

GEOLOGI DAERAH AIRBATU DAN SEKITARNYA, KABUPATEN MERANGIN, JAMBI

Newche Brighita Nyana M¹, Harnani, S.T., M.T^{2*}

¹⁻² Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Corresponding author: harnani@ft.unsri.ac.id

ABSTRAK: Daerah penelitian secara administrasi berada di desa Airbatu, Kabupaten Merangin, Jambi. Keadaan geologi pada daerah penelitian menunjukkan aspek geologi yang kompleks. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan kondisi geologi yang mencakup geomorfologi, litologi batuan, urutan stratigrafi, struktur geologi, serta sejarah geologi melalui pemetaan geologi. Pemetaan geologi mencakup tahap persiapan, observasi lapangan, analisis dan pengolahan data, serta interpretasi sejarah geologi. Hasil pengamatan menunjukkan terdapat tiga satuan bentuk lahan berupa *Channel Irregular Meander* (CIM), Perbukitan Rendah Lereng Agak Curam (PRC), dan Perbukitan Lereng Curam (PLC). Stratigrafi daerah penelitian ditentukan berdasarkan karakteristik lithostratigrafi, kenampakan fisik batuan, komposisi mineral dan jenis batuan secara mikroskopis serta makroskopis didapatkan umur formasi dari tua ke muda yaitu Formasi Palepat (Pp), Formasi Granit Tantan (TRJgr), Formasi Peneta (KJp), dan Formasi Kasai (QTK). Adapun struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian yaitu Sesar mendatar kanan daerah Markeh dan Sesar mendatar kiri daerah Air Batu. Dari data tersebut dirangkum ke dalam model peta geologi yang menunjukkan proses geologi yang terjadi pada daerah penelitian.

Kata Kunci: Airbatu, Geomorfologi, Pemetaan Geologi, Stratigrafi, Struktur Geologi

ABSTRACT: *The study area is administratively located in Airbatu village, Merangin Regency, Jambi. The geology of the study area shows complex geological aspects. This research aims to describe the geological conditions that include geomorphology, rock lithology, stratigraphic sequence, geological structure, and geological history through geological mapping. Geological mapping includes preparation, field observation, data analysis and processing, and interpretation of geological history. The observation results show that there are three landform units in the form of Channel Irregular Meander (CIM), Low Hills with Slightly Steep Slopes (PRC), and Hills with Steep Slopes (PLC). The stratigraphy of the study area is determined based on lithostratigraphic characteristics, physical appearance of rocks, mineral composition and rock types microscopically and macroscopically obtained the age of the formation from old to young, namely the Palepat Formation (Pp), Tantan Granite Formation (TRJgr), Peneta Formation (KJp), and Kasai Formation (QTK). The geological structures that develop in the research area are the right horizontal fault of the Markeh area and the left horizontal fault of the Air Batu area. The data is summarized into a geological map model that shows the geological processes that occur in the study area.*

Key words: Airbatu, Geomorphology, Geological Mapping, Stratigraphy, Geological Structure

PENDAHULUAN

Sumatera merupakan salah satu pulau besar di Indonesia yang terletak di lempeng Eurasia dan Indo-Australia. Adanya kejadian tektonik antara lempeng Eurasia yang menunjam Lempeng Indo-Australia menyebabkan jalur subduksi di sepanjang Palung Sunda dan menghasilkan pergerakan sesar manganan dari sistem sesar Sumatera. Cekungan pada Pulau Sumatera dibagi menjadi beberapa bagian yaitu cekungan Sumatera Utara, cekungan Sumatera Tengah, cekungan Sumatera Selatan, dan cekungan Bengkulu. Cekungan Sumatera Selatan merupakan bentuk dari kegiatan tektonik yang terjadi saat

penunjaman Lempeng Indo-Australia. Cekungan Sumatera Selatan terbagi ke dalam empat sub cekungan yaitu Sub Cekungan Jambi, Sub Cekungan Palembang Utara, Sub Cekungan Palembang Tengah, dan Sub Cekungan Palembang Selatan.

Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan kondisi geologi suatu daerah. Keadaan geologi suatu daerah mencakup geomorfologi, litologi batuan, urutan stratigrafi, struktur geologi, serta sejarah geologi pada daerah penelitian. Penelitian dilakukan di Daerah Airbatu, Kabupaten Merangin, Provinsi Jambi. Secara regional, Daerah penelitian terletak dalam Sub Cekungan Jambi yang merupakan bagian dari Cekungan Sumatera Selatan.

Geomorfologi

Geomorfologi pada suatu daerah menggambarkan bentuk lahan yang didasarkan aspek morfografi, morfometri, dan morfogenesis. Aspek tersebut diamati secara langsung di daerah penelitian. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan terdapat tiga bentuk lahan. Pengamatan juga dilakukan dengan analisis kemiringan lereng, elevasi, dan pola aliran yang berkembang dan terjadinya proses geologi yang dapat membentuk perkembangan satuan lahan pada daerah penelitian dapat dilihat pada (Lampiran A). Satuan geomorfologi pada daerah penelitian terbagi atas tiga, yaitu :

1. Channel Irregular Meander (CIM)

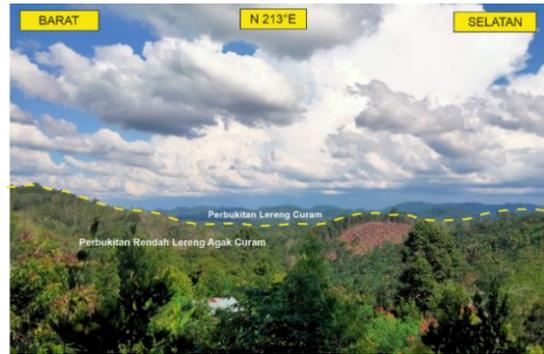
Channel Irregular Meander merupakan bentuk lahan fluvial yang bentuknya berkelok yang didalamnya terdapat *point bar* serta *channel bar* seperti yang terdapat pada Gambar 3. Adanya *point bar* dan *channel bar* menandakan sungai ini ke dalam stadia dewasa. Satuan geomorfologi ini dikontrol oleh proses erosional serta terdapat kontrol struktur. Terbentuknya sungai ini terbagi menjadi beberapa aspek yaitu, terjadi morfostruktur pasif berupa erosi yang terus berlangsung, morfostruktur aktif berupa terdapat sesar mendatar.



Gambar 3. Sungai Batang Merangin Terdapat *Point Bar* dan *Channel Bar*

2. Perbukitan Lereng Curam Terdenudasi (PCT)

Satuan geomorfologi ini memiliki elevasi yaitu 200-500 meter. Aspek kemiringan lereng masuk ke dalam klasifikasi Curam (21-55%). Pola aliran yang berkembang di daerah tersebut merupakan dendritik yang memiliki bentuk bercabang-cabang. Proses geomorfik pada satuan bentuk lahan ini dikontrol oleh morfostruktur pasif yang dipengaruhi oleh litologi batuan pada daerah penelitian yang memengaruhi tingkat resistensi batuan. Morfologi perbukitan lereng curam dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Morfologi Perbukitan Lereng Curam

3. Perbukitan Rendah Lereng Agak Curam (PRC)

Geomorfologi perbukitan rendah seperti yang terdapat pada Gambar 5 memiliki nilai elevasi 50-200 meter. Aspek kemiringan lereng masuk ke dalam klasifikasi agak curam (15-20%). Pola aliran yang berkembang pada bentuk lahan ini merupakan pola aliran dendritik. Bentuk lahan ini tersebar secara merata lokasi penelitian yang dikelilingi oleh bentuk lahan lain yang memiliki elevasi dan kemiringan lereng yang berbeda. Proses terbentuknya bentuk lahan ini ditandai dengan adanya erosi dan juga bentuk lahan ini digunakan warga sebagai lahan perkebunan sawit dan pepohonan.

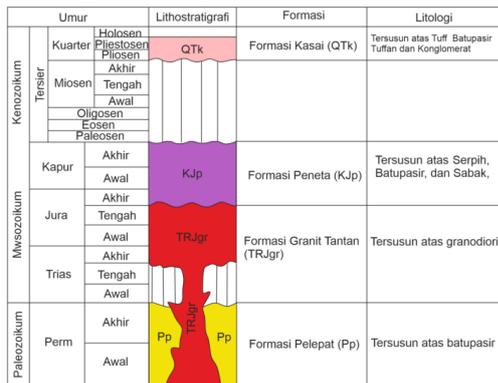


Gambar 5. Morfologi Perbukitan Rendah Lereng Agak Curam

Stratigrafi

Stratigrafi daerah penelitian ditentukan berdasarkan karakteristik dari litostratigrafi dan kenampakan fisik batuan. Litologi batuan dibedakan berdasarkan perbedaan karakteristik, komposisi mineral dan jenis batuan secara megaskopis. Pada daerah penelitian tersusun atas empat formasi batuan yang secara berurutan dari formasi yang berumur tua sampai umur yang paling muda Formasi Palepat (Pp), Formasi Granit Tantan (TRJgr), Formasi Peneta (KJp), dan Formasi Kasai (QTK). Pengendapan diawali dengan Formasi Palepat (Pp) yang memiliki litologi batupasir. Selanjutnya, terdapat intrusi oleh batuan granodiorit yang membentuk Formasi Granit Tantan (TRJgr). Hal tersebut menunjukkan

ketidakselarasan (*nonconformity*) antara kedua formasi batuan yang menunjukkan perbedaan jenis batuan yaitu batu sedimen dan batuan beku. Lalu terjadi pengendapan Formasi Peneta (KJP) yang terdapat litologi batupasir, batuserpih, dan batusabak. Pengendapan terakhir merupakan Formasi Kasai (QTK). Formasi ini mengalami ketidakselarasan (*disconformity*) diakibatkan terjadinya jeda waktu pengendapan yang menyebabkan adanya erosi terhadap formasi lainnya. Kolom stratigrafi daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kolom Stratigrafi Lokasi Daerah Penelitian

Formasi Palepat (Pp)

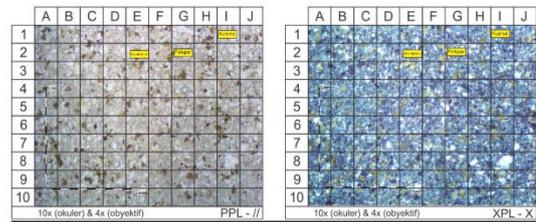
Formasi ini memiliki umur Permian dan ditemukan litologi batupasir. Secara megaskopis, seperti yang terdapat pada Gambar 7 ditemukan singkapan batupasir dengan karakteristik warna segar coklat dan warna lapuk abu-abu kehitaman, terdapat struktur sedimen berupa *massive bedding*, memiliki ukuran butir *coarse sand*, dengan derajat pemilahan *poorly sorted*, derajat pembundaran sub angular kemas *matrix supported fabric*, tidak karbonatan, memiliki kekompakan yang keras.



Gambar 7. Kenampakan singkapan Batupasir di Desa Muara Bantan

Pengamatan secara mikroskopis ditemukan karakteristik warna krem kecoklatan (PPL). Sayatan ini memiliki derajat pemilahan *moderately sorted*, kemas *matrix supported fabric* (terbuka), bentuk butir *subrounded* hingga *subangular*, memiliki ukuran butir <0,1 – 3 mm (*fine sand – very coarse sand*). Komposisi penyusun terdiri dari fragmen yaitu feldspar (8,75%), kuarsa (32,25%), hornblende (5,5%), litik sedimen (12%), dengan matriks berupa pseudomatriks (30%) serta semen

berupa silika (11,5%). Dari komposisi mineral tersebut dinormalisasi dan dilakukan penarikan persentase mineral sehingga didapatkan nama batuan berupa *Lithic wacke* (Pettijohn, 1987). Kenampakan mikroskopis dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Kenampakan Mikroskopis Sayatan Pada Batupasir

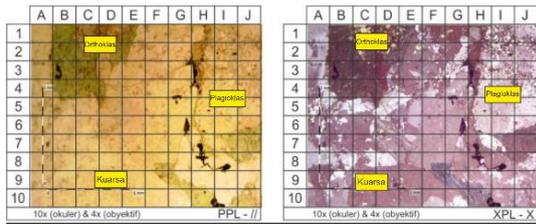
Formasi Granit Tantan (TRJgr)

Formasi Granit Tantan merupakan formasi berumur Trias Akhir-Jura Tengah. Batuan pada formasi ini disusun oleh granodiorite. Pada lokasi penelitian ditemukan granodiorit terdapat pada Gambar 9 yang memiliki karakteristik yang kelihatan secara megaskopis warna lapuk coklat, warna segar putih keabu-abuan, inequigranular, derajat kristalisasi holokristalin, granularitas *fanerik*, bentuk kristal anedral.



Gambar 9. Kenampakan Singkapan Granodiorit

Analisa petrografi pada batuan Formasi Granit Tantan (Gambar 10) memperlihatkan kumpulan mineral yang tidak berwarna/*colorless* pada paralel nikol atau PPL dan memiliki warna keabu-abuan pada *cross* dengan keragaman antar butir inequigranular; memiliki derajat kristalisasi holokristalin; ukuran mineral <1-1,4 mm; bentuk kristal subhedral-euhedral. Memiliki komposisi mineral primer berupa Plagioklas (30,75%), Kuarsa (24,5), Orthoklas (14,5%); dengan mineral sekunder berupa klorit (17,25%), serisit (4%), dan opa(4%). Berdasarkan Streckeisen (1978) dan dilakukan penarikan persentase komposisi mineral didapatkan batuan tersebut adalah Granodiorit.



Gambar 10. Kenampakan Mikroskopis Sayatan

Formasi Peneta (KJp)

Formasi Peneta merupakan formasi yang berumur Jura Akhir-Kapur yang terendapkan di Cekungan Sumatra Selatan *sub central basin*, berkaitan dengan penunjaman *Woyla Arc* dengan *West Sumatera Block*. Formasi Peneta ini tersusun atas litologi batusabak, serpih, dan batupasir.

a. Batusabak Formasi Peneta

Secara megaskopis seperti yang terdapat pada Gambar 11, batusabak memiliki karakteristik yaitu engan warna segar abu-abu kehitaman, warna lapuk coklat, struktur foliasi *slaty cleavage*, tekstur nematoblastik, Komposisi mineral terdiri atas kuarsa, dan mika. Pada lokasi penelitian, sebaran singkapan Batusabak terdapat di sepanjang Sungai Batang Merangin.



Gambar 11. Kenampakan Singkapan Batusabak

b. Batuserpih Formasi Peneta

Secara megaskopis, batuserpih memiliki karakteristik berwarna hitam dalam keadaan segar dan abu-abu gelap pada keadaan lapuk, memiliki ukuran butir *clay* (1/16mm – 1/256 mm) dengan derajat pemilahan *well sorted*, dengan resistensi yang rendah dan memiliki struktur menyerpih. Singkapan batuserpih dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Kenampakan Singkapan Batuserpih

c. Batupasir Formasi Paneta

Batupasir pada Formasi Peneta memiliki karakteristik berwarna abu-abu dalam keadaan segar dan berwarna coklat tua dalam keadaan lapuk, memiliki ukuran butir *fine sand*, derajat pemilahan *well sorted*, derajat pembundaran sub angular, kemas *grain supported fabric*, memiliki kekompakan yang keras, tidak memiliki struktur sedimen dan tidak bersifat karbonatan. Singkapan batupasir Formasi Peneta dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Kenampakan Singkapan Batupasir Formasi Peneta

Formasi Kasai (QTK)

Formasi Kasai memiliki umur yang berkisar dari Pliosen-Pleistosen dan pada proses pengendapannya, formasi ini dipengaruhi oleh proses vulkanisme dimana ditandai dengan adanya material vulkanik.

a. Batupasir Formasi Kasai

Secara megaskopis, batupasir pada Formasi Kasai memiliki karakteristik berwarna coklat dalam keadaan lapuk dan berwarna segar oranye dengan ukuran butir *coarse sand*, derajat pemilahan *poorly sorted*, derajat pembundaran sub angular kemas *matrix supported fabric*, tidak karbonatan, dengan kekompakan keras dan tidak terdapat struktur sedimen. Singkapan batupasir dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Kenampakan Singkapan Batupasir Formasi Kasai

b. Tuff Formasi Kasai

Secara megaskopis, Tuff pada Formasi Kasai memiliki berwarna segar putih dengan warna lapuk abu-abu, ukuran butir *ash*, merupakan material klastik, memiliki kekompakan yang agak keras, memiliki derajat pemilahan *moderately sorted*.



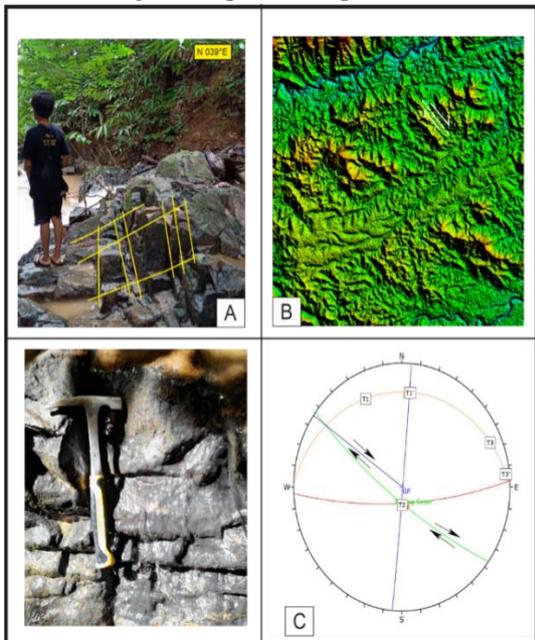
Gambar 15. Kenampakan Singkapan Tuff

Struktur Geologi

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, struktur geologi yang berkembang dibagi menjadi dua yaitu sesar dan kekar (*fracture*). Terbentuknya struktur geologi ini diakibatkan oleh adanya gaya tektonik yang dialami pada daerah penelitian.

1. Struktur Kekar

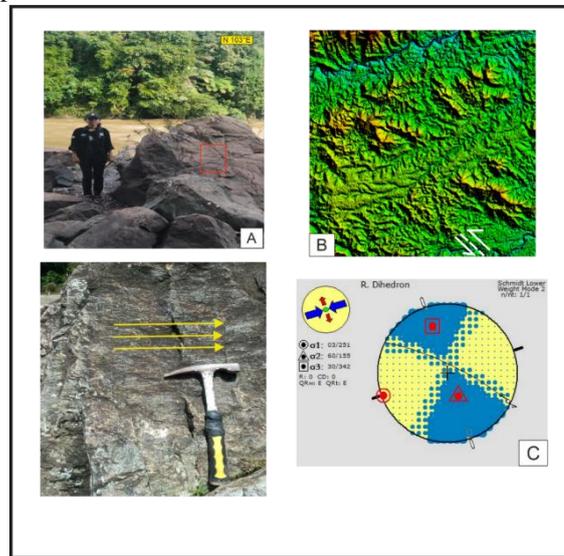
Kekar Markeh ditemukan di Sungai Markeh terdapat *shear fracture*, *gash*, dan brekasiasi pada litologi batupasir Formasi Palepat. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode stereografis bahwa arah tegasan maksimum (σ_1) 14°, N 334°E, tegasan minimum (σ_3) 05°, N 065°E dengan *rake/pitch* 08°. Berdasarkan hasil rekonstruksi didapatkan jenis sesar *Right slip Dominated* (Fossen, 2010) atau *Right Slip Fault* Rickard, 1972). Hasil analisa sesar ini didasarkan interpretasi analisa data *Digital Elevation Model* (DEM) terlihat arah dominannya NW-SE. Hasil analisis stereografis dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 16. Hasil Analisis Stereografis Kekar Markeh

2. Struktur Sesar

Ditemukan sesar pada Sungai Batang Merangin yaitu Sesar Airbatu. Dalam melakukan rekonstruksi ini dilakukan dengan analisa stereografis dan dikorelasikan dengan data *Digital Elevation Model* (DEM) dan terlihat arah dominannya NW-SE. Lokasi pengamatan ini berada di pinggir Sungai Batang Merangin yang terlihat adanya indikasi sesar dengan kenampakan morfologi sungai yang berkelok pada Formasi Granit Tantan dengan litologi batuan Granodiorit. Rekonstruksi struktur dilakukan berdasarkan data gores garis yang ditemukan di lokasi penelitian. Berdasarkan hasil analisa didapatkan bahwa arah tegasan maksimum (σ_1) 03°, N 251° E, tegasan minimum (σ_3) 30°, N 342° E dengan *rake/pitch* 04°. Hasil analisis stereografis dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 17. Hasil Analisa Stereografis Sesar Air Batu

Sejarah Geologi

Merujuk pada (Lampiran B) Peta Geologi daerah penelitian terdapat empat formasi batuan yaitu Formasi Pelepat, Formasi Granit Tantan, Formasi Peneta, dan Formasi Kasai. Formasi Palepat merupakan formasi yang terbentuk pada Permian Awal Saat Permian Awal *West Sumatera Block*. Permian Awal samudera *Paleo-Tethys* mulai menutup yang mengakibatkan *East Sumatera Block* mulai berdekatan dengan *West Sumatera Block*. Hal ini disebabkan adanya zona konvergen yang terjadi akibat melebarnya *Meso-Thetys* (Barber, Crow, & Milsom, Sumatra: Geology, Resources and Tectonic Evolution, 2005). Pada Permian Awal terjadi kompresi yang mengakibatkan membentuk struktur geologi berupa Sesar

Markeh yang dikategorikan sebagai atau *Right Slip Dominated Fault* (Fosen, 2010).

Pada Trias Akhir hingga Jura Tengah terjadi subduksi *Meso-Tethys* setelah subduksi antara *West Sumatera Block* yang mengalami penunjaman. Selanjutnya terbentuk *Woyla Arc* yang merupakan awal dari pembentukan *Woyla Group* yang terdiri atas *Oceanic Assemblage*. *Woyla Arc* mengalami akresi secara kompleks yang dibangun serta koalisi terhadap *West Sumatera Block*. Terjadinya deformasi yang intensif dan terjadi penebalan sehingga terjadi intrusi batuan granotoid yang membentuk Formasi Granit Tantan. Pada Fase ini terjadi kompresi pada yang mengakibatkan membentuk struktur geologi berupa sesar yang berarah Baratlaut-Tenggara. Pada fase ini terbentuk adanya sesar lokal dipengaruhi oleh intrusi granitoid. Sesar tersebut berupa Sesar Airbatu yang dikategorikan *Strike Slip Dominated Fault* (Fosen, 2010).

Periode Trias Tengah hingga Kapur Awal terjadi pemekaran atau spreading pada *Meso-Tethys*. Hal tersebut mengakibatkan adanya tumbukan ganda antara lempeng *Meso-Tethys* dengan *Woyla Arc* di bagian barat yang merupakan *Oceanic Island Arc* dan *Meso-Tethys* terhadap *West Sumatra Block* di bagian timur merupakan *Magmatic Arc* (Barber, Crow, & Milsom, Sumatra: Geology, Resources and Tectonic Evolution, 2005). Tumbukan tersebut merupakan awal dari pembentukan Formasi Peneta pada Jura Akhir-Kapur Awal. Formasi Peneta diindikasikan dipengaruhi oleh aktivitas vulkanisme intrusi granitoid. Pada Formasi Peneta terdiri atas litologi batupasir, batuserpil, batusabak.

Formasi Kasai mengalami pengendapan paling akhir pada daerah penelitian yang menempati bagian paling atas dan mengalami *disconformity* terhadap formasi yang berumur Pra-Tersier yaitu Formasi Palepat Formasi Granit Tantan, dan Formasi Peneta. Formasi Kasai didominasi oleh litologi Batupasir tuffan dan tuff. Hal tersebut dapat menginterpretasikan bahwa lingkungan pengendapan merupakan lingkungan darat dan sumber material piroklastik tersebut berasal dari zona vulkanik. Zona vulkanik dapat diperkirakan berada di bagian Barat Daya dari lokasi penelitian yang merupakan gunung api kuarter.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis data, maka didapatkan kesimpulan mengenai seluruh informasi kondisi geologi Daerah Air Batu dan Sekitarnya, yaitu sebagai berikut :

1. Berdasarkan aspek geomorfologi yang mencakup morfografi, morfometri, dan morfogenesis, daerah penelitian terbagi menjadi tiga satuan bentuk lahan

antara lain Perbukitan Lereng Curam (PLC), Perbukitan Rendah Lereng Agak Curam (PRC), dan Channel Irregular Meander (CIM).

2. Stratigrafi daerah penelitian dari berumur yang paling tua hingga yang berumur muda tersusun atas Formasi Palepat (Pp) yang berumur Pra-Tersier dengan litologi batupasir; Formasi Granit Tantan (TRJgr) dengan litologi granodiorit; Formasi Peneta (KJp) dengan litologi batupasir, serpil, batusabak, dan batulanau; dan Formasi Kasai (QTK) berumur Tersier dengan litologi Tuff dan Batupasir Tuffan.
3. Struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian yaitu terdapat 2 sesar yaitu Sesar Makeh berupa *Right Slip Dominated* (Fosen, 2010) dan Sesar Airbatu berupa *Left Slip Dominated* (Fosen, 2010).
4. Sejarah geologi dikelompokkan menjadi empat fase berdasarkan skala waktu geologi. Diawali dengan terbentuknya Formasi Palepat sebagai hasil subduksi antara *West Sumatera Block* dengan *Paleo-Tethys*. Pada saat bersamaan terjadi pergerakan *strike slip fault* pada zona medial tektonik berarah Barat Laut-Tenggara yang membentuk sesar Markeh. Kemudian terjadi akresi antara *Woyla Arc* dengan *West Sumatera Block* yang menghasilkan deformasi intensif sehingga terjadi intrusi batuan granotoid. Pada Trias Tengah-Kapur Awal terjadi spreading *Meso-Tethys* yang menyebabkan tumbukan ganda lempeng *Meso-Thetys* dan *West Sumatera Block* pada *Accretionary Complex* yang terendapkan menjadi Formasi Peneta. Lalu terjadi proses vulkanisme pada Pliosen-Pleistosen yang menghasilkan Formasi Kasai.

DAFTAR PUSTAKA

- Barber, A. J., & Crow, M. J. (2003). An Evaluation of Tectonic Models For TheDevelopment of Sumatra. *Gondwana Research*, v.6. No. 1, p. 1-28.
- Barber, A. J., Crow, M. J., & Milsom, J. S. (2005). *Sumatra: Geology, Resources and Tectonic Evolution*. London: The Geological Society London.
- Barnes, J. W., & Lisle, R. J. (2004,). *Basic Geological Mapping*. Chichester.
- Bishop, M. G. (2001). *South Sumatra Basin Province, : The Lahat/TalangAkarChenozoic Total Petroleum System*. Indonesia: USGS.
- De Coster, G. (1974). The Geology of the Central and South Sumatra Basins. *Proceedings Indonesian Petroleum Association* (pp. 77-110). Jakarta: Third Annual Convention.

- Fosen, H. (2010). *Structural Geology*. Cambridge: Cambridge University.
- Ginger, D., & Fielding, K. (2005). The Petroleum Systems and Future Potential of The South Sumatra Basin. *30th Annual Convention & Exhibition*. Indonesian Petroleum Association.
- Harding, T. (1979). *Structural Styles, Their Plate-Tectonic Habitats and Hydrocarbon Traps In Petroleum Province*.
- Hugget, R. J. (2017). *Fundamental of Geomorphology*. USA and Canada: 4 edition Routage.
- Peacock et al. (2017). A Broader Classification of Damage Zones. *Journal of Structural Geology*.
- Pettijohn, F. J. (1987). *Sedimentary Rocks*. New York: Harper and Row Publisher Inc.
- Suwarna, N., Amin, T. C., Suharsono, Kusnama, & Hermanto, B. P. (1992). *Peta Geologi Lembar Sarolangun*. Pusat Pengembangan dan Penelitian Geologi. Sumatra: Pusat Pengembangan dan Penelitian Geologi.
- Twidale, C. R. (2004). iver Patterns and Their Meanings. *Earth science review*, 159- 218.
- Widiatmanti, Wicaksono, I., & Syam, P. D. (2016). Identification of Topographic Elements Composition Based on Landform Boundaries From Radar Interferometry Segmentation (Preliminary Study of Digital Landform Mapping). *IOP Conference Series : Earth and Environment*.