upright horizontal fold* (Fossen, 2010). Sedangkan parameter penunjaman sumbu antiklin sebesar 70° mengindikasikan lipatan menunjam curam (*steeply plunging fold*) dan asimetri karena sumbu lipatan menyerong terhadap bidang *enveloping surface* (Powel, 1992). Oleh sebab itu, antiklin Air Sembada berdasarkan hasil pengukuran elemen-elemen strukturnya dapat dideskripsikan sebagai lipatan asimetri landai yang menunjam curam (Gambar 5).



Gambar 5. Singkapan struktur lipatan dijumpai di sungai Air Sembada dengan litologi batupasir dan batulempung, kemiringan sayap SSE 4°, NNW 12°, sudut antar sayap 164°, penunjaman sumbu lipatan 70° diklasifikasikan sebagai antiklin asimetri landai yang menunjam curam.

KESIMPULAN

Analisis kelurusan dari peta DEM yang dikompilasikan dengan data hasil observasi dan pengukuran komponen struktur pada singkapan batuan yang dibahas di atas dapat disimpulkan bahwa:

1. Daerah Padangguci Ulu dan sekitarnya mempunyai pola umum kelurusan NE-SW.

2. Struktur tektonik yang tersingkap berupa sesar normal Talang Jawi dan sesar normal Air Kering, keduanya memperlihatkan jurus NE-SW, konsisten dengan pola umum kelurusan. Pola ini kemungkinan merupakan bagian dari peristiwa *rifting* yang berkembang mengarah WNW pada Paleogen atau Paleosen-Eosen.
3. Selain sesar ekstensional, di daerah studi ditemukan juga antiklin Air Sembada. Struktur ini mengimplikasikan adanya rezim kompresional yang mengakibatkan deformasi sikuen batuan. Peristiwa ini kemungkinan terjadi bersamaan atau mengikuti episode inversi cekungan Bengkulu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Koordinator Program Studi Teknik Geologi (PSTG) Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah mengizinkan untuk mempublikasikan hasil penelitian ini. Ucapan terima kasih disampaikan juga kepada Ketua Laboratorium di lingkungan PSTG yang telah memfasilitasi penulis selama melakukan analisis petrografi, paleontologi, dan modeling struktur geologi daerah studi.

PUSTAKA

- Allmendinger, R. W. 2012. Manual Fault Fold Forward v.6, Geological Society of America Abstracts with Programs. 1-19.
- Amin, T.C., Kusnama, Rustandi, E. dan Gafoer, S., 1993, Peta Geologi Lembar Manna dan Enggano, Sumatra, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Skala 1:250.000, Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Badan Informasi Geospasial. 2013. (<https://geoportal.big.go.id>). Diakses pada tanggal 3 September 2023.
- Barber, A.J. and Crow, M.J. 2003. An Evaluation of Plate Tectonic Models for The Development of Sumatera: Gondwana Research, L6 (01), 1-28.
- Cardozo, N., Bawa-Bhalla, K., Zehnder, AT, dan Allmendinger, R.W. 2003. Model Mekanis Lipatan Perambatan Sesar dan Perbandingan dengan Model Kinematik Trishear. Jurnal Geologi Struktural. 25(1): 1-18.
- Darman, H., Sidi, F.H. 2000. An outline of the geology of Indonesia. Indonesian Association of Geologists, Jakarta, 254 pp.
- Fluety, M.J. 1964. The Description of Folds. In Proceedings of the PGA, 75, 461-492. Proceedings of the Geologist Association.
- Fossen, H. 2010. Structural Geology. Cambridge University Press: New York.

- Hall, D.M., Buff B.A., Courbe M.C., Seurbert B.W., Siahaan M. And Wirabudi A.D. 1993. The Southern Fore-Arc Zone of Sumatera: Cainozoic Basin-Forming Tectonism and Hydrocarbon Potensial, Proceedings 22nd Annual Convention, IPA, pp.319-344.
- Hall, R., 2014. Origin Of Sundaland. Proceedings Of Sundaland Resources 2014 Mgei Annual Convention. Palembang, Indonesia. pp.1-26.
- Howles, Jr. 1986. Structural and stratigraphic evolution of the Southwest Sumatran Bengkulu Shelf. Proceedings Indonesian Petroleum Association, 15th Annual Convention, p.215-243
- McClay. 1987. The Mapping of Geological Structures. London: Department of Geology Royal Holloway and Bedford New College, University of London.
- Pulunggono, A., Haryo, S. A., and Christine, G. K. 1992. Pretertiary and Tertiary Fault Systems, as a Framework of the South Sumatra Basin: A Study of Sar Maps. Proceedings 21st Annual Convention, IPA. 338-360.
- Saleem, T. A. 2013. Analysis and Tectonic Implication of DEM-Derived Structural Lineaments, Sinai Peninsula, Egypt, International Journal of Geoscience.
- Wirasatia, D., Arifriadi, E., Adiarsa, R., Adhitiya, R. and A., Yuki N. 2009. Paleogene System of Bengkulu Basin Correlated with South Sumatra Basin and Source Rock Prospectivity. Proceedings PIT IAGI, The 38th IAGI Annual Convention and Exhibition.
- Yulihanto, B., Siturnorang, B., Nunljajadi, A. and Sain, B. 1995. Structural analysis of the onshore Bengkulu Fore arc Basin and its implication for future hydrocarbon exploration activity: Proceedings Indonesian Petroleum Association, 24th Annual Convention, p.85-96.