

Jurnal Ilmiah Geologi

PANGEA

ISSN 2356-024X

PENANGGUNG JAWAB

Ketua Program Studi S-1 Teknik Geologi
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

KETUA REDAKSI

Ir. Bambang Triwibowo, MT.

PENYUNTING/EDITOR

Intan Paramita Haty, ST., MT.

Yody Rizkianto, ST., MT.

Dr. Ir. Sutarto, MT.

Dr. Ir. M. Syaifudin, MT.

Dr. Ir. Jatmika Setiawan, MT.

Muchammad Ocky Bayu N, ST., M. Eng

SEKRETARIAT

Karsono, SIP

ALAMAT REDAKSI

Program Studi S-1 Teknik Geologi,
Jl. SWK 104 Condongcatur Yogyakarta
Telp. 0274-487816, Fax. 0274-487816

DICETAK OLEH

Unit Pelaksana Teknik Percetakan UPN "Veteran" Yogyakarta

Jurnal Ilmiah Pangea diterbitkan oleh Program Studi Teknik Geologi UPN "Veteran" Yogyakarta, dimaksudkan sebagai media pertukaran informasi dan karya ilmiah antara, staf dan pengajar, alumni, mahasiswa, pembaca yang berminat dan masyarakat pada umumnya

DAFTAR ISI

Geologi dan Kualitas Air Tanah Berdasarkan Sifat Fisik dan Kimia Daerah Putat dan Sekitarnya, Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta	1
<i>Shobhi Rafif Rizqullah, Puji Pratiknyo, Carolus Prasetyadi</i>	
Geologi dan Studi Kendali Struktur Terhadap Alterasi Hidrotermal Desa Jeruk dan Sekitarnya, Kecamatan Bandar, Kabupaten Pacitan, Provinsi Jawa Timur	17
<i>Leon Canavarro Odillo, Suprpto, Hendaryono</i>	
Geologi dan Analisis Kestabilan Lereng Dinding Barat Daerah Batu Hijau, Kecamatan Sekongkang, Kabupaten Sumbawa Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat	33
<i>Lua Nafsiah Hafizah A Adban, Basuki Rahmad, Puji Pratiknyo</i>	
Geologi dan Hidrogeokimia Air Tanah Daerah Pandanretno dan Sekitarnya, Kecamatan Dukun, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah	55
<i>Fariz Dwi Prayogi, Sari Bahagiarti Kusumayudha, Eko Teguh Paripurno</i>	
Geologi dan Penentuan Kunci Foto Geologi, Identifikasi Dataran Bekas Rawa dan Gunung Api Purba di Desa Seloharjo dan Sekitarnya, Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta	69
<i>Flandy D. Turangan, Bambang Kuncoro, Agus Harjanto</i>	
Studi Alterasi Hidrotermal dan Mineralisasi Endapan Porfiri Cu-Au Berdasarkan Analisis Data Core pada Section 040 Daerah Tambang Terbuka Batu Hijau, Kabupaten Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat	81
<i>Joko Hartadi, Dessy Apriyanti</i>	
3D Rocktype dan Fzi Modeling Reservoir Karbonat, Formasi Berai, Cekungan Barito, Provinsi Kalimantan Timur	97
<i>J Prasetya, S S Surjono, J Setyowiyoto</i>	
Geologi dan Elemen Arsitektural Satuan Batupasir Kabuh di Pilangsari, Kec. Gesi, Kab. Sragen, Prov. Jawa Tengah	115
<i>Matheus Vito Krisnanto, Ediyanto, C. Danisworo</i>	
Fasies Fluvial Formasi Lemat, Daerah Lubuk Lawas, Kecamatan Batang Asam, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi	127
<i>Daryono S.K., Bambang Triwibowo, Afrilita</i>	
Fasies Formasi Lemat Daerah Belalangan dan Sekitarnya, Kecamatan Batang Asam, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi	143
<i>Bambang Triwibowo, Daryono S.K., Sagara B.</i>	

KATA PENGANTAR

Segala Puji bagi Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan rahmat-Nya, sehingga edisi ke-lima *Jurnal Ilmiah Geologi "Pangea"* Program Studi S-1 Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta, Volume 5, No. 2, Agustus - Januari 2019 dapat hadir sebagai wadah informasi karya ilmiah antar staf dan pengajar, alumni, mahasiswa, pembaca yang berminat dan masyarakat pada umumnya. *Jurnal Ilmiah Geologi "Pangea"* memuat berbagai disiplin ilmu yang berkaitan dengan ilmu kebumian (geologi), di antaranya geologi, geologi teknik, geologi pertambangan, dan geologi perminyakan.

Kami sangat mengharapkan masukan baik berupa makalah dan tulisan hasil penelitian yang berkaitan dengan ilmu kebumian, sehingga dapat meningkatkan minat pembaca dalam menggali informasi yang berkaitan dengan ilmu kebumian. *Jurnal Ilmiah Geologi "Pangea"* merupakan sarana media informasi dalam melakukan pertukaran informasi hasil penelitian baik dari dosen, alumni, mahasiswa, maupun dari praktisi lainnya yang bekerja di lingkup kebumian.

Peran dan dukungan sangat diharapkan baik dari dosen, alumni, mahasiswa, maupun dari praktisi lainnya untuk majunya sarana informasi penelitian pada ilmu kebumian di lingkungan UPN "Veteran" Yogyakarta pada khususnya dan di Indonesia pada umumnya, serta dapat berkelanjutan terbitan jurnal ilmiah yang akan datang. Terimakasih kami sampaikan kepada para penulis dan pembaca sehingga *Jurnal Ilmiah Geologi "Pangea"* ini dapat terbit.

Selamat membaca.

Yogyakarta, Januari 2019
Redaksi

PEDOMAN PENULISAN

Ketentuan umum : Naskah yang dikirim ke Jurnal Ilmiah Geologi “PANGEA” adalah karya asli, belum pernah diterbitkan sebelumnya, hanya dikirim khusus untuk jurnal ini. Naskah berupa hasil penelitian yang bersifat obyektif, sistematis, analisis dan deskriptif. Semua naskah yang dikirim akan direview oleh dewan redaksi. Naskah yang tidak dimuat tidak dikembalikan. Isi naskah bukan tanggung jawab redaksi, redaksi berhak mengedit redaksional, tanpa mengubah arti. Penulis harus menjamin keabsahan tulisan, tidak melanggar kode etik keilmuan serta tidak melanggar hak cipta.

Bahasa : Naskah dapat ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris. Tulisan harus padat, sederhana, lugas dan komunikatif. Kalimatnya singkat, jelas, tegas, hemat kata dan tidak mendua.

Format : Naskah diketik menggunakan *Microsoft Word* dengan huruf *Times New Roman* ukuran 10 dan satu spasi, kertas ukuran A4 dibuat dalam 1 kolom. Margin atas dan bawah 2,5 cm. Margin samping kiri 2,5 cm dan samping kanan 1,5 cm. Panjang naskah keseluruhan 6-15 halaman (termasuk gambar, tabel, ilustrasi dan daftar pustaka). Naskah dikirim dalam bentuk cetakan dan disertakan *soft copy*.

Organisasi naskah : Naskah ditulis dengan urutan Judul, Abstrak, Pendahuluan (Latar Belakang, Permasalahan, Tujuan, dan Ruang Lingkup), Metode, Hasil Penelitian dan Pembahasan, Penutup (Kesimpulan dan Saran), dan Daftar Pustaka.

Judul dan penulis : Judul dibuat pendek dan tidak lebih dari 2 baris (maksimal 40 huruf) dengan ukuran 14, dan harus mencerminkan isi naskah. Nama penulis, alamat institusi (email, no. Fax, dan no telp/HP) dicantumkan di bawah judul.

Abstrak dan Kata - kata kunci : Abstrak terdiri dari 100-150 kata dalam satu paragraf, berisi intisari tulisan secara menyeluruh. Abstrak ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris, serta dilengkapi Kata - kata kunci yang terdiri dari 3-5 kata dan ditulis di bawahnya. Abstrak dan Kata kunci diketik dengan huruf *Times New Roman* ukuran 10 dan satu spasi.

Tabel : Tabel diketik dan diberi nomor. Judul tabel dan keterangan yang diperlukan ditulis dengan singkat dan jelas. Tabel dimasukkan langsung ke dalam naskah bukan sebagai lampiran.

Gambar grafis : Grafik dan ilustrasi lain yang berupa gambar grafis harus diberi nomor, judul dan keterangan yang jelas. Gambar grafis diletakkan langsung didalam naskah, dibawah penjelasan, bukan dimasukkan di lampiran.

Foto : Foto harus mempunyai ketajaman yang baik, diberi judul dan keterangan. Seperti pada gambar dan tabel foto diletakkan di dalam naskah bukan sebagai lampiran.

Daftar Pustaka : Daftar pustaka yang dirujuk harus disusun berdasarkan abjad, tanpa nomor urut, dengan menuliskan pengarang, tahun penerbitan, judul, penerbit dan kota penerbitan. Nama pengarang Indonesia ditulis sesuai dengan urutan namanya, tanpa gelar. Kutipan disebutkan sumber (nama dan tahun).

Contoh DAFTAR PUSTAKA :

- Guilbert, G.M. dan Park, C.F., JR., 1986, *The Geology of Ore Deposits*, W.H. Freeman and Company, New York, 985 p.
- Hall, R., 2009, Cenozoic Tectonic of SE Asia, Problems and Models of Sumatra and Java, *Unpublished Slide*, 1-49.
- Park, C.F., Jr. and MacDiarmid, R.A., 1970, *Ore Deposits*, Second Edition, W.H. Freeman and Company, San Francisco, 512 p.
- Oyarzun, R., Marquez, A., Lillo, J., Lopez, I., and Rivera, S. 2001, Giant versus Small Pophyry Deposits of Cenozoic Age in Northern Chile: Adakitic Versus Normal Calc-Alkaline Magmatism, *Mineralium Deposita* (2001) 36: 794-798.
- Suasta, I.G.M. and Sinugroho, I.A., 2011, Occurrence of Zoned Epithermal to Porphyry Type Cu-Au Mineralization at Wonogiri, Central Java, *Proceeding of The 36th HAGI and 40th IAGI Annual Convention*.
- Warmada, I.W., Soe, M.T., Sinomiya, J., Setijadi, L.D., Imai, A., and Watanabe, K., 2007, Petrology and Geochemistry of Intrusive Rocks From Selogiri Area, Central Java, Indonesia, <http://warmada.staff.ugm.ac.id/Articles/petrology-geochem-slgr.pdf>. 8 p.



PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FTM UPN "VETERAN" YOGYAKARTA

Jurnal Ilmiah Geologi

PANGEA

Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl. SWK 104, Condongcatur 55283, Yogyakarta, Indonesia
Fax/Phone : 0274-487816



9 772356 024993

**FASIES FLUVIAL FORMASI LEMAT,
DAERAH LUBUK LAWAS, KECAMATAN BATANG ASAM,
KABUPATEN TANJUNG JABUNG BARAT, PROVINSI JAMBI**

Daryono S.K¹⁾., Bambang Triwibowo¹⁾, Afrilita²⁾

¹⁾ Dosen Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral

²⁾ Mahasiswa Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta
Jl. SWK 104, Condong Catur 55283, Yogyakarta, Indonesia
Fax/Phone : 0274-486403; 0274-486403

Sari – Secara geografis daerah penelitian terletak pada koordinat (UTM-WGS84 zona 48 S) 270250-273350mT dan 9874380mU. Sedangkan secara administratif daerah penelitian masuk ke dalam wilayah Kecamatan Batang Asam, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi. Berdasarkan analisis aspek-aspek geomorfologi pada daerah penelitian dibagi menjadi lima satuan bentuk lahan, antara lain satuan bentuk lahan perbukitan sesar bergelombang (S1), perbukitan homoklin berlereng miring (S2), perbukitan homoklin berlereng landai (S3), tubuh sungai (F1), gosong tepi sungai (F2). Stratigrafi daerah penelitian dapat dibagi menjadi enam satuan batuan dari tua ke muda yaitu Satuan Metabatupasir Mentulu, Satuan Batupasir-kuarsa Lemat, Satuan Konglomerat Lemat, Satuan Batupasir-kerikilan Lemat, Satuan batulanau Benakat. Struktur yang berkembang pada daerah penelitian berupa kekar dengan tegasan baratlaut-tenggara dan timurlaut- baratdaya. Terdapat tiga pola sesar yaitu sesar berarah timurlaut-baratdaya, sesar yang berarah baratlaut-tenggara, dan sesar yang relatif berarah barat laut-timur tenggara. Analisis fasies dilakukan pada masing-masing satuan batuan Formasi Lemat. Satuan Batupasir-kuarsa Lemat dijumpai elemen arsitektural berupa *channel* (CH), *sand bedform* (SB), *floodplain* (FF), *lateral accretion* (LA). Satuan Konglomerat Lemat dijumpai elemen arsitektural *sediment gravity flows* (SG) dan *gravel bar* (GB), *sand bedform* (SB). Satuan Batupasir-kerikilan Lemat dijumpai elemen *channel* (CH), *lateral accretion* (LA), dan *floodplain* (FF), sedangkan pada Satuan Batulanau Benakat dijumpai elemen *abandoned channel* FF(CH).

Kata-kata Kunci : Formasi Lemat, Fasies, Fluvial

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Cekungan Sumatra Selatan merupakan cekungan busur belakang (*back arc basin*) yang terbentuk akibat interaksi antara lempeng Hindia-Australia dengan lempeng mikro Sunda. Cekungan ini dibagi menjadi 2 (dua) subcekungan utama yaitu: Subcekungan Jambi dan Subcekungan Palembang (Pulunggono, 1983). Cekungan Sumatra Selatan dibatasi oleh Musi dan Kuang Platform pada bagian selatan, pada bagian utara dibatasi oleh Pegunungan Tigapuluh dan bagian timur dibatasi oleh Tinggian Lampung, Palembang dan Tamiang.

Cekungan Sumatra Selatan telah dikenal sebagai penghasil minyak dan gas bumi. Namun masih terdapat banyak permasalahan yang ditemukan oleh peneliti sebelumnya mengenai evolusi stratigrafi sedimen Paleogen di Cekungan Sumatra Selatan. Hal ini disebabkan karena batuan Paleogen di cekungan tersebut pada umumnya didominasi oleh endapan darat sehingga sulit mengetahui umur, perkembangan dan perubahan, penyebaran dan asal/sumber dari masing-masing unit litologinya. Geologi dan stratigrafi dari Cekungan Sumatra Selatan telah diteliti oleh banyak orang (Marks, 1957; de Coster, 1974; Pulunggono, 1983; Kamal, 2008; Rudy, 2008). Namun masih terdapat banyak perbedaan penamaan pada batuan sedimen Paleogen pada Cekungan Sumatra Selatan. Batuan berumur Paleogen menindih secara tidak selaras diatas batuan dasar berumur Pra-Tersier. Pembentukan Cekungan Sumatra Selatan berkaitan erat dengan proses tektonik yang terjadi pada batuan Pra-Tersier.

Formasi Lemat merupakan salah satu formasi yang mempunyai peranan penting dalam sistem petroleum pada Cekungan Sumatra Selatan. Oleh karenanya sudah banyak penelitian yang dilakukan pada Formasi Lemat, namun penelitian secara detail mengenai analisis fasies, proses sedimentasi dan interpretasi lingkungan pengendapan belum banyak dilakukan. Studi mengenai analisis fasies dan interpretasi lingkungan pengendapan dari Formasi Lemat yang berlokasi pada Bukit Tigapuluh dapat memperjelas permasalahan yang terdapat pada sedimen Paleogen di Cekungan Sumatra Selatan.

Permasalahan

Bagaimana persebaran setiap unit stratigrafi dan bagaimana hubungan antara satuan batuan, serta bagaimana ciri fasies dan lingkungan pengendapan Formasi Lemat?

Tujuan

Mengetahui perubahan fasies sedimen dan menginterpretasi lingkungan pengendapan dari Formasi Lemat berdasarkan data permukaan.

Ruang Lingkup

Penelitian ini dilakukan pada daerah Desa Lubuk Lawas, Kecamatan Batang Asam, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi. Ruang lingkup dibatasi pada gambaran fasies fluvial Formasi Lemat.

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan data primer berupa data singkapan batuan di lapangan kemudian dilanjutkan dengan analisis sampel berupa analisis petrografi. Penelitian ini ditunjang dengan studi literatur dari beberapa sumber dan peneliti terdahulu untuk melengkapi kajian mengenai studi regional. Selain itu studi literatur juga digunakan sebagai bahan acuan untuk memberikan penamaan pada satuan batuan yang dijumpai dan dijadikan dasar untuk menentukan fasies serta interpretasi lingkungan pengendapan Formasi Lemat. Untuk mengetahui perubahan fasies dan lingkungan pengendapan dilakukan analisis fasies dari profil-profil lokasi pengamatan yang mewakili dan memiliki ciri litologi tertentu dan singkapan yang baik.

TINJAUAN PUSTAKA

Hasil penelitian Asril Kamal, R.M.I. Argakoesoemah dan Solichin (2008), pada Cekungan Sumatek Selatan akan dijadikan dasar data sekunder dalam pengkajian stratigrafi Cekungan Sumatra Selatan.

1. Formasi Lahat

Formasi Lahat (Kamal, 2008) diinterpretasikan sebagai sikuen sedimen *pre-rift* Paleogen Awal. Sedimen ini diendapkan langsung di atas batuan dasar pra-Tersier. Komposisi utama litologi adalah tingginya kandungan vulkanik seperti breksi dan/atau material laharik seperti yang dijumpai di sungai Musi *Platform*. Kontak stratigrafi dengan batuan dasar di bawahnya adalah tidak selaras. Persebaran yang diketahui dengan baik dari formasi ini adalah dibagian selatan cekungan dan pendeskripsian formasi, utamanya berasal dari batuan sedimen yang tersingkap di sekitar Gunung Gumai.

2. Formasi Lemat dan Anggota Benakat

Formasi Lemat (Kamal, 2008) diinterpretasikan sebagai sikuen *syn-rift* Awal Oligosen yang diendapkan di *paleo-low* atau graben dan unit ini tidak hadir pada *paleo-high* (terutama struktur tipe *horst*). Formasi Lemat terdiri atas perselingan batupasir nonmarin, batulanau, dan serpih yang berubah menjadi serpih ke arah cekungan yang lebih dalam dan di beberapa area, formasi ini mengandung material bersifat tufan. Kontak tidak selaras antara formasi ini dengan Formasi Lower Talangakar di atasnya diinterpretasikan berdasarkan data seismik dan korelasi sumur. Secara litologi, Formasi Lemat di sub-cekungan ini, umumnya terdiri dari serpih dan sedikit batupasir dengan kandungan tinggi material tufan. Oleh karena itu, semua sedimen dibawah Formasi Talangakar dimasukkan kedalam Formasi Lemat (Argakoesoemah dan Kamal, 2004 dalam Kamal, 2008). Ketebalan dari formasi ini mencapai 5000 kaki. Berdasarkan data sumur, sedimen berukuran kasar pada formasi ini ditemukan pada bagian bawah dari satuan batuan ini. Formasi Lemat memiliki satu satuan batuan yang lebih rendah tingkatannya, disebut Anggota Benakat (de Coster, 1974). Satuan ini terdiri atas fasies sedimen lempungan terutama serpih yang hadir pada bagian atas dari Formasi Lemat sebelum pengendapan Formasi Talang Akar. Persebaran dari sedimen fasies lakustrin ini melimpah pada *paleo-low*, juga kemungkinan anggota ini secara lateral kontak menjari menjadi sedimen berukuran lebih kasar dari Formasi Lemat.

3. Grup Talang Akar

Grup Talang Akar (*syn-rift*) terdiri atas Formasi Talangakar Bawah dan Formasi Talangakar Atas. Alasan memisahkan Talangakar Atas adalah dari variasi litologi dan posisi litostratigrafi, serta persebaran vertikal dan lateralnya.

Formasi Talangakar Bawah

Formasi Talangakar menjadi Anggota Gritsand GRM) dan Anggota Transisi (TRM). Anggota Transisi didominasi klastika halus dengan lapisan batubara dan terkadang mengandung *pelletoid* yang menandakan lingkungan fasies pengendapan transisi hingga laut dangkal. Pada batupasirnya, biasanya terdapat *burrow* dan glaukonitan. Anggota Gritsand didominasi sedimen berbutir kasar hingga batupasir konglomeratan, didefinisikan sebagai sikuen progradasi yang berubah ke atas menjadi Anggota Transisi (TRM) dengan peningkatan serpih sebagai pengaruh awal laut (Pertamina-Beicip, 1985 dalam Kamal, 2008). Bagian dari Gritsand mungkin merupakan sedimen fluvial dan sedimen progradasional dari delta purba Talangakar yang diendapkan pada bagian baratdaya Sundaland (Argakoesoemah dan Kamal, 2004 dalam Kamal, 2008).

Formasi Talangakar Atas

Menurut Kamal (2008), Formasi Talangakar Atas terdiri atas Anggota Basal Klastik dan Anggota Serpih Pendopo. Formasi Talangakar Atas juga memiliki kontak lateral dan menjari dengan serpih laut terbuka dari Formasi Gumai.

4. Grup Telisa

Grup Telisa terdiri dari Formasi Gumai dan Formasi Baturaja. Formasi Baturaja litologinya didominasi batugamping laut dangkal dari fasies *reef* dan/atau *platform* dengan sedikit serpih. Formasi ini berkembang baik pada *paleo-high*. Ke arah cekungan, formasi secara lateral berubah menjadi serpih laut terbuka dari Formasi Gumai. Kontak bagian bawah dari unit batuan ini kemungkinan batupasir dari Anggota Basal

Klastik, serpih dari Anggota Serpih Pendopo dari Formasi Talangakar Atas, dan/atau batuan dasar pra-Tersier.

Formasi Gumai

Terdiri utamanya dari serpih laut dangkal hingga laut dalam yang melimpah foraminifera. Oleh Argakoesoemah *et al* (2005) nama Gumai digunakan untuk menggantikan Formasi Telisa. Formasi Gumai terdiri dari Anggota Batupasir Lautdalam Gumai (DSM) dan Anggota Batupasir (TSM). Anggota Batupasir Laut dalam Formasi Gumai (DSM) Litologi terdiri dari batupasir berukuran halus, batulanau, dan serpih yang diendapkan pada lingkungan batial atas atau laut yang lebih dalam. Pengendapan Batupasir lauddalam terjadi antara Oligosen Akhir dan Miosen Awal ketika Grup Talangakar diendapkan (Argakoesoemah dan Kamal, 2004 dalam Argakoesoemah *et al*, 2005). Anggota Batupasir Laut dalam lainnya diperkirakan hadir selama pengendapan Formasi Gumai.

Anggota Batupasir Formasi Gumai (TSM)

Batupasirnya memiliki ukuran pasir halus – sangat halus, karbonatan, sangat lempungan, glaukonitan, dan umumnya mempunyai porositas dan permeabilitas *poor - fair*. Ketebalan batupasir berkisar antara 25 – 80 kaki. Namun, ketebalan batupasir kotor (*gross*) sekitar 300 kaki dengan ketebalan batupasir bersih (*net*) mencapai 200 kaki. Batupasir ini diendapkan pada lingkungan laut dangkal yang dikemukakan oleh Argakoesoemah *et al* (2005). Posisi stratigrafi dari Anggota Batupasir diantara Formasi Gumai kemungkinan baik pada bagian bawah, tengah, maupun bagian atas.

5. Grup Palembang

Grup Palembang terdiri dari Formasi Air Benakat, Muara Enim, dan Kasai. Formasi Air Benakat terdiri dari batupasir dan serpih pada saat basal regresi megasikuen Neogen Akhir. Formasi Air Benakat sebanding dengan Formasi Palembang Bawah sementara Formasi Muara Enim sebanding dengan Formasi Palembang Tengah. Kontak stratigrafi antara kedua unit batuan ini adalah lapisan batubara tertua Formasi Muara Enim. Kontak stratigrafi antara Formasi Kasai dan Formasi Muara Enim adalah batubara termuda atau batuan vulkanik apabila batubara tidak ditemui.

6. Formasi Ranau

Formasi Ranau diusulkan sebagai sedimen vulkanik Kuartar yang secara tidak selaras mengendap di atas Formasi Kasai. Nama Tuf Ranau pertama kali diusulkan oleh Marks (1957) dalam Argakoesoemah *et al* (2005). Formasi ini berkembang dengan baik pada bagian selatan dari cekungan dekat dengan Pegunungan Barisan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pola Pengaliran

Pembagian pola pengaliran pada daerah penelitian mengacu pada klasifikasi Howard, (1966). Pola pengaliran yang terdapat pada daerah penelitian yaitu pola pengaliran *trellis* dan subparallel. Perbedaan Pola pengaliran pada daerah penelitian dibagi menjadi 2 yaitu pola pengaliran *trellis* dan pola pengaliran *subparallel*. Pola pengaliran *trellis* (TR) berkembang pada bagian utara daerah penelitian, sungai mengalir pada *bedrock stream*, dengan lembah berbentuk U-V, dikontrol oleh kekar, sesar dan disusun oleh batuan dengan resistensi kuat berupa batuan metamorf derajat rendah yaitu *slate*. Pola pengaliran *subparallel* (SP) dipengaruhi oleh kemiringan lereng yang sedang dikontrol oleh bentuk lahan *parallel*, struktur dan litologi, dengan resistensi batuan relatif seragam. Pada daerah penelitian pola pengaliran ini berada pada bagian selatan dan timur peta, sungai mengalir pada *bedrock* dan *alluvial stream*, dengan lembah berbentuk U-V, disusun oleh litologi dengan resistensi relatif seragam yaitu konglomerat, batupasir, dan batulanau.

Geomorfologi

1. Satuan Bentuk Lahan Perbukitan Sesar Bergelombang (S1)

Satuan bentuk lahan perbukitan sesar bergeolombang dengan morfografi berupa perbukitan, yaitu relief yang tersusun atas lembah, lereng dan bukit. Satuan ini memiliki bentuk perbukitan yang relatif memanjang berarah baratlaut-tenggara yang dibatasi oleh lembah-lembah sesar yang berarah baratlaut-tenggara, timurlaut-baratdaya dan barat-timur. Satuan ini memiliki elevasi antara 50-175 meter, dengan pola pengaliran *trellis* dan sungai mengalir pada *bedrock stream* serta lembah berbentuk V-U dengan kelerengan agak curam-curam (14-55%). Berdasarkan aspek morfogenesis, satuan ini dipengaruhi oleh pertemuan sesar-sesar yang saling memotong dengan litologi yang dominan berupa batuan metamorf derajat rendah yaitu *slate* yang memiliki resistensi kuat dan tingkat erosi lemah, dengan proses eksogen berupa pelapukan, dan erosi. Berdasarkan morfogenesis yang mendominasi yaitu proses struktural berupa sesar-sesar yang berarah baratlaut-tenggara, timurlaut-baratdaya dan barat-timur maka satuan ini dimasukkan ke dalam Satuan bentuk lahan perbukitan sesar bergelombang. Bentuk lahan ini memiliki persebaran pada bagian barat laut.

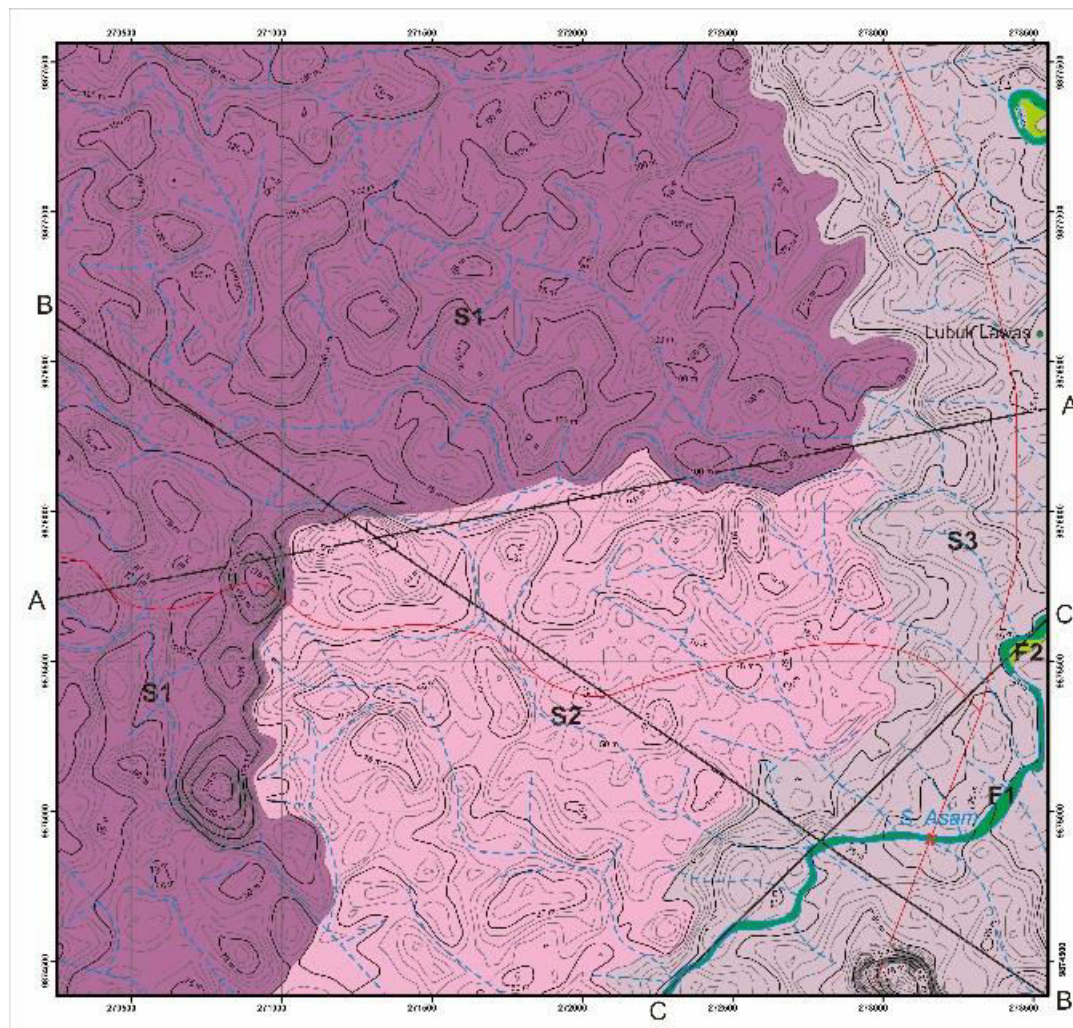
2. Satuan Bentuk Lahan Perbukitan Homoklin Berlereng Miring (S2)

Satuan bentuk lahan perbukitan homoklin berlereng miring memiliki morfografi berupa lembah, bukit dan lereng, dengan tingkat kelerengan landai hingga agak curam (8-20%). Satuan ini memiliki elevasi antara 25 -

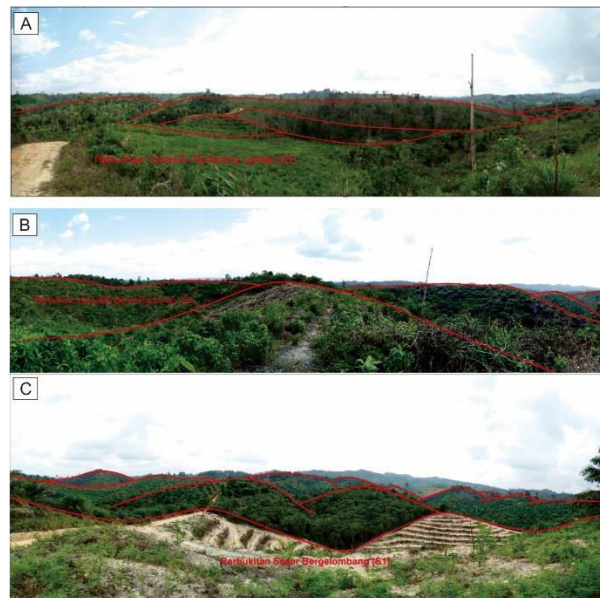
50 meter, dengan pola pengaliran *subparallel* dan sungai mengalir pada *bedrock stream* serta lembah berbentuk V-U. Berdasarkan morfogenesisnya satuan bentuk lahan ini dipengaruhi oleh aktifitas tektonik berupa pengangkatan dengan kemiringan lapisan batuan kearah timur, disusun oleh litologi yang dominan berupa konglomerat, dan batupasir kerikilan. Satuan ini memiliki tingkat resistensi sedang, dengan tingkat erosi sedang, dan dipengaruhi oleh proses eksogen berupa pelapukan, dan erosi. Bentuk lahan ini menempati 25% daerah penelitian dan memiliki persebaran pada bagian selatan.

3. Satuan Bentuk Lahan Perbukitan Homoklin Berlereng Landai (S3)

Satuan bentuk lahan perbukitan homoklin berlereng landai memiliki morfografi perbukitan dengan relief yang berkembang berupa bukit, lembah, dan lereng. Satuan ini memiliki kelerengan sangat curam hingga landai (3-140%) dengan elevasi antara 25-175 meter, dengan pola pengaliran subparallel dan sungai mengalir pada *bedrock* dan *alluvial stream* serta lembah berbentuk U. Berdasarkan morfogenesisnya satuan bentuk lahan ini dipengaruhi oleh aktifitas tektonik berupa pengangkatan dengan kemiringan lapisan batuan kearah timur, disusun oleh litologi yang dominan berupa batupasir dan batulanau. Satuan ini memiliki tingkat resistensi sedang, dengan tingkat erosi kuat, dan dipengaruhi oleh proses eksogen berupa pelapukan, dan erosi. Bentuk lahan ini menempati 22% daerah penelitian dan memiliki persebaran pada bagian timur.



Gambar 1. Peta geomorfologi daerah penelitian



Gambar 2. Bentang alam bentuk asal struktural : (A) bentang alam yang memperlihatkan perbukitan homoklin berlereng landai diambil kearah barat dari D. Lubuk Bernai; (B) bentang alam perbukitan homoklin berlereng miring diambil ke arah barat dari D. Lubuk Lawas; (C) bentang alam perbukitan blok sesar bergelombang diambil kearah barat dari D. Lubuk Lawas.

4. Satuan Bentuk Lahan Tubuh Sungai (F1)

Satuan bentuk lahan tubuh sungai memiliki morfografi lembah dengan elevasi antara 25-125 meter, dengan pola pengaliran *subparallel* dan sungai mengalir pada *bedrock* dan *alluvial stream* serta lembah berbentuk U dengan tingkat pengendapan yang tinggi. Berdasarkan aspek morfogenesis satuan ini dipengaruhi oleh proses pengendapan dan erosi sungai pada litologi batupasir dan batulempung serta endapan alluvial sungai yang setempat. Berdasarkan morfogenesis yang mendominasi yaitu proses fluvial dan erosi sungai, maka satuan ini dimasukkan ke dalam satuan bentuk lahan tubuh sungai. Bentuk lahan ini menempati 2% daerah penelitian dan memiliki persebaran pada bagian.

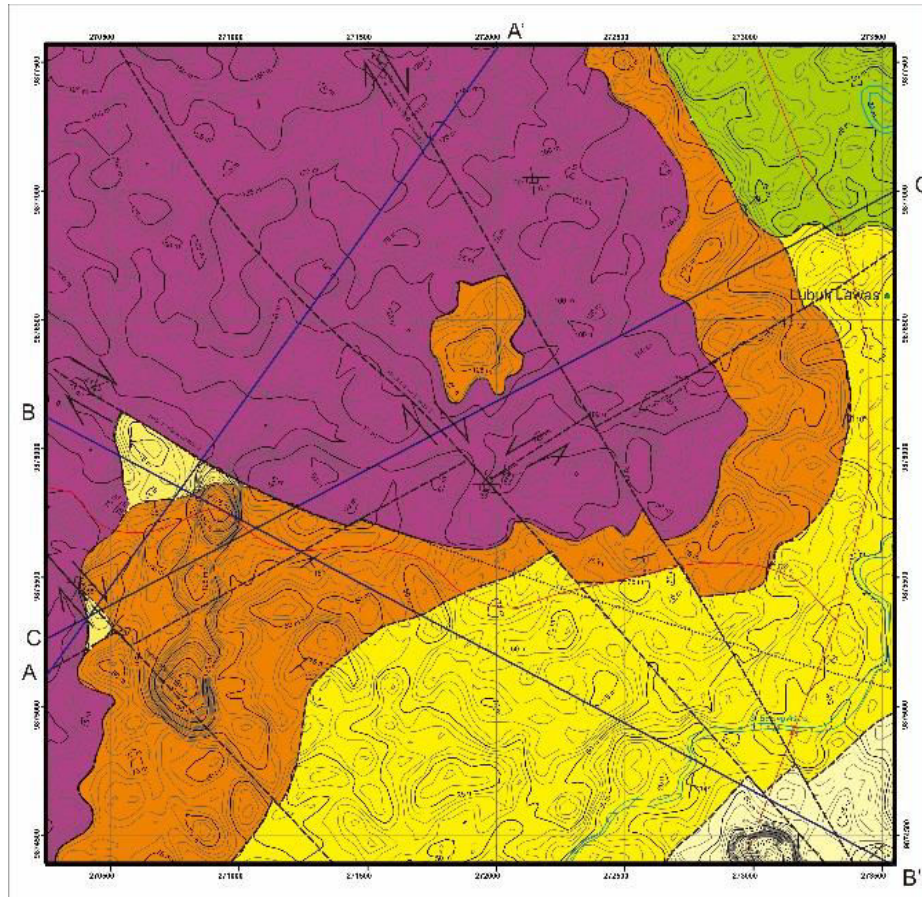
5. Satuan Bentuk Lahan Gosong Tepi Sungai (F2)

Satuan bentuk lahan gosong tepi sungai menempati 1% luasan peta. Satuan ini memiliki elevasi kurang lebih 25-28 meter dengan pola pengaliran subparallel, bentuk lembah U, dengan tingkat pengendapan yang tinggi. Berdasarkan aspek morfogenesis satuan ini dipengaruhi oleh proses pengendapan yang setempat pada bagian tepi sungai dan erosi. Berdasarkan morfogenesis yang mendominasi yaitu proses fluvial dan erosi sungai, maka satuan ini dimasukkan ke dalam satuan bentuk lahan gosong tepi sungai.



Gambar 3. Bentang alam bentuk asal fluvial berupa tubuh sungai (F1), dan Gosong tepisungai (F2) diambil kearah timur laut dari D. Lubuk Lawas

Stratigrafi



Gambar 4. Peta geologi daerah penelitian

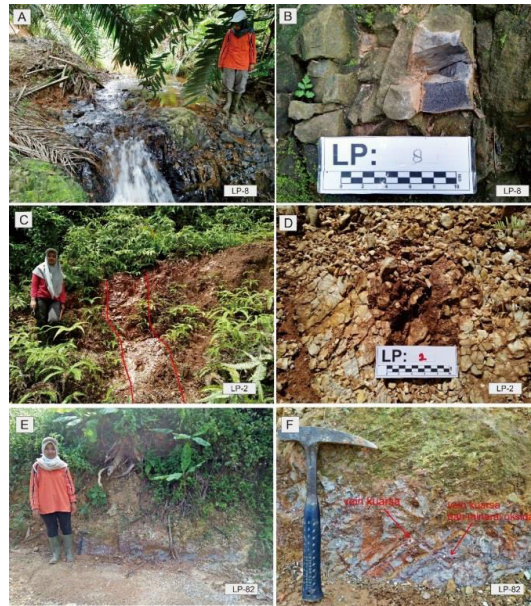
1. Satuan Metabatupasir Mentulu

Berdasarkan peta geologi lembar Muarabungo oleh Gafoer dkk. (1994), pada daerah penelitian terdapat batuan metamorf berumur Perm yang merupakan bagian dari Formasi Mentulu dan termasuk kedalam Kelompok Tigapuluh yang berkembang pada bagian utara dan tenggara Bukit Tigapuluh. Satuan ini dicirikan dengan hadirnya *pebbly mudstone* yang merupakan endapan *diamictite glacio-marine* dan secara setempat memiliki matriks yang berubah menjadi slate yang berumur Perm Awal-Karbon (Barber, 2005). Pada daerah penelitian dijumpai batuan metamorf derajat rendah yaitu metabatupasir pada beberapa tempat terdapat vein kuarsit, dan skis.

Ciri litologi pada Satuan Metabatupasir Mentulu didominasi oleh metabatupasir, di beberapa tempat dijumpai skis dan vein kuarsit.

- Metabatupasir secara pemerian lapangan yaitu batuan metamorf, memiliki sifat fisik keras dan kompak, warna hitam keabuan, struktur nonfoliasi-grnulose, tekstur palimpsest-blastopsamit, komposisi kuarsa. Secara petrografi litologi metabatupasir ini belum menunjukkan penajajaran mineral, namun di beberapa tempat pada sayatan terdapat kehadiran biotit dan muskovit, serta dijumpai kuarsa yang menunjukkan bentuk *interlocking*. memiliki ukuran < 0,1-3,5 mm, komposisi mineral penyusun antara lain kuarsa (65%) dengan tekstur *granulose*, muskovit (15%) bertekstur lepidoblastik, biotit (5%) bertekstur lepidoblastik, dan mineral oksida (15%). Skis memiliki ciri warna segar abu-abu keputihan, warna lapuk coklat keputihan, struktur foliasi-*schistosa*, tekstur kristaloblastik-granuloblastik-lepidoblastik, komposisi mineral kuarsa dengan bentuk *granulose*, muskovit dan biotit bertekstur lepidoblastik.
- Kuarsit, warna segar putih susu, struktur *nonfoliation-grnulose*, tekstur kristaloblastik-granuloblastik, komposisi mineral *antistress* kuarsa.

Hubungan stratigrafi antara Satuan Metabatupasir Mentulu dengan Satuan Batupasir-Kuarsa Lemat, dan Satuan Konglomerat Lemat yang ada di atasnya adalah tidak selaras dengan ketidakselarasan *nonconformity*. Hal tersebut dibuktikan dengan ditemukannya bidang ketidakselarasan berupa kontak erosional antara Satuan Metabatupasir Mentulu dengan Satuan Konglomerat Lemat.



Gambar 5. Ciri litologi pada Satuan Metabatupasir Mentulu : (A) singkapan litologi metabatupasir tersesarkan; (B) litologi metabatupasir; (C) singkapan vein kuarsit pada litologi metabatupasir; (D) litologi kuarsit terkekarkan; (E) singkapan litologi metabatupasir, (F) litologi metasedimen dengan vein kuarsa dan oksida.

2. Satuan Batupasir-kuarsa Lemat

Berdasarkan temuan di lapangan satuan ini didominasi oleh batupasir kuarsa dengan sisipan tipis konglomerat dan pada bagian atas terdapat sisipan batulanau putih keabuan, maka satuan ini dinamakan Satuan Batupasir-kuarsa Lemat. Satuan ini tidak tersingkap secara luas dan berbatasan langsung dengan Satuan Metabatupasir Mentulu.

Satuan ini didominasi oleh litologi batupasir kuarsa dengan sisipan tipis konglomerat dan pada bagian atas terdapat sisipan batulanau putih keabuan.

- Batupasir kuarsa memiliki warna segar putih keabuan, warna lapuk abu-abu tua, pasir halus (0,125-0,25 mm), komposisi kuarsa dan semen silika dengan struktur sedimen *ripple mark*, perlapisan sejajar, masif, *scour*. Ciri litologi batupasir kuarsa pada Satuan Batupasir Lemat secara mikroskopis menggunakan sayatan tipis yaitu *Quartz Arenite*, warna kuning terang, bertekstur klastik, ukuran butir 0,5 mm - < 0,1 mm, didukung oleh butiran, bentuk butir menyudut tanggung - membundar, terpilah baik, butiran saling bersentuhan (*point contact- long contact*), disusun oleh kuarsa (90%), litik (2%), muskovit (4%), biotit (2%), zirkon (1%), material berukuran lempung (2%) (Gilbert, 1954; 1982)
- Sisipan batulanau putih keabuan memiliki warna segar putih keabuan, warna putih kemerahan, ukuran lanau (0,004-0,0625mm), komposisi kuarsa, tuf dan semen silika, berstruktur masif.
- Sisipan konglomerat; warna segar coklat keputihan, warna lapuk coklat kehitaman, berukuran berangkal (40-50 mm) – pasir sedang (0,125-0,25 mm), membundar tanggung, terpilah buruk, *point contact-float contact*, dominan matrik, kemas terbuka, dengan fragmen kuarsit, matrik berupa pasir sedang dengan semen silika, dan struktur sedimen imbrikasi.

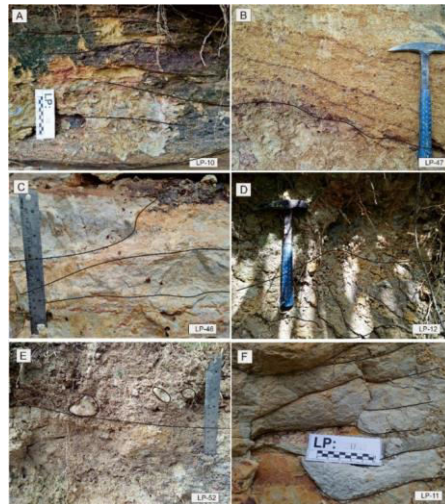
Persebarannya pada batas sesar dan merupakan endapan *syn-rift* yang diendapkan pada lingkungan darat, sehingga sulit ditemukannya fosil dan penentuan umur didasarkan pada posisi stratigrafi satuan batuan. Menurut Hall (2011), dan Daly, dkk. (1989) proses pembentukan cekungan dan proses sedimentasi berlangsung pada Eosen Akhir-Oligosen. Berdasarkan kesamaan ciri litologi, dilakukan kesebandingan umur dengan Formasi Lemat yang diajukan oleh Kamal (2008) dan diinterpretasikan berumur Oligosen Bawah. Berdasarkan ciri litologi dan struktur sedimen diinterpretasikan bahwa satuan batuan ini diendapkan pada sistem sungai. Struktur sedimen yang dijumpai pada satuan ini adalah imbrikasi, *ripple lamination*, perlapisan sejajar, dan masif.

Hubungan stratigrafi antara Satuan Batupasir Lemat dengan Satuan Metabatupasir Mentulu adalah tidak selaras dengan jenis *nonconformity*. Satuan ini memiliki hubungan stratigrafi selaras dengan satuan konglomerat yang diendapkan diatas satuan batuan ini.

3. Satuan Konglomerat Lemat

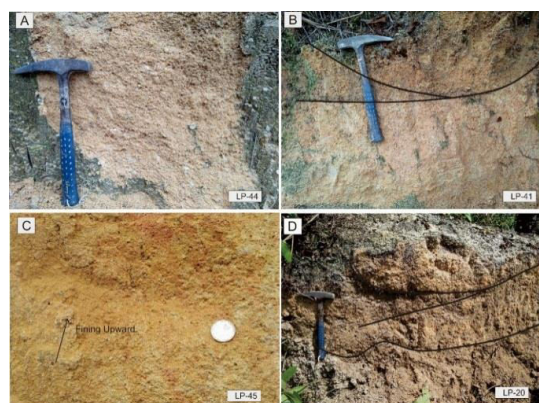
Satuan ini didominasi oleh konglomerat berukuran kerikil, dan tidak mengandung tufan. Semakin keatas terdapat sisipan batupasir dan batulanau oksida. Berdasarkan dominasi tersebut maka satuan ini dinamakan

Satuan Konglomerat Lemat. Satuan ini menempati 27% luasan peta, tersebar pada desa Lubuk Lawas dan Lubuk Bernai, penyebaran berada pada bagian barat dan timur daerah penelitian terutama pada batas tepi lereng Satuan Metabatupasir Mentulu. Satuan ini didominasi oleh litologi konglomerat dengan sedikit sisipan batupasir dan batulanau.



Gambar 6. Ciri litologi pada Satuan Batupasir-kuarsa Lemat : (A) batupasir berstruktur planar cross-bedding; (B) kontak litologi batulanau dari satuan batupasir-kuarsa Lemat dengan satuan konglomerat; (C) batupasir kuarsa berstruktur ripple lamination dan scour; (D) batupasir kuarsa berstruktur sedimen ripple lamination; (E) sisipan konglomerat pada satuan batupasir Lemat; (F) batupasir dengan struktur massive.

- a. Konglomerat, secara megaskopis warna segar coklat kekuningan, warna lapuk coklat kemerahan, berukuran kerakal (15 mm) – pasir halus (0,125-0,25 mm), membundar tanggung, terpilah buruk, *point contact-long contact*, dominan butiran, kemas tertutup, dengan fragmen kuarsa, matrik berupa pasir halus (kuarsa), dengan semen oksida, dan struktur sedimen masif, *graded bedding, scour*. Pendeskripsian konglomerat secara mikroskopis warna kuning kecoklatan, bertekstur klastik, ukuran butir 4 mm - < 0,1 mm, didukung oleh butiran, bentuk butir menyudut tanggung, terpilah buruk, butiran saling mengambang pada masa dasar (*float contact*), disusun oleh kuarsa (75%), litik (5%), material berukuran lempung (12%), mineral oksida (3%)
- b. Sisipan batupasir; memiliki warna segar coklat kekuningan, warna lapuk coklat tua, berukuran pasir sangat kasar (1-2 mm) – pasir sedang (0,25 -0,5mm), membundar tanggung, terpilah baik, *point contact*, dominan butiran, kemas tertutup; komposisi fragmen kuarsa, matrik pasir kuarsa halus, semen silika, struktur sedimen, *scour*. Sisipan batulanau putih keabuan memiliki warna segar putih keabuan, warna putih kemerahan, ukuran lanau (0,004-0,0625mm), komposisi kuarsa, tuf dan semen silika oksida, berstruktur masif.



Gambar 7. Ciri litologi pada satuan konglomerat Lemat:(A) litologi konglomerat berstruktur massive; (B) litologi konglomerat berstruktur masif; (C) singkapan konglomerat berstruktur graded bedding; (D) litologi konglomerat berstruktur scour dan masif

Satuan ini memiliki ciri litologi konglomerat dengan sisipan batupasir dan batulanau pada bagian atasnya, merupakan endapan *syn-rift* yang diendapkan pada lingkungan darat, sehingga sulit ditemukannya fosil dan penentuan umur didasarkan pada posisi stratigrafi satuan batuan yang tersebar pada lereng dan batas sesar

dengan batuan dasar. Menurut Hall (2011), dan Daly, dkk. (1989) proses pembentukan cekungan dan proses sedimentasi berlangsung pada Eosen Akhir-Oligosen. Berdasarkan kesamaan ciri litologi dilakukan kesebandingan umur dengan Formasi Lemat yang diajukan oleh Kamal (2008) dan diinterpretasikan berumur Oligosen Bawah. Berdasarkan ciri litologi, struktur sedimen, dan posisi litologi yang berada pada bagian lereng dari batuan dasar diinterpretasikan bahwa satuan batuan ini diendapkan pada sistem kipas aluvial.

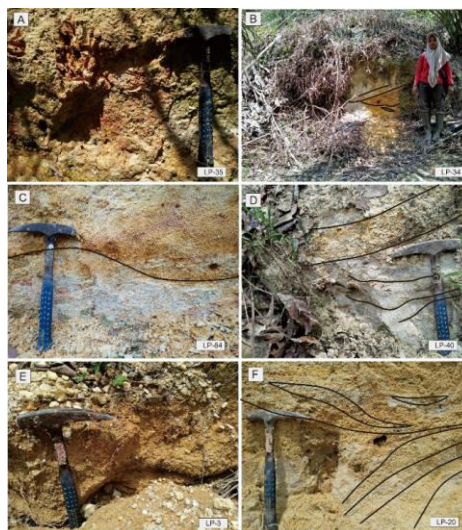
Hubungan stratigrafi antara Satuan Metabatupasir Mentulu dengan Satuan Konglomerat Lemat adalah tidak selaras dengan ketidakselarasan *nonconformity* sedangkan hubungannya dengan Satuan Batupasir-kuarsa Lemat adalah selaras.

4. Satuan Batupasir-kerikilan Lemat

Satuan ini didominasi oleh litologi berupa batupasir kerikilan tufan dengan sisipan batulanau kerikilan oksida dan batupasir tufan pada bagian bawah dan pada bagian atas secara berangsur berubah menjadi batupasir kerikilan tufan dengan sisipan konglomerat tufan.

- Batupasir kerikilan tufan, warna segar putih kecoklatan, warna lapuk coklat terang, kerikil (3 mm) - pasir halus (0,125 - 0,25mm), membundar tanggung, terpilah buruk, *point contact-float contact*, dominan matrik, kemas terbuka, komposisi fragmen kuarsa, matrik pasir halus dan tuf, semen oksida, struktur sedimen *massive*, *planar cross bedding*, dan *graded bedding*.
Pendesripsian batupasir kerikilan tufan pada sayatan tipis. *Pebbly arkosic wacke*, warna kuning keabuan, bertekstur klastik, ukuran butir 5 mm - < 0,1 mm, didukung oleh butiran, bentuk butir menyudut tanggung-membundar tanggung, terpilah buruk, butiran saling bersentuhan (*point contact-float contact*), disusun oleh kuarsa (55%), litik (30%), mineral lempung (12%), mineral oksida (3%).
- Sisipan batulanau kerikilan, warna segar putih kemerahan, warna lapuk coklat; ukuran lanau-kerikil, komposisi fragmen kuarsa, matrik tuf, semen silika, struktur *massive*.
- Sisipan batupasir, warna segar abu-abu keputihan, warna lapuk coklat keputihan, pasir sedang, membundar, terpilah baik, *point contact*, dominan butiran, kemas tertutup. komposisi fragmen kuarsa, sedikit litik tuf, pasir kuarsa sedang, semen silika, struktur sedimen perlapisan bergelombang, masif, *scour*, dan lensa konglomerat.
- Sisipan konglomerat, warna segar coklat keputihan, warna lapuk coklat tua berukuran kerikilan (4 mm) - pasir sedang (0,125-0,25 mm), membundar tanggung, terpilah buruk, *point contact*, dominan butiran, kemas tertutup, komposisi fragmen kuarsa putih, kuarsa abu-abu, litik tuf, matrik pasir kuarsa halus dan tuf, semen silika, struktur sedimen berupa, *cross bedding* dan melensa.

Satuan ini memiliki ciri litologi kerikilan yang merupakan endapan *syn-rift* yang diendapkan pada lingkungan darat, sehingga sulit ditemukannya fosil. Penulis melakukan kesebandingan umur dengan Formasi Lemat yang diajukan oleh Kamal (2008) dan diinterpretasikan berumur Oligosen Bawah. Berdasarkan ciri litologi dan struktur sedimen diinterpretasikan bahwa satuan batuan ini diendapkan pada sistem sungai dengan banyak dijumpai struktur sedimen *massive*, *scouring*, *graded bedding*, dan *cross bedding*.



Gambar 8. Ciri litologi pada Satuan Batupasir-kerikilan Lemat bagian bawah: (A) litologi batulanau kerikilan oksida berstruktur *massive*; (B) litologi batupasir kerikilan tufan berstruktur *planar cross bedding*; (C) batupasir tufan berstruktur lensa konglomerat dan *scour*; (D) litologi batupasir berstruktur

perlapisan bergelombang; (E) litologi konglomerat berstruktur masif, (F) litologi batupasir berstruktur planar cross bedding, scour dan lensa konglomerat.

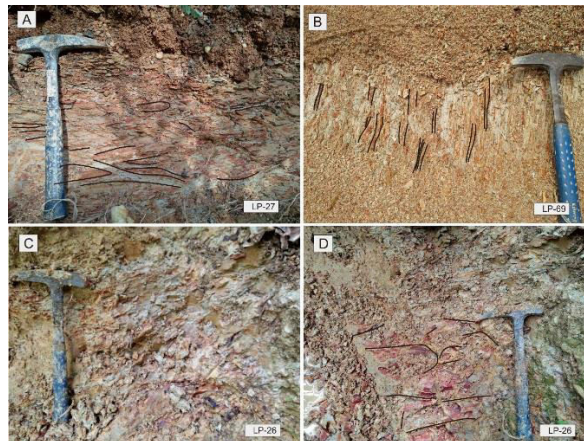
Hubungan stratigrafi antara Satuan Batupasir-kerikilan Lemat dengan satuan yang ada di atasnya yaitu Satuan Batulanau Benakat dan Satuan Batupasir Talangakar adalah selaras.

6. Satuan Batulanau Benakat

Satuan ini disusun oleh dominasi batu lanau dengan perselingan batupasir.

- Batulanau; warna segar putih kemerahan, warna lapuk merah; ukuran lanau ($< 0,004-0,0625$ mm), komposisi kuarsa, tuf, semen silika, dan oksida; struktur sedimen berupa *ripple lamination*. Batulanau tufan, warna kuning keabuan, bertekstur klastik, ukuran butir < 1 mm, disusun oleh kuarsa (5%), mineral lempung (75%), mineral oksida (20%), (Gilbert, 1982).
- Batupasir tufan; warna segar putih kekuningan, warna lapuk coklat kemerahan; pasir halus, komposisi kuarsa, tuf, semen silika, oksida dengan struktur sedimen *ripple lamination*.
- Batulempung, warna segar hitam, warna lapuk coklat, berukuran lempung ($< 0,004$ mm), semen silika, perlapisan.

Satuan ini memiliki ciri litologi perselingan batulanau dan batupasir dan diinterpretasikan merupakan endapan darat, sehingga sulit ditemukannya fosil. Kesebandingan umur dengan Anggota Benakat Formasi Lemat yang diajukan oleh Kamal (2008) dan diinterpretasikan berumur Eosen Akhir-Oligosen Awal.



Gambar 9. Ciri litologi pada Satuan Batulanau Benakat: (A) litologi perselingan batulanau dan batupasir oksida; (B) litologi perselingan batulanau dan batupasir oksida dengan struktur *ripple lamination*; (C) litologi batulanau oksida; (D) batulempung hitam dengan struktur masif, dan rekah kerut.

Berdasarkan ciri litologi dan struktur sedimen dan analisa profil diinterpretasikan bahwa satuan batuan ini diendapkan pada sistem sungai lingkungan *overbank* dicirikan dengan struktur sedimen *ripple lamination*, dan masif, rekah kerut.

Hubungan stratigrafi Satuan Batulanau Anggota Benakat dengan Satuan Batupasir-kerikilan Lemat dan Satuan Batupasir Talangakar adalah selaras.

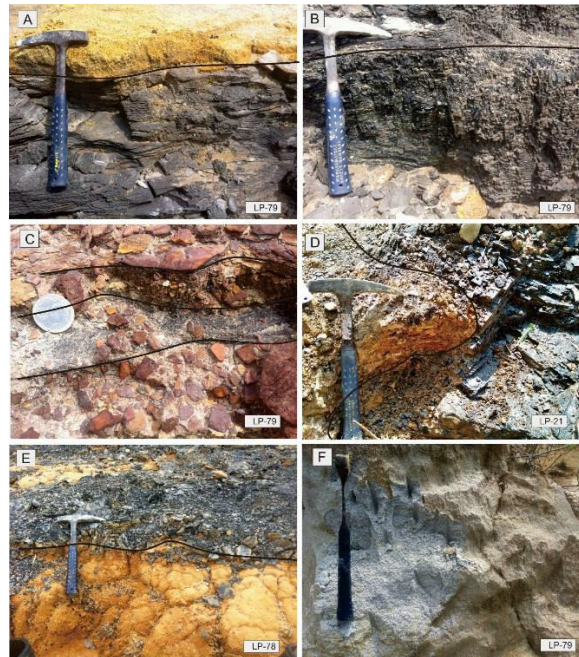
7. Satuan Batupasir Talangakar

Satuan ini didominasi oleh batupasir dengan perselingan batulempung dan batubara

- Batupasir, warna segar putih kekuningan, warna lapuk kuning kecoklatan, pasir kasar ($0,5-0,1$ mm)-pasir sedang ($0,25-0,5$ mm), membundar tanggung, terpilah baik, *point contact*, dominan butiran, kemas tertutup, komposisi fragmen kuarsa, litik tuf, matrik pasir kuarsa sedang dan tuf, semen silika, perlapisan.
Pendesripsian batupasir tufan pada satuan batupasir *Lithic Wacke*, warna kuning keabuan, bertekstur klastik, ukuran butir $0,4 - < 0,1$ mm, menyudut tanggung-membundar tanggung, terpilah baik, didukung oleh matrik, butiran mengambang pada matrik (*float contact*) disusun oleh kuarsa (45%), litik (13%), muskovit (2%), mineral oksida (5%), material berukuran lempung (35%) (Gilbert, 1954; 1982)
- Konglomerat, warna segar kuning kecoklatan, warna lapuk coklat kehitaman, kerikil (3 mm) – pasir halus ($0,125-0,25$ mm), membundar tanggung, terpilah buruk, *float contact*, dominan matrik, kemas terbuka, komposisi fragmen kuarsa, matrik pasir kuarsa sedang dan tuf, semen oksida, struktur perlapisan.
- Batubara, warna hitam, *amorf*, monomineral karbon, dengan struktur sedimen perlapisan.

- d. Batulempung, warna segar hitam, warna lapuk coklat, berukuran lempung ($<0,004\text{mm}$), semen silika, mengandung tuf, perlapisan. Umur satuan batuan ini mengacu pada Kamal (2008), yang diinterpretasikan berumur Oligosen Akhir. Berdasarkan ciri litologi dan struktur sedimen diinterpretasikan bahwa satuan batuan ini diendapkan pada sistem *fluvial-upper delta plain* (Horne, 1978) dicirikan dengan struktur sedimen perlapisan sejajar, perlapisan bergelombang, perlapisan silang siur, dan hadirnya batubara masif, dengan tebal 40-1m, lempung hitam, konglomerat dan dominasi batupasir.

Hubungan stratigrafi antara Satuan Batupasir Talangakar dengan Satuan Batupasir-kerikilan Lemat dan Satuan Batulanau Anggota Benakat adalah selaras.



Gambar 10. Ciri litologi pada satuan batupasir Talangakar: (A) singkapan litologi batupasir dan batulempung hitam dengan struktur sedimen perlapisan sejajar; (B) singkapan litologi batulempung hitam dan batubara; (C) singkapan litologi batupasir oksida dan batulempung hitam dengan struktur perlapisan bergelombang; (D) singkapan batubara dan batulempung tufan; (E) singkapan litologi konglomerat dan batubara; (F) singkapan batupasir tufan.

STRUKTUR GEOLOGI

Pola struktur yang berkembang pada daerah penelitian dapat dibagi menjadi 3 pola kelurusan berdasarkan interpretasi pola kelurusan dari citra SRTM yaitu:

1. Pola kelurusan yang berarah baratlaut-tenggara
2. Pola kelurusan yang berarah timurlaut-baratdaya
3. Pola kelurusan yang berarah barat-timur

Kekar yang dijumpai pada daerah penelitian merupakan kekar hasil dari aktivitas tektonik yang banyak dijumpai di sepanjang zona sesar. Tegasan utama kekar pada daerah penelitian yaitu baratlaut-tenggara dan sesar berarah timurlaut-barat daya.

Struktur sesar yang berkembang pada daerah telitian dapat dikelompokkan menjadi 3 pola berdasarkan arah umumnya yaitu sesar yang berarah baratlaut-tenggara dan sesar berarah timurlaut-barat daya, dan barat laut-timur tenggara.

ANALISIS FASIES

ANALISIS FASIES PADA SATUAN BATUPASIR-KUARSA LEMAT

1. Analisis litofasies

Dijumpai 7 jenis litofasies pada satuan batupasir-kuarsa Lemat. Berikut ini adalah pembagian litofasies berdasarkan pendekatan Miall (1978c) pada Satuan Batupasir-kuarsa Lemat di daerah penelitian, yaitu:

a. Fasies Gmg

Fasies Gmg memiliki hubungan antar butir yang dominan adalah yang terdukung matriks. Tebal fasies ini pada satuan batupasir adalah 15cm. Fasies ini berkembang pada litologi konglomerat yang berada

pada bagian bawah satuan batuan batupasir. Fasies ini diinterpretasikan sebagai hasil dari aliran debris dengan energi rendah yang mempunyai tingkat kekentalan tinggi.

- b. Fasies Sr
Fasies Sr memiliki ukuran butir pasir halus dengan struktur *ripple lamination*. Tebal fasies ini pada satuan batupasir adalah 15-84 cm. Fasies ini berkembang pada litologi batupasir yang berada pada bagian bawah, atas dan tengah Satuan Batupasir Lemat.
- c. Fasies Sl
Fasies Sl memiliki ukuran butir pasir halus- pasir sedang dengan struktur *cross bedding* dengan sudut <15°. Tebal fasies ini pada satuan batupasir adalah 15-76 cm. Fasies ini berkembang pada litologi batupasir yang berada pada bagian bawah, dan tengah Satuan Batupasir Lemat.
- d. Fasies Sm
Fasies Sm memiliki ukuran pasir sedang dengan struktur *massive*. Tebal fasies ini pada satuan batupasir adalah 45-51 cm. Fasies ini berkembang pada litologi batupasir yang berada pada bagian bawah, tengah, dan atas Satuan Batupasir Lemat.
- e. Fasies Ss
Fasies Ss memiliki ukuran butir pasir sedang dengan struktur *scour*. Fasies ini menandakan adanya pengisian channel. Seringkali dijumpai lensa-lensa batuan yang ada dibawahnya. Tebal fasies ini pada satuan batupasir adalah 20 cm. Fasies ini berkembang pada litologi batupasir yang berada pada bagian atas Satuan Batupasir Lemat.
- f. Fasies Sh
Fasies Sh memiliki ukuran pasir sedang-kasar dengan struktur perlapisan sejajar. Biasanya lapisan ini sejajar dengan arah arus. Tebal fasies ini pada satuan batupasir adalah 30 cm. Fasies ini berkembang pada litologi batupasir yang berada pada bagian tengah Satuan Batupasir Lemat.
- g. Fasies Fsm
Fasies Fsm memiliki ukuran lanau dengan struktur masif. Tebal fasies ini pada satuan batupasir adalah 93 cm. Fasies ini berkembang pada litologi batulanau yang berada pada bagian atas Satuan Batupasir Lemat dan kontak dengan Satuan Batupasir kerikilan Lemat.

2. Elemen arsitektural

Pengelompokan elemen arsitektural didasarkan pada asosiasi fasies yang telah dianalisis. Berdasarkan asosiasi fasiesnya didapatkan 3 jenis elemen arsitektural pada Satuan batupasir Lemat berdasarkan klasifikasi Miall (1985) yaitu:

- a. *Channel* (CH)
Pada elemen ini dijumpai fasies Gmg, Sr, Sl, dan Ss. Pada satuan batupasir-kuarsa Lemat dijumpai elemen Channel yaitu pada bagian bawah dan bagian atas satuan. Elemen *Channel* merupakan kombinasi dari beberapa elemen arsitektural, dengan menunjukkan pola menghalus keatas dan bagian dasar berupa *scouring* atau penggerusan.
- b. *Sand bedform* (SB)
Pada elemen ini dijumpai fasies Sm, Sr, dan Sh. Pada Satuan Batupasir-kuarsa Lemat dijumpai elemen sand bedform yaitu pada bagian tengah dan atas satuan.
- c. *Floodplain* (FF)
Pada elemen ini dijumpai fasies Fsm berupa batulanau masif pada Satuan Batupasir Lemat. Elemen ini mencirikan pengendapan pada sungai tertinggal atau rawa belakang.
- d. *Lateral accretion* (LA)
Pada elemen ini dijumpai fasies Sr, Sm, Ss berupa batupasir-kuarsa masif, batu pasir kuarsa dengan struktur perlapisan bergelombang pada Satuan Batupasir-kuarsa Lemat.

3. Interpretasi Lingkungan Pengendapan

Pada Satuan Batupasir-kuarsa Lemat dijumpai elemen arsitektural berupa *channel* (CH), *lateral accretion* (LA), *sand bedform* (SB). Berdasarkan kumpulan elemen arsitektural yang dijumpai pada Satuan Batupasir-kuarsa Lemat diinterpretasikan bahwa satuan ini diendapkan pada lingkungan *ephemeral sand bed meandering river* berdasarkan klasifikasi Miall (1985)

ANALISIS FASIES PADA SATUAN KONGLOMERAT LEMAT

1. Analisis litofasies

Dijumpai 5 jenis litofasies pada satuan konglomerat Lemat. Berikut ini adalah pembagian litofasies berdasarkan pendekatan Miall (1978c) pada satuan konglomerat Lemat di daerah penelitian :

- a. Fasies Gmg dan Gmm
Fasies Gmm memiliki hubungan antar butir yang dominan adalah yang terdukung matriks. Fasies ini berkembang pada litologi. Fasies ini diinterpretasikan sebagai hasil dari aliran debris dengan energi rendah yang mempunyai tingkat kekentalan tinggi.
- b. Fasies Gcm

Fasies Gcg merupakan fasies yang tersusun atas konglomerat berukuran kerikil hingga kerakal dengan hubungan butir terdukung *grain* dan mempunyai struktur sedimen berupa masif. Fasies ini mempunyai ketebalan 1 meter, berada pada bagian bawah dari Satuan batupasir kerikilan Lemat. Fasies ini diinterpretasikan diendapkan pada aliran debris energi tinggi yang kaya akan klastika.

- c. Fasies Gp
Fasies Gp tersusun atas litologi konglomerat dengan struktur sedimen silang siur planar. Fasies ini berkembang pada bagian atas satuan konglomerat Lemat diinterpretasikan sebagai hasil dari proses pengisian *channel* yang bermigrasi.
- d. Fasies Sh
Fasies Sh memiliki ukuran pasir sedang-kasar dengan struktur perlapisan sejajar. Biasanya lapisan ini sejajar dengan arah arus. Fasies ini berkembang pada litologi batupasir yang berada pada bagian atas Satuan Konglomerat Lemat.
- e. Fasies Sr
Fasies Sr memiliki ukuran butir pasir halus dengan struktur *ripple lamination*. Fasies ini berkembang pada litologi batupasir yang berada pada bagian atas Satuan Konglomerat Lemat.

2. Elemen Arsitektural

Pengelompokan elemen arsitektural didasarkan pada asosiasi fasies yang telah dianalisis. Berdasarkan asosiasi fasiesnya didapatkan 3 jenis elemen arsitektural pada Satuan Konglomerat Lemat berdasarkan klasifikasi Miall (1985) yaitu:

- a. *Sediment gravity flows* (SG)
Berdasarkan hasil analisis fasies pada Satuan Konglomerat Lemat dijumpai fasies Gp, Gcm, Gmg pada elemen arsitektural SG berbentuk menyempit, membentuk *lobes* memanjang. Jenis ini dapat berasosiasi dengan elemen GB dan SB. *Grading* dan *Inverse grading* sering muncul, kerikil silang siur dengan sudut rendah dapat mengindikasikan sebuah perpindahan dari aliran debris flow menuju mekanisme transport sistem traksi.
- b. *Gravel bar* (GB)
Pada elemen ini dijumpai fasies Gmg, dan Gp. Pada satuan konglomerat Lemat dijumpai elemen *gravel bar* yang berasosiasi dengan *sand bedforms*, yaitu pada bagian atas satuan konglomerat Lemat.
- c. *Sand bedform* (SB)
Pada elemen ini dijumpai fasies Sr dan Sh dan berasosiasi dengan elemen *gravel bar* (GB) pada bagian atas satuan konglomerat Lemat.

3. Interpretasi Lingkungan Pengendapan

Pada satuan konglomerat Lemat dijumpai elemen arsitektural berupa *sediment gravity flow* (SG), *gravel bar* (GB), *sand bedform* (SB). Berdasarkan kumpulan elemen arsitektural yang dijumpai pada satuan konglomerat Lemat diinterpretasikan bahwa satuan ini diendapkan pada lingkungan *debris flow dominated fan* (Stanistreet dan McCharty 1993) dan *gravel bed braided river* berdasarkan klasifikasi Miall (1985).

ANALISIS FASIES PADA SATUAN BATUPASIR KERIKILAN LEMAT

1. Analisis litofasies

Berikut ini adalah pembagian litofasies berdasarkan pendekatan Miall (1978c) pada satuan batupasir kerikilan Lemat di daerah penelitian :

- a. Fasies Gmg
Fasies Gmg memiliki hubungan antar butir yang dominan adalah yang terdukung matriks. Terdapat pada litologi batupasir kerikilan dan konglomerat berukuran kerikil hingga berangkal. Berkembang pada bagian tengah dan atas satuan batupasir kerikilan Lemat. Fasies ini diinterpretasikan sebagai hasil dari aliran debris dengan energi rendah yang mempunyai tingkat kekentalan tinggi.
- b. Fasies Gcm
Fasies Gcm merupakan fasies yang tersusun atas konglomerat dengan hubungan butir didukung oleh *grain* dan mempunyai struktur sedimen berupa masif. Fasies ini mempunyai ketebalan 30 cm, berada pada bagian tengah dan tidak berkembang pada bagian bawah maupun atas dari satuan batupasir kerikilan Lemat. Fasies ini diinterpretasikan diendapkan pada aliran debris energi tinggi yang kaya akan klastika.
- c. Fasies Sl
Fasies ini tersusun atas litologi yang didominasi oleh material silisiklastik berukuran pasir sedang dan kerikil dengan struktur sedimen silang siur dengan bidang perpotongan kurang dari 15°. Berada pada bagian bawah dan tidak berkembang pada bagian tengah dan atas dijumpai pada LP-34. Fasies ini diinterpretasikan sebagai hasil dari proses pengisian *scour* dan *dune-antidune*.
- d. Fasies Ss

Fasies Ss memiliki ukuran butir pasir sedang-kerikil, dijumpai pada litologi batupasir dan konglomerat dengan struktur *scour*. Fasies ini menandakan adanya pengisian channel. Seringkali dijumpai lensa-lensa batuan yang ada dibawahnya. Tebal fasies ini pada satuan batupasir adalah 15-30 cm, terdapat pada LP-34,23,63,84 dan 68.

- e. Fasies Sm
Fasies Sm memiliki ukuran pasir halus dengan struktur *massive*. Tebal fasies ini pada satuan batupasir adalah 75 cm. Fasies ini berkembang pada litologi batupasir yang berada pada bagian tengah satuan batupasir kerikilan Lemat terdapat pada LP-38.
- f. Fasies Fsm
Fasies Fsm memiliki ukuran lanau dengan struktur masif. Tebal fasies ini pada Satuan batupasir kerikilan tufan adalah 63 cm. Fasies ini berkembang pada litologi batulanau yang berada pada bagian bawah Satuan batupasir kerikilan tufan Lemat pada LP 65, 35, dan 32. Diinterpretasikan bahwa fasies ini merupakan endapan sungai tertinggal atau rawa belakang.
- g. Fasies Sh
Fasies Sh terdapat pada litologi batupasir kerikilan dengan struktur perlapisan sejajar. Biasanya lapisan ini sejajar dengan arah arus. Tebal fasies ini pada satuan batupasir kerikilan tufan adalah 12 cm. Fasies ini terdapat pada LP 39 berada pada bagian tengah Satuan batupasir kerikilan tufan Lemat.
- h. Fasies Sr
Fasies Sr memiliki ukuran butir pasir sedang-pasir kasar dengan struktur *ripple lamination*. Tebal fasies ini pada satuan batupasir adalah 18-45 cm. Fasies ini berkembang pada litologi batupasir yang berada LP 40, 68, dan 36 terdapat atas dan tengah Satuan batupasir kerikilan tufan Lemat.

2. Elemen Arsitektural

Pengelompokan Elemen arsitektural didasarkan pada asosiasi fasies yang telah dianalisis. Berdasarkan asosiasi fasiesnya didapatkan 3 jenis elemen arsitektural pada Satuan batupasir kerikilan tufan Lemat berdasarkan klasifikasi Miall (1985) yaitu:

- a. Elemen arsitektural *channel* (CH)
Pada elemen ini dijumpai fasies Gmg, Gcm, Sh, Sr, Sl, dan Ss. Elemen *Channel* merupakan kombinasi dari beberapa elemen arsitektural, dengan menunjukkan pola menghalus keatas dan bagian dasar berupa *scouring* atau penggerusan. Semakin dangkal kedalam *channel* maka semakin lebar *channel* tersebut dan sebaliknya.
- b. Elemen arsitektural *Floodplain* (FF)
Pada elemen ini dijumpai fasies Fsm, berupa batulanau masif pada satuan batupasir kerikilan Lemat. Elemen ini mencirikan pengendapan pada sungai tertinggal atau rawa belakang.
- c. *Lateral accretion* (LA)
Pada elemen ini dijumpai fasies Gmg, Ss pada satuan batupasir-kerikilan Lemat berasosiasi dengan elemen *floodplain* (FF)

3. Interpretasi Lingkungan Pengendapan

Pada satuan batupasir-kerikilan Lemat dijumpai elemen arsitektural berupa *channel* (CH), *lateral accretion* (LA), *flood plain* (FF). Berdasarkan kumpulan elemen arsitektural yang dijumpai pada satuan batupasir-kerikilan Lemat diinterpretasikan bahwa satuan ini diendapkan pada lingkungan *gravel-sand meandering river* berdasarkan klasifikasi Miall (1985)

Analisis fasies pada satuan batulanau Anggota Benakat

1. Analisis litofasies

Dijumpai 3 jenis litofasies pada satuan batulanau Anggota Benakat. Berikut ini adalah pembagian litofasies berdasarkan pendekatan Miall (1978c) pada Satuan batulanau Anggota Benakat di daerah penelitian.

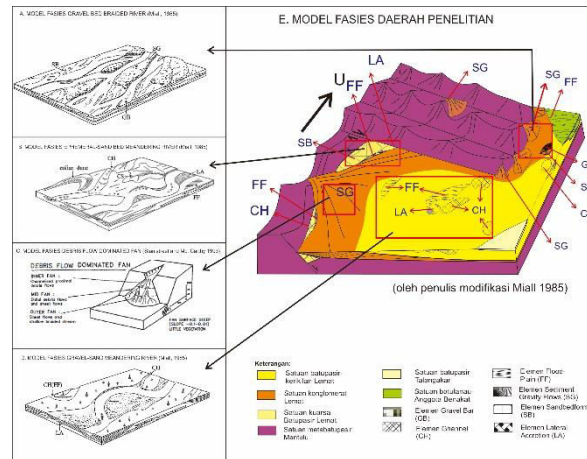
- a. Fasies Fm
Fasies Fm terdapat pada batulempung dan batulanau struktur masif dengan rekah kerut pada permukaannya. Tebal fasies ini pada Satuan batupasir kerikilan tufan adalah 1,35 m. Fasies ini berkembang pada litologi batulanau dan batulempung yang berada pada bagian bawah Satuan batulanau Anggota Benakat pada LP 26. Diinterpretasikan bahwa fasies ini merupakan endapan sungai tertinggal.
- b. Fasies Fl
Fasies Fl terdapat pada litologi perselingan batulanau dan batupasir dengan struktur *ripple lamination*. Terdapat pada bagian atas Satuan batulanau Anggota Benakat, pada LP-27,69, dan 70. Perselingan antara lempung, pasir dan lanau umumnya berada pada area *overbank* dan merepresentasikan endapan dari mekanisme pengendapan suspensi dan arus traksi yang lemah. Ripple yang sangat kecil hadir pada lapisan pasir dan lanau. Lapisan yang bergelombang, bioturbasi yang menyebar, retakan yang terawetkan, akar tumbuhan, cerat-cerat batubara, dan nodul pedogenic yang menyebar umum dijumpai.

2. Elemen arsitektural

Pengelompokan Elemen arsitektural didasarkan pada asosiasi fasies yang telah dianalisis. Berdasarkan asosiasi fasiesnya didapatkan 1 jenis elemen arsitektural pada Satuan batulanau Anggota Benakat berdasarkan klasifikasi Miall (1985) yaitu:

a. Elemen arsitektural *abandoned channel* CH(FF)

Elemen *abandoned channel* terdiri atas fasies Fm dan Fl terbentuk akibat terpotongnya sungai akibat perpindahan aktif channel, sehingga menghasilkan genangan.



Gambar 11. Model fasies daerah penelitian oleh penulis modifikasi Miall 1985

POTENSI GEOLOGI

Pada daerah telitian di temukan 2 jenis potensi geologi, yakni potensi positif dan potensi negatif. Potensi positif berupa bahan galian industri (tambang sirtu yang di tambang menggunakan alat berat. Sedangkan potensi negatif berupa gerakan tanah.

KESIMPULAN

1. Geomorfologi daerah penelitian dapat dibagi menjadi 5 satuan bentuk lahan, antara lain : Satuan bentuk lahan perbukitan sesar bergelombang (S1), perbukitan homoklin berlereng miring (S2), perbukitan homoklin berlereng landai (S3), tubuh sungai (F1), gosong tepi sungai (F2). Memiliki pola pengaliran berupa pola pengaliran ubahan Subparalel dan *Trellis*.
2. Stratigrafi daerah penelitian dapat dibagi menjadi enam satuan batuan dari tua ke muda yaitu satuan metabatupasir Mentulu, satuan batupasir-kuarsa Lemat, satuan konglomerat Lemat, satuan batupasir-kerikilan Lemat, satuan batulanau Anggota Benakat, satuan batupasir Talangakar.
3. Struktur yang berkembang pada daerah telitian berupa kekar dan sesar. Kekar dengan tegasan baratlaut-tenggara dan timurlaut- baratdaya. Terdapat 3 pola sesar yaitu sesar yang berarah timurlaut-barat daya, sesar yang berarah timurlaut-baratdaya, sesar yang relatif berarah barat barat laut-timur tenggara.
4. Potensi pada daerah telitian , antara lain potensi negatif berupa gerakan massa potensi positif berupa tambang batubara dan batupasir kuarsa.
5. Berdasarkan hasil analisis fasies pada masing-masing satuan batuan Formasi Lemat didapatkan pada satuan batupasir-kuarsa Lemat dijumpai elemen arsitektural berupa *channel* (CH), *sand bedform* (SB), *floodplain* (FF), *lateral accretion* (LA). Pada Satuan konglomerat dijumpai elemen arsitektural *sediment gravity flows* (SG) dan *gravel bar* (GB). Pada satuan batupasir-kerikilan Lemat dijumpai elemen *channel* (CH), *lateral accretion* (LA), dan *floodplain* (FF), sedangkan pada satuan batulanau Anggota Benakat dijumpai elemen *abandoned channel* FF(CH).

DAFTAR PUSTAKA

- Barber, A.J., Crow, M.J., and Milsom, J.S. 2005. *Sumatra: Geology, Resources and Tectonic Evolution*. London: The Geological Society
- Beicip, 2007. *Petroleum system analysis PT Medco E&P Indonesia*, South Sumatra, Indonesia, tidak dipublikasikan.
- Clements, B., Burgess, P.M., Hall, R. & Cottam, M.A. 2011. Subsidence and uplift by slab related mantle dynamics: a driving mechanism for the Late Cretaceous and Cenozoic evolution of continental SE Asia. In: Hall, R., Wilson, M.E. & Cottam, MA. (eds) *The SE Asian Gateway: History and Tectonics of Australia-Asia Collision*. Geological Society, London, Special Publications, 355, 37–51.

- Daly, M.C., Hoopers, B.G.D., Smith, D.G., 1987. Tertiary plate tectonic and basin evolution in Indonesia. *Proc. Of the 16th IPA Annual Convention*.
- Gafoer, S., Amin, T.C., and Pardede, R., 1994. *Geologi lembar Muara Bungo, Sumatra, Skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- IAGI. 1996. *Sandi Stratigrafi Indonesia*. Komisi Sandi Stratigrafi Ikatan Ahli Geologi Indonesia 1996.
- Kamal A., Argakoesoemah R.M.I., Solichin. 2008. A proposed basin-scale lithostratigraphy for South Sumatra Basin. *Indonesian Association of Geologist: Sumatra Stratigraphy Workshop*, Bandung: Institut Teknologi Bandung, p. 85-97.
- Miall, A.D., 1996, *The Geology of Fluvial Deposits : Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology*, Springer, New York.
- Metcalf, I., 2011b. Tectonic framework and Phanerozoic evolution of Sundaland. *Gondwana Research* 19, 3–21.
- Pulonggono, A., 1984. Sumatran microplates, their characteristics and their role in the evolution of the Central and South Sumatra Basin. *Proc. Of the 13th IPA Annual Convention, Jakarta, May*.
- Pulonggono, A., 1986. Tertiary Structural Features Related To Extensional and Compressive Tectonics In The Palembang Basin, South Sumatra, *Proc 15th Indonesian Petroleum Association Annual Convention*. p. 187-213.
- Pulonggono, A., Haryo, S.A., and Kosuma, C.G., 1992. Pre-Tertiary and Tertiary Fault System as A Framework of The South Sumatra Basin; Studi of SARMap, *Proc 21st Indonesian Petroleum Association Annual Convention*. p. 339-360.
- Rickard, M. (1972). Fault Classification Discussion. *Geological Society of America Bulletin*, 83, 2545 - 2546.
- Reading, H. G. (Ed.) (1986a) *Sedimentary environments and facies (2nd Ed)*: Oxford: Blackwell Scientific Publishing.
- Ryacudu, R. 2008. Tinjauan Stratigrafi Paleogen Cekungan Sumatra Selatan. *Indonesian Association of Geologist: Sumatra Stratigraphy Workshop*, Bandung: Institut Teknologi Bandung, p. 99-114.
- Selley, R.C., 1985. *Ancient sedimentary environments and their sub-surface diagnosis third edition*, Chapman and Hall Ltd., London, p. 18-37, 146-210.
- Van Bemmelen, R.W. 1949. *The Geology of Indonesia, Vol. IA: General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes*. The Hague.
- Van Zuidam, R. A., 1983. *Guide to Geomorphologic Aerial Photographic Interpretation and Mapping*. ITC. 292h.
- William, H., Turner, F. J., Gilbert, C. M., 1954. *Petrography An Introduction to the Study of Rocks in Thin Section*. W.H. Freeman and Company Inc., San Fransisco.
- William, H., Turner, F. J., Gilbert, C. M., 1982. *Petrography. An Introduction to the Study of Rocks in Thin Section*. W.H. Freeman and Company Inc., San Fransisco.