



Analisis Tekanan Pori dan Mekanisme Pembentukan *Overpressure* Menggunakan Data *Open Hole Log* Sub Cekungan Jambi, Cekungan Sumatra Selatan

Bagas Adith Setyo Wicaksono, Hari Wiki Utama, dan Bagus Adhitya

Teknik Geologi Universitas Jambi

Jl. Lintas Jambi Ma-Bulian, KM 15, Mendalo Darat, Jambi - Indonesia

ABSTRAK

Artikel Info:

Naskah Diterima:

11 Februari 2025

Diterima setelah

perbaikan:

28 Februari 2025

Disetujui terbit:

03 Maret 2025

Kata Kunci:

tekanan pori

overpressure

Sub Cekungan Jambi

Lapangan X merupakan salah satu lapangan produksi migas di Sub-Cekungan Jambi. Penelitian ini menganalisa tekanan pori bawah permukaan dilakukan dengan menggunakan data pemboran dan logging. Zona bawah permukaan umumnya terdapat zona normal dan abnormal. Zona abnormal disebut juga overpressure. Penentuan overpressure penting dilakukan dalam bidang drilling hazard seperti penentuan berat lumpur pemboran. Penentuan overpressure dilakukan untuk mengantisipasi terjadinya loss atau kick. Analisa yang akurat dan sesuai dalam penentuan overpressure ini menjadikan operasi pengeboran sumur di industri minyak dan gas bumi menjadi lebih efisien, aman dan efektif. Dalam penelitian ini terdapat tiga sumur yang berada di lapangan X dengan nilai dari tekanan pori sumur BGS-1 berkisar dari 338,6-3541 psi terukur dari 238 m SSTVD sampai dengan kedalaman 2489,91 m SSTVD. Nilai dari tekanan pori sumur BGS-2 berkisar dari 403,8-3459 psi terukur dari 283,9 m sampai dengan kedalaman 1921 m SSTVD dan nilai dari tekanan pori sumur BGS-8 berkisar dari 853-3455 psi terukur dari 600 m sampai dengan kedalaman 1783 m SSTVD. Mekanisme overpressure di Lapangan X terjadi karena mekanisme loading atau disequilibrium compaction. Hal ini sesuai dengan kondisi geologi pada formasi Gumai yang berada pada fase transgresi yang didominasi oleh litologi lempung membuat peningkatan tekanan pori akibat ketidakmampuan fluida keluar dari batuan selama kompaksi

ABSTRACT

Field X is one of the oil and gas production fields in the Jambi Sub-Basin. This study analyzes subsurface pore pressure using drilling and logging data. Subsurface zones generally contain normal and abnormal zones. Abnormal zones are also called overpressure. Determining overpressure is important in the field of drilling hazards such as determining the weight of drilling mud. Determining overpressure is done to anticipate loss or kick. Accurate and appropriate analysis in determining overpressure makes well drilling operations in the oil and gas industry more efficient, safe and effective. In this study, there are three wells located in field X with pore pressure values of well BGS-1 ranging from 338.6-3541 psi measured from 238 m SSTVD to a depth of 2489.91 m SSTVD. The value of the pore pressure of the BGS-2 well ranges from 403.8-3459 psi measured from 283.9 m to a depth of 1921 m SSTVD and the value of the pore pressure of the BGS-8 well ranges from 853-3455 psi measured from 600 m to a depth of 1783 m SSTVD. The overpressure mechanism in Field X occurs due to the loading mechanism or disequilibrium compaction. This is in accordance with the geological conditions of

Korespondensi:

E-mail: h.wikiutama@unja.ac.id (Hari Wiki Utama)

the Gumai formation which is in the transgression phase dominated by clay lithology causing an increase in pore pressure due to the inability of fluids to escape from the rock during compaction.

© LPMGB - 2025

PENDAHULUAN

Menurut Siahaan dkk. (2018) salah satu sumber daya minyak dan gas bumi terbesar di Indonesia adalah Cekungan Sumatra Selatan. Oleh karena itu sampai saat ini sudah banyak penelitian yang menjadikan cekungan ini untuk objek penelitian, khususnya dalam kaitannya dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi serta kebutuhan untuk meningkatkan produksi minyak dan gas bumi. Hal ini menyebabkan industri migas perlu meningkatkan produksinya.

Selain itu studi geologi sangat penting untuk eksplorasi dan pengembangan daerah penghasil hidrokarbon.

Menurut Utomo (2022). Pengeboran yang berhasil memiliki arti penting dalam dunia perminyakan. Prediksi tekanan pori menunjang aspek keamanan dan keekonomian kegiatan pengeboran. Tekanan pori adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan tekanan fluida pada pori-pori batuan di bawah permukaan. Ketika tekanan pori melebihi tekanan hidrostatik maka dapat menyebutnya sebagai overpressure. terbentuknya overpressure disebabkan oleh dua mekanisme yang berhubungan dengan pembebanan dan mekanisme yang tidak berhubungan dengan proses pembebanan (Anjani 2019).

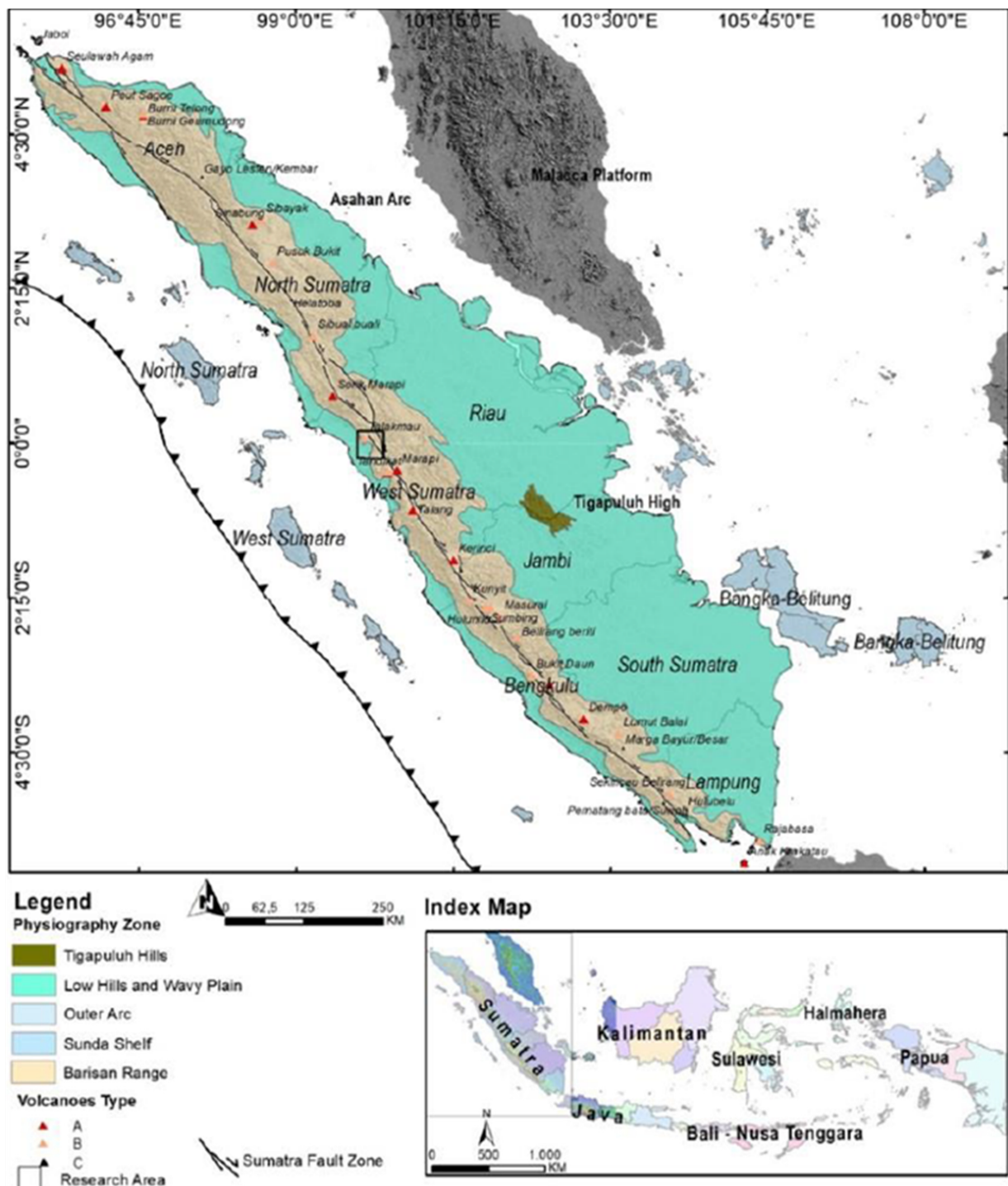
Menurut Muhazzib dkk. (2017) analisis tekanan pori sangat penting untuk eksplorasi dan pengembangan ladang minyak dan gas. Analisis yang akurat dapat menentukan berat jenis lumpur pengeboran yang sesuai, sehingga menjadikan operasi pengeboran sumur di industri minyak dan gas menjadi lebih efisien, aman, dan efektif. Salah satu dampak buruk dari kurang perencanaan program pengeboran bisa berakibat fatal yaitu semburan liar (blow out) karena lumpur mengalami overpressure (bertekanan tinggi) yang berupaya menerobos hingga kepermukaan (Krisnayanti 2014).

Menurut Agus (2021) masalah pengeboran seperti kick, caving, dan stuck pipe bisa dihindari dengan mengetahui karakteristik overpressure dengan baik, yang dimana tekanan fluida juga mempengaruhi kondisi tegasan di bawah

permukaan dan kondisi tegasan tersebut dapat mempengaruhi kestabilan sumur bor.

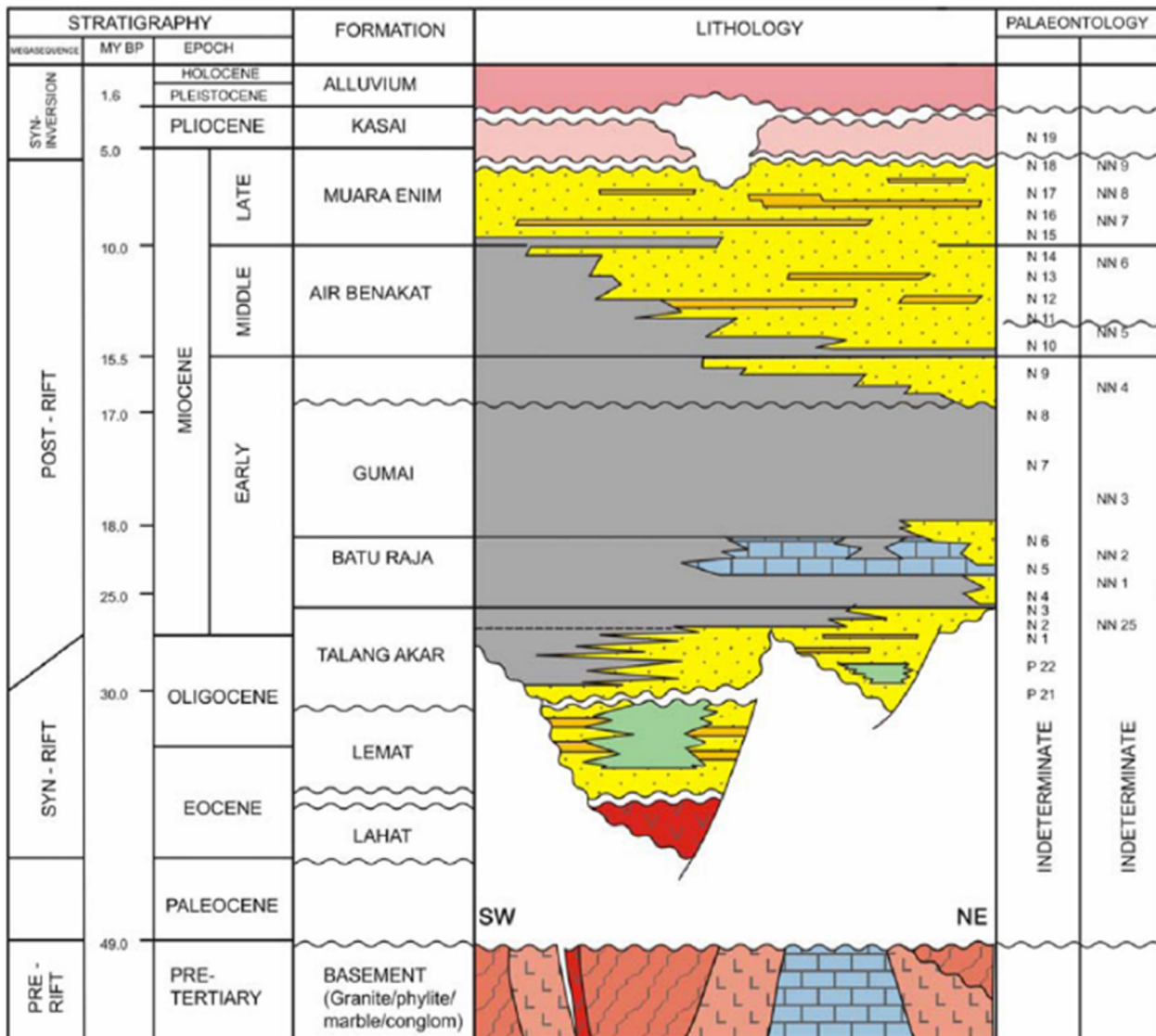
Berdasarkan klasifikasi Van Bemmelen (1949), Pulau Sumatra ini dibagi menjadi enam zona fisiografi yaitu Zona Pegunungan Barisan, Zona Sesar Sumatra, Zona Pegunungan Tigapuluh, Zona Dataran rendah dan dataran bergelombang, Zona Paparan Sunda, dan Zona Kepulauan Busur Luar.

Fase tektonik yang berkembang di Cekungan Sumatra Selatan menurut Pulunggono dkk. (1992) terjadi melalui tiga fase, 1. Tahap Kompresional (Jura Akhir – Kapur Awal). 2. Tahap Ekstensional (Kapur Akhir – Neogen Awal). 3. Tahap Kompresional (Miosen Tengah – Holosen)



Gambar 1. Fisiografi Pulau Sumatra (Utama dkk. 2021); (Said & Utama 2023); (Utama & Mulyasari 2024).

Geologi regional

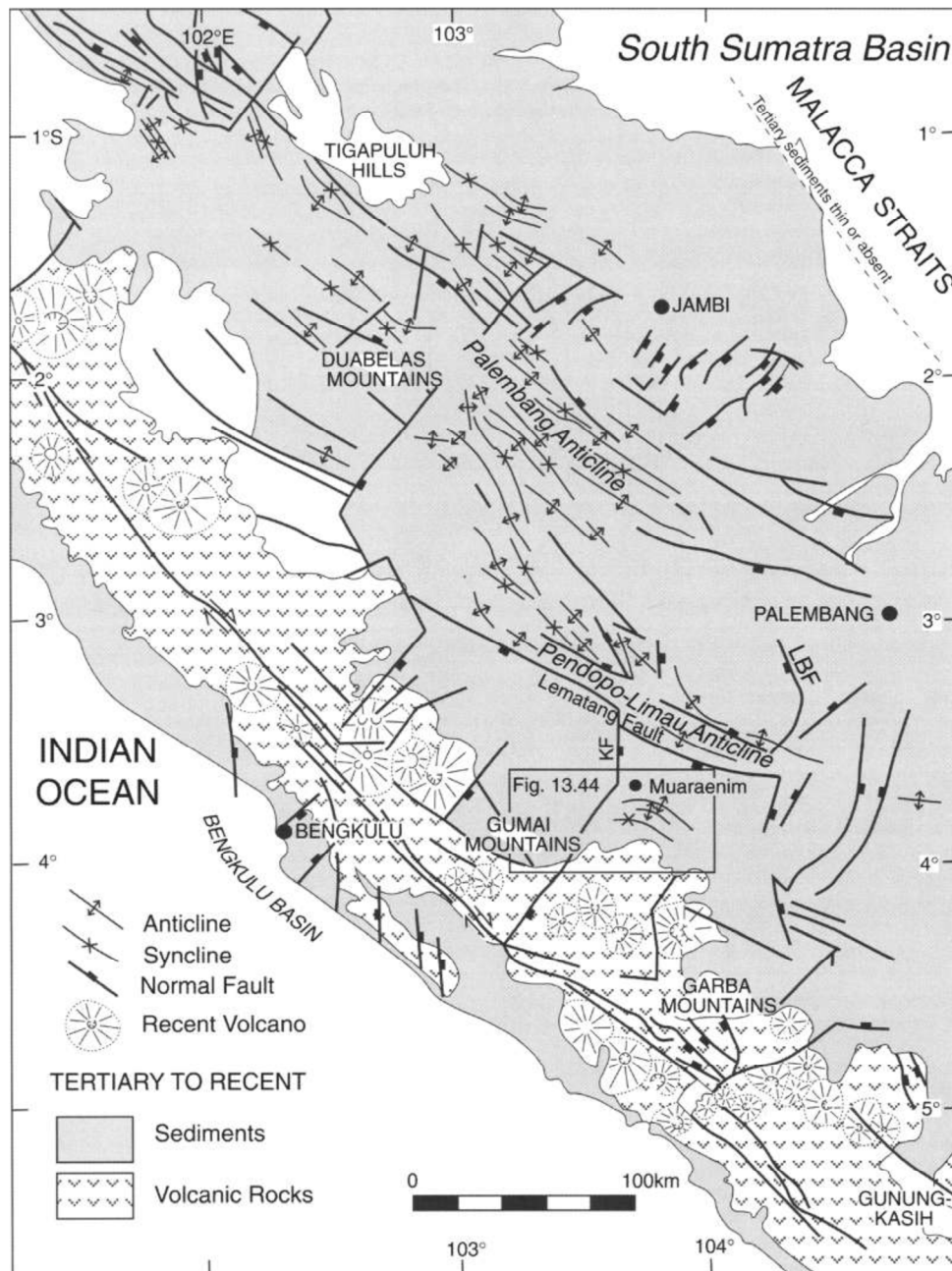


Gambar 2. Stratigrafi Cekungan Sumatra Selatan (Ginger & Fielding 2005).

Secara umum, sedimentasi di Cekungan Sumatra Selatan merupakan suatu daur lengkap yang terdiri dari seri transgresi dan regresi (De Coster 1974). Penjelasan dari fasa-fasa tersebut adalah sebagai berikut: 1). Fase Transgresi, ditandai dengan pengendapan Formasi Talang Akar, Formasi Baturaja dan Formasi Gumai secara tidak selaras di atas batuan dasar berumur sebelum paleogen. Formasi Lemat terendapkan sebelum fase transgresi. Selama pengendapan yang terjadi pada fasa transgresi, penurunan dasar cekungan lebih cepat daripada proses sedimentasi, sehingga terbentuk urutan fasies

non marine, transisi, laut dangkal, dan laut dalam (De Coster 1974); 2). Fase Regresi, ditandai dengan pada fasa ini pengendapan lebih cepat daripada penurunan dasar cekungan, sehingga terbentuk urutan yang berkebalikan dengan fasa transgresi, yaitu fasies laut dangkal, transisi, dan non marin (De Coster 1974).

Urutan stratigrafi Cekungan Sumatra Selatan dari tua ke muda adalah Batuan Dasar, Formasi Lahat, Formasi Talang Akar, Formasi Baturaja, Formasi Gumai, Formasi Air Benakat, Formasi Muara Enim, Formasi Kasai dan Endapan Kuartar



Gambar 3. Struktur geologi yang mengontrol cekungan Sumatra Selatan Barber dkk. (2005).

Untuk Sub-Cekungan Jambi ini memiliki orientasi timurlaut-baratdaya. Pembentukan struktur dengan orientasi timurlaut-baratdaya ini sering dikaitkan dengan pembentukan graben berumur Paleosen, yaitu ketaling graben (Ryacudu 2005).

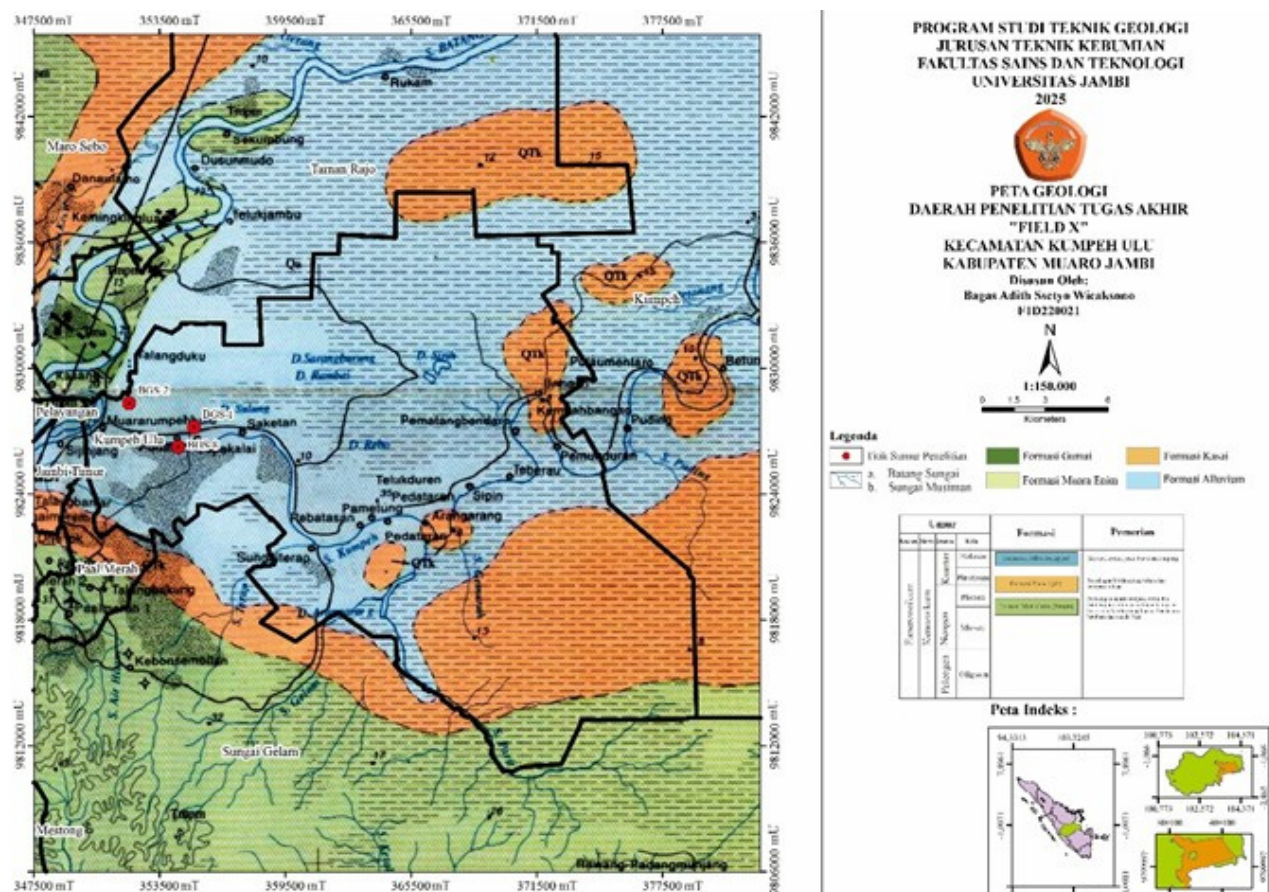
Tekanan bawah permukaan

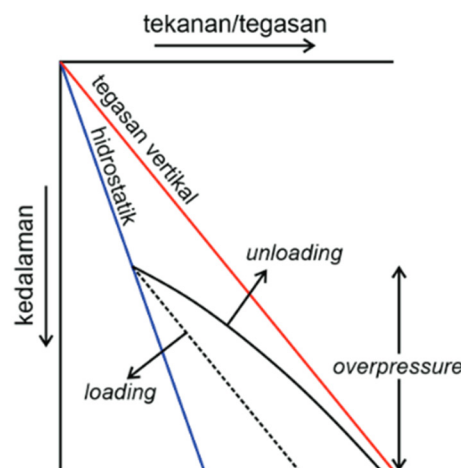
Tekanan hidrostatik (P_h) adalah tekanan yang disebabkan oleh berat suatu fluida dalam kolom. Tekanan hidrostatik dipengaruhi oleh nilai densitas dan kedalaman kolom fluida dan tidak dipengaruhi oleh ukuran dan bentuk penampang kolom fluida (Zoback 2007).

Tekanan overburden suatu tekanan yang ditimbulkan oleh pembebanan material sedimen di atasnya, termasuk fluida yang mengisi pori-pori batuan (Mouchet & Mitchell 1989).

Menurut Terzaghi & Peck (1967) tekanan pori adalah tekanan yang diberikan oleh fluida pada pori-pori suatu batuan. Garis tekanan pori akan mengikuti garis hidrostatik jika mengalami pemadatan secara normal. Tekanan efektif didefinisikan sebagai perbedaan antara tekanan *overburden* dan tekanan pori (Bruce dan Bowers, 2002).

Menurut Swarbrick & Osborne (1998) mekanisme pembebanan merupakan mekanisme yang mencegah terjadinya kompaksi sehingga tegangan efektif tetap stagnan meskipun salah satu tegangan utama terus meningkat (tekanan litostatik atau kompresi tektonik). Sedangkan mekanisme unloading dapat diidentifikasi melalui log sonik dengan adanya tren pembalikan nilai atau kenaikan tekanan yang signifikan (Anjani dkk. 2019).





Gambar 5. Skema tekanan pada zona overpressure akibat mekanisme loading dan unloading (A.M. Ramdhan 2021).

HASIL DAN DISKUSI

Analisis zona overpressure

Analisis shale baseline

Dalam analisis diawali dengan penentuan dari log gamma ray untuk menentukan nilai gamma ray maksimum, gamma ray minimum dan Shale baseline.

Sumur BGS-1 diperoleh di interval kedalaman 315 - 2489,9 m. Nilai Gamma Ray di sumur ini telah dilakukan analisis adalah sebesar 19-149 API. Zona Pada sumur BGS-1 terbagi menjadi 5 zonasi dengan ketebalan masing-masing zona yang beragam. Zonasi pada sumur BGS-1 ini berada pada formasi Air Benakat hingga formasi Talang Akar. Zona dengan kandungan lempung yang sedikit adalah zona 1, zona 2 dan zona 3. Zona 3 memiliki kandungan lempung 40%, zona 1 kandungan lempung 49% dan zona 2 memiliki kandungan lempung 54% yang terletak pada formasi Air Benakat.

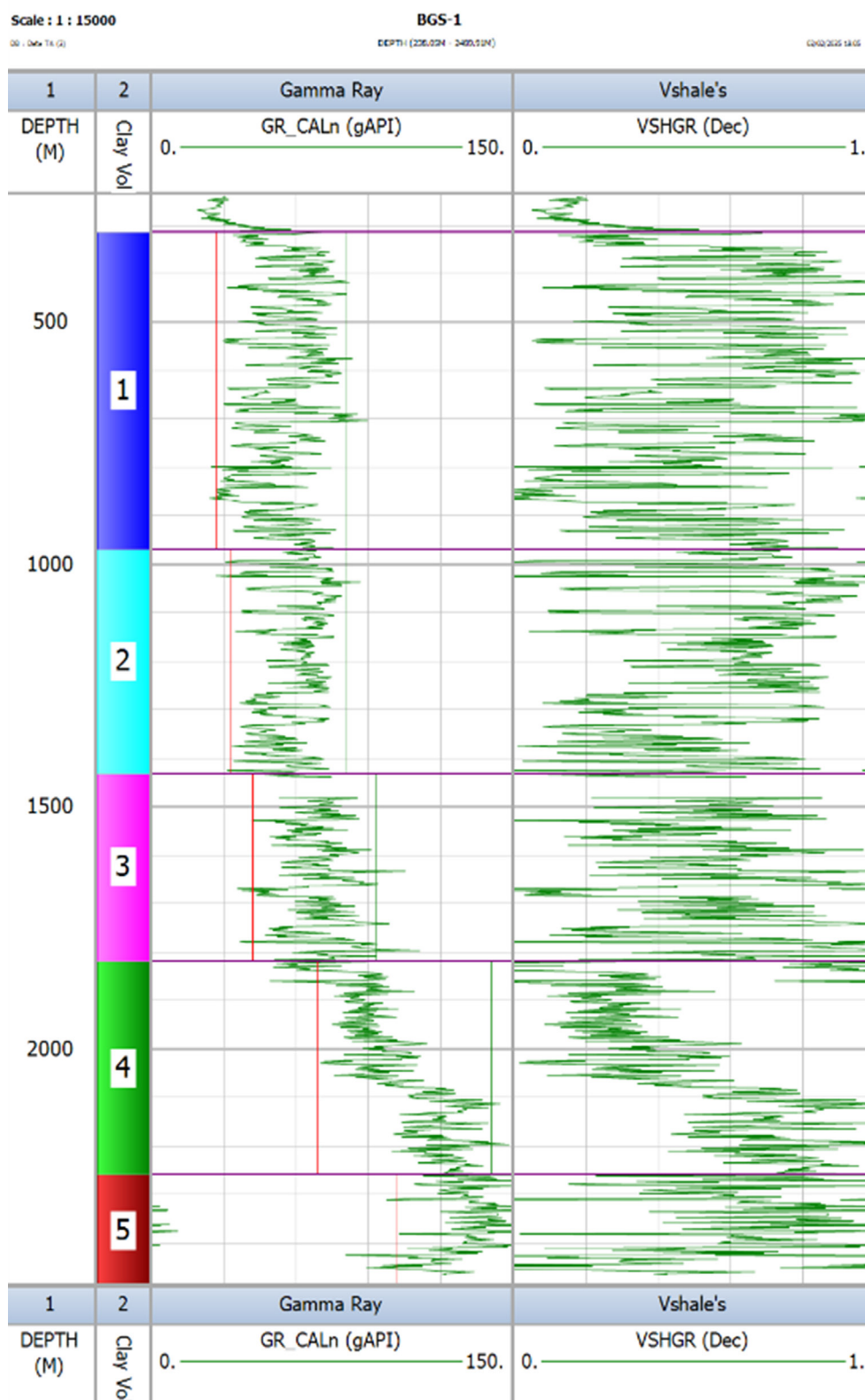
Sumur BGS-2 diperoleh di interval kedalaman 288,7 – 1903 m. Nilai Gamma Ray di sumur ini telah dilakukan analisis adalah sebesar 31.6- 106.8 API. Zona Pada sumur BGS-2 terbagi menjadi 3 zonasi dengan ketebalan masing- masing zona yang beragam. Zonasi pada sumur BGS-2 ini berada pada formasi Air Benakat. Zona 1 memiliki kandungan lempung 52%, zona 2 kandungan lempung 55% dan zona 3 memiliki kandungan lempung 54% yang terletak pada formasi Air Benakat.

Sumur BGS-8 diperoleh di interval kedalaman 600,1 - 1812 m. Nilai Gamma Ray di sumur ini telah dilakukan analisis adalah sebesar 31.6- 106.8 API. Zona Pada sumur BGS-8 terbagi menjadi 4 zonasi dengan ketebalan masing- masing zona yang beragam. Zonasi pada sumur BGS-8 ini berada pada formasi Air Benakat hingga Gumai. Zona 1 memiliki kandungan lempung 37%, zona 2 kandungan lempung 58%, zona 3 memiliki kandungan lempung 48% yang terletak pada formasi Air Benakat dan zona 4 memiliki kandungan lempung 47% yang terletak pada formasi Gumai.

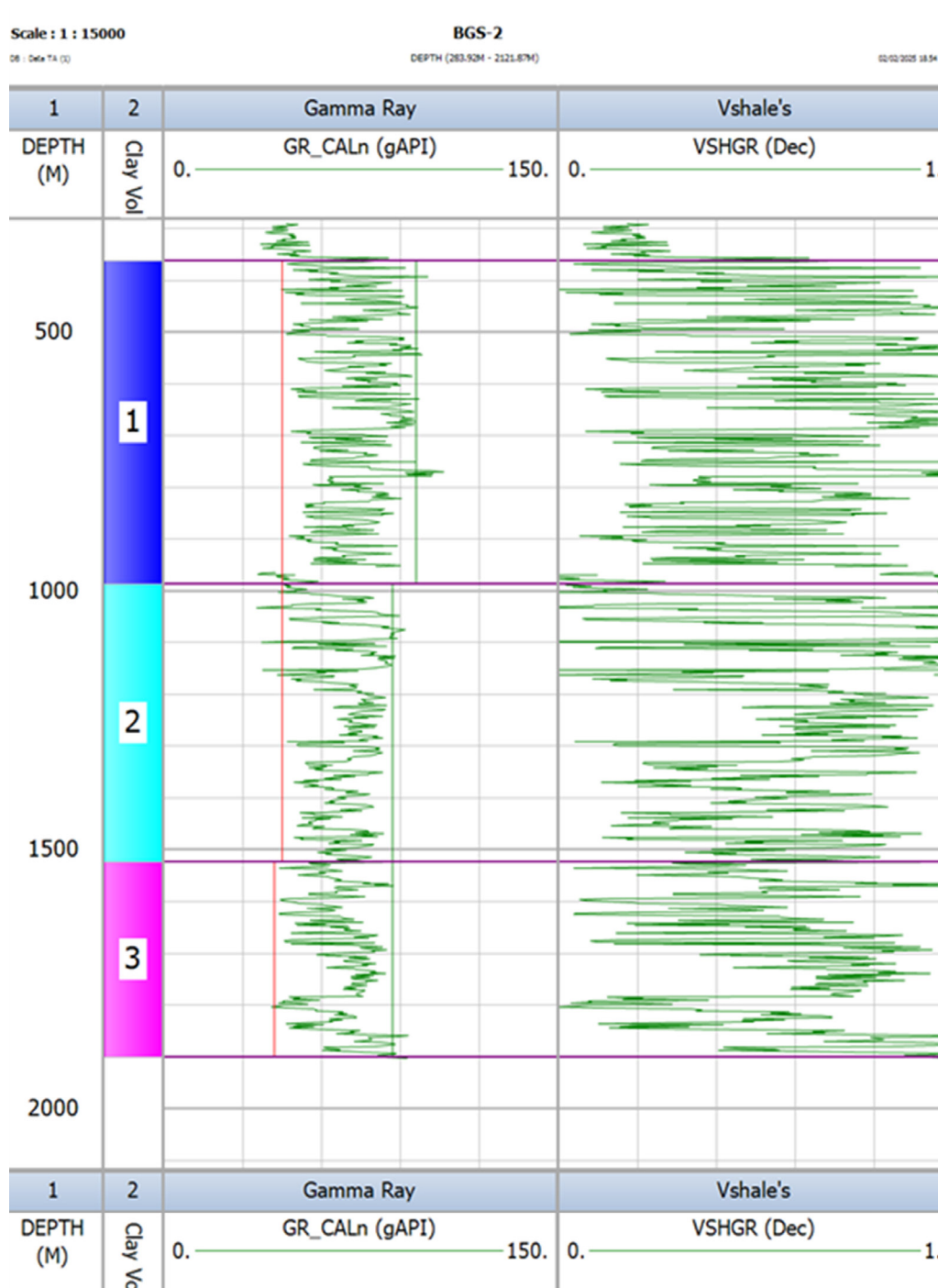
Analisis nilai tekanan overburden

Pada tahapan sebelumnya sudah melakukan perhitungan shale baseline pada analisis volume shale. Tekanan overburden suatu tekanan yang ditimbulkan oleh pembebanan material sedimen di atasnya, termasuk fluida yang mengisi pori-pori batuan dan akan meningkat seiring bertambahnya kedalaman. Tahapan selanjutnya adalah menghitung nilai tekanan overburden dimana yang diperoleh dari pengolahan data kedalaman dan log densitas dengan satuan nilai tetap gram per sentimeter kubik, dengan luaran nilai tekanan overburden dengan satuan psi dan overburden gradien dengan satuan gram per sentimeter kubik.

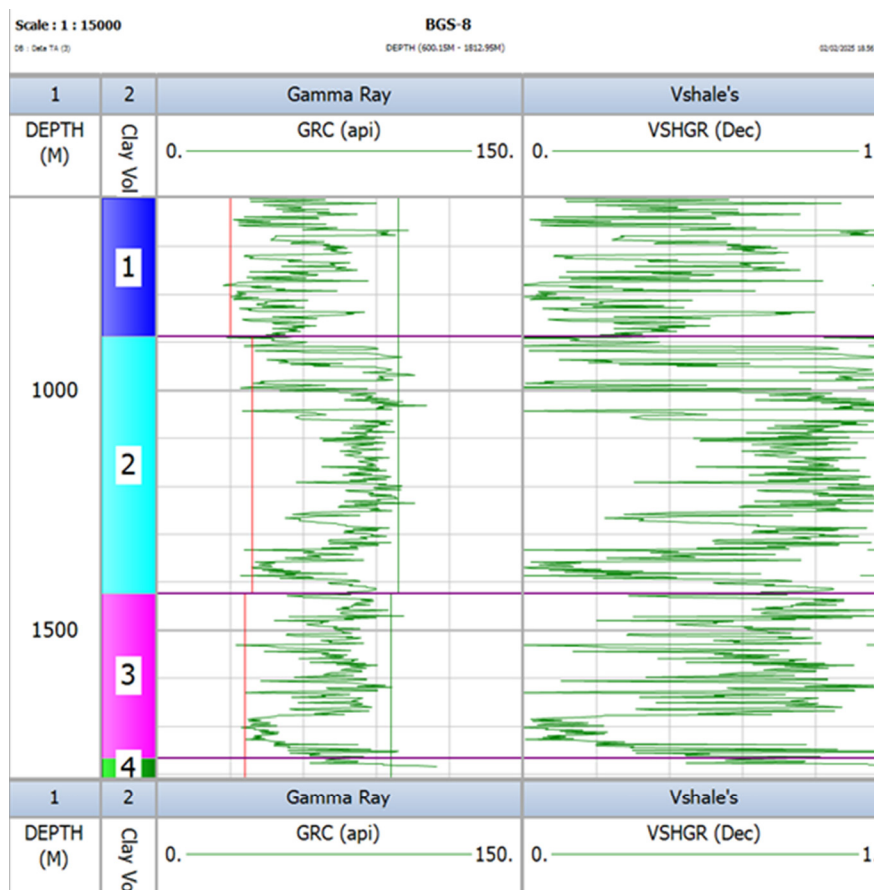
Hasil perhitungan overburden pressure pada sumur BGS-1 (Gambar 9) didapatkan dari log densitas hasil logging berada pada kedalaman 238 m sampai dengan 2489,91 m. Nilai dari tekanan overburden sumur BGS-1 berkisar dari 668-8106 psi.



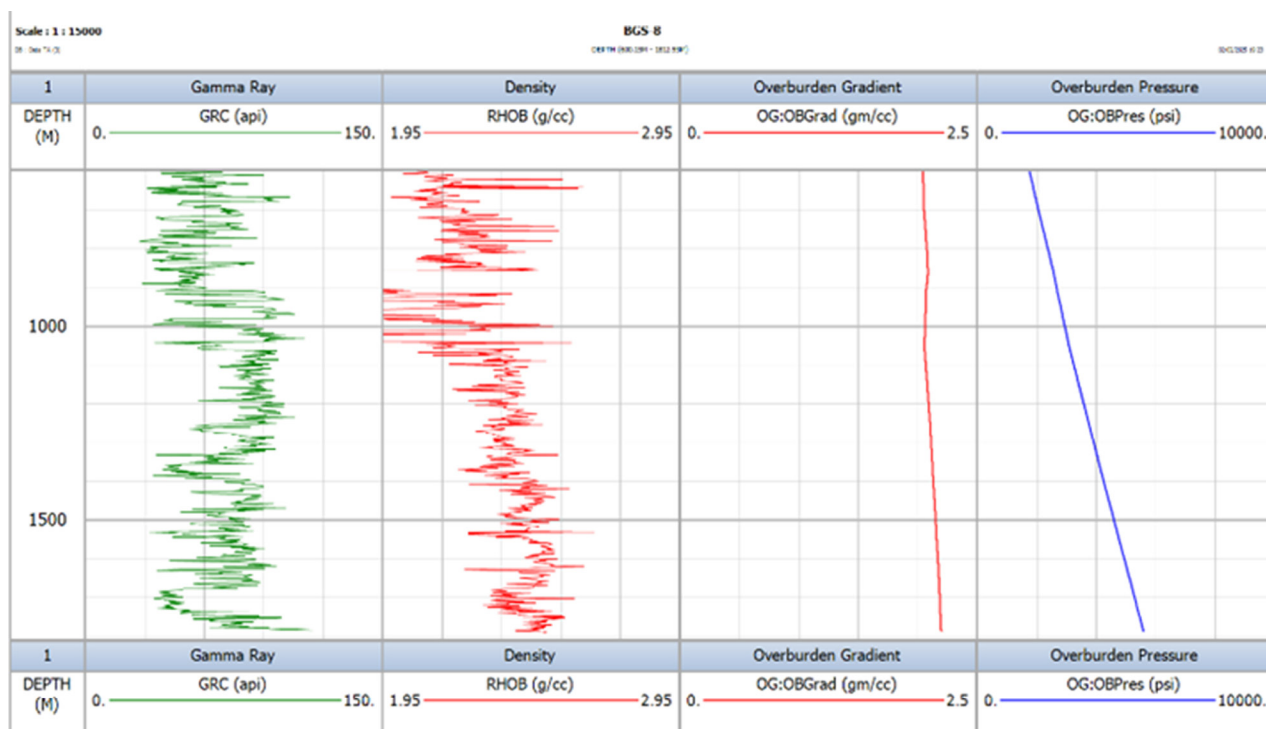
Gambar 6. Zonasi kurva log gamma ray BGS-1.



Gambar 7. Zonasi kurva *log gamma ray* BGS-2.



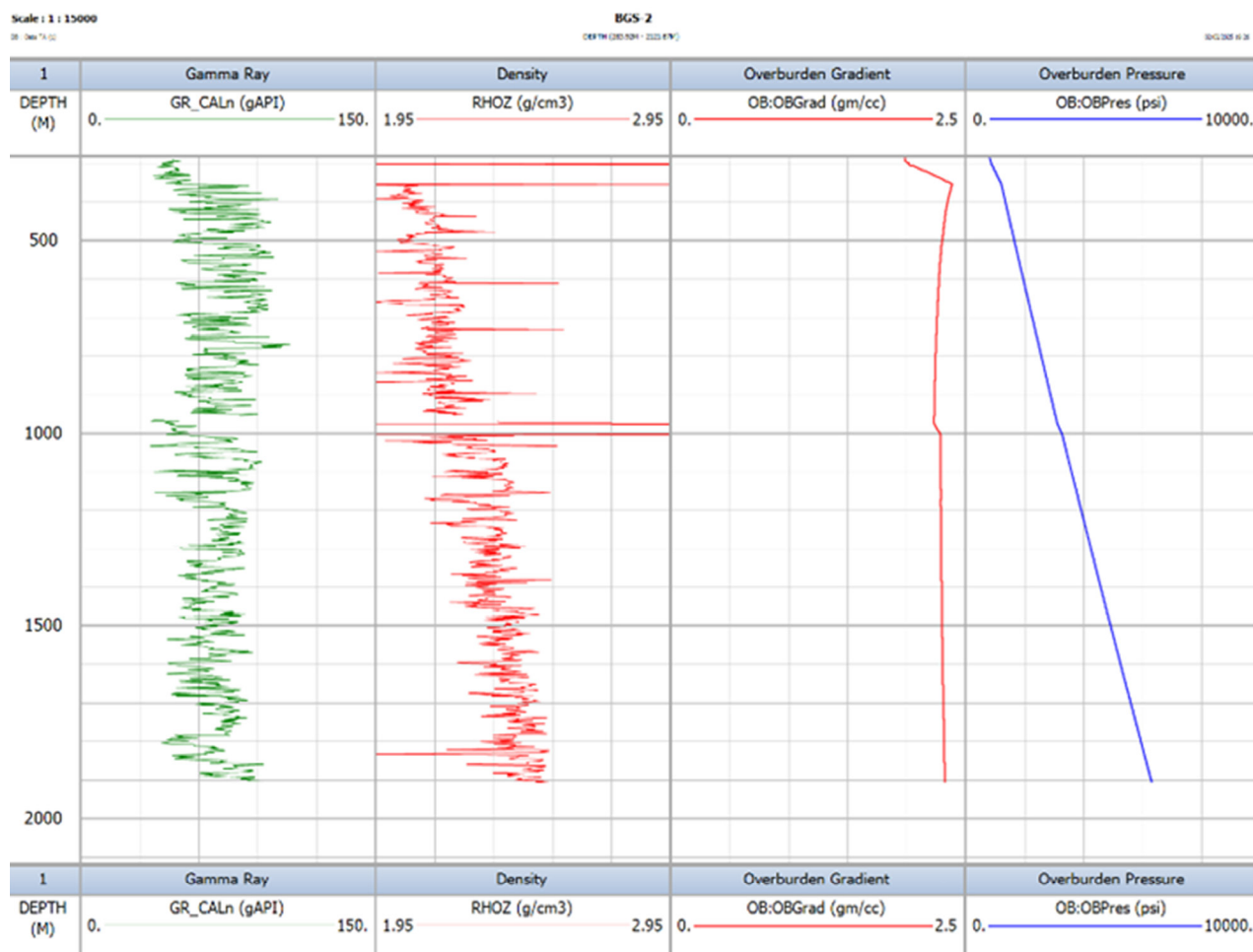
Gambar 8. Zonasi kurva log gamma ray BGS-8.



Gambar 9. Analisa tekanan *overburden* sumur BGS-1.

Hasil perhitungan *overburden pressure* pada sumur BGS-2 (Gambar 10) didapatkan dari *log* densitas hasil logging berada pada kedalaman 294,5m sampai dengan 1907,5 m. Nilai dari tekanan *overburden* sumur BGS-2 berkisar dari 827-6306 psi.

tekanan hidrostatiknya maka formasi tersebut berada pada kondisi *overpressure*. Perhitungan tekanan pori dilakukan 3 (tiga) buah sumur, yaitu BGS-1, BGS-2 dan BGS-8. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan software Interactive Petrophysic.



Gambar 10. Analisa tekanan *overburden* sumur BGS-2.

Hasil perhitungan *overburden pressure* pada sumur BGS-8 (Gambar 9) didapatkan dari *log* densitas hasil logging berada pada kedalaman 600.1m sampai dengan 1812.9 m. Nilai dari tekanan *overburden* sumur BGS-8 berkisar dari 1762-5593 psi.

Analisis nilai tekanan pori

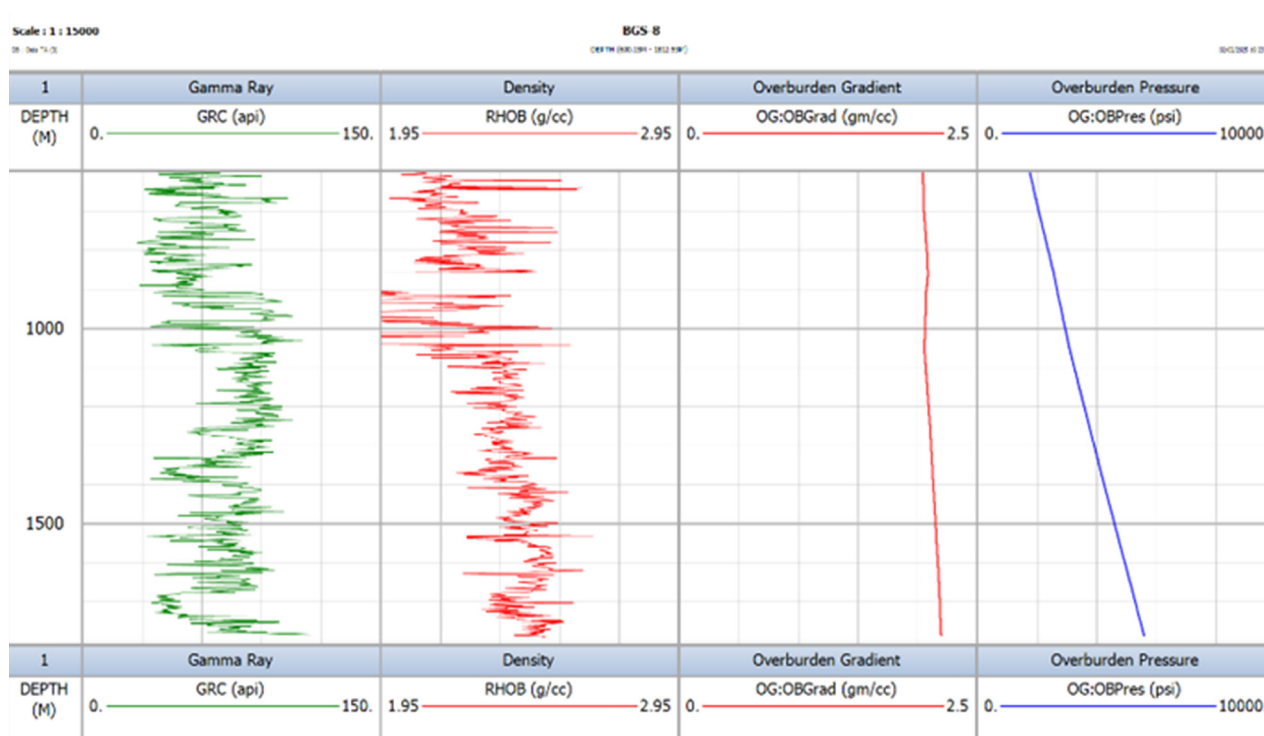
Untuk menghitung tekanan pori pada data *log* sonik dengan menggunakan metode Eaton harus terlebih dulu memiliki parameter yang dibutuhkan, yaitu data *log* sonik dan nilai tekanan *overburden*. Dalam penelitian ini *overpressure* yang didefinisikan memiliki nilai tekanan di atas tekanan hidrostatik. Sehingga jika tekanan pori formasi hasil melebihi

Untuk penelitian ini digunakan metode Eaton untuk perhitungan estimasi tekanan pori. Metode Eaton dipilih dalam perhitungan tekanan pori lapangan X karena Metode Eaton menggunakan data yang tersedia, seperti data densitas batuan, data kedalaman dan litologi, sehingga memungkinkan pengguna untuk melakukan perhitungan pore pressure tanpa memerlukan data tambahan.

Sumur BGS-1 merupakan sumur yang dilakukan perhitungan tekanan pori. Terdapat 6 (Enam) buah grafik antara lain tekanan *overburden* yang berwarna hitam, tekanan pori resistivity yang berwarna hijau, tekanan pori sonic yang berwarna merah tua, tekanan rekah resistivity berwarna hijau muda tekanan rekah

sonic berwarna merah muda dan tekanan lumpur pemboran berwarna biru. Tekanan hidrostatik, digunakan densitas air tawar dengan nilai 0,433 psi/ft. Tekanan tersebut dianggap sama diseluruh formasi dan dijadikan patokan untuk penentuan overpressure karena tekanan tersebut termasuk tekanan normal fluida dalam pori.

hidrostatiknya. Hal ini menandakan pada sumur BGS-1 terdapat gejala overpressure kedalaman 905 - 1088 m dengan tekanan pori sebesar 1287,4-1548,8 psi dan pada kedalaman 1955 m dengan kenaikan tekanan dari tekanan hidrostatik sebesar 2811,8 psi. Pada Sumur BGS-2. Tekanan hidrostatik, digunakan densitas air tawar dengan nilai 0,433 psi/



Gambar 11. Analisa tekanan *overburden* sumur BGS-8.

Tekanan overburden memiliki nilai yang meningkat. Semakin dalam kedalaman maka semakin tinggi nilai tekanan overburdennya. Hal tersebut terjadi karena semakin dalam batuan, maka massa medium yang berada diatas batuan semakin besar sehingga menghasilkan densitas yang cukup besar pula dan menyebabkan tekanan pada tubuh batuan yang cukup tinggi. Tekanan pori adalah perhitungan terakhir yang dilakukan untuk mengetahui berapa nilai tekanan fluida yang berada pada kolom batuan.

Penentuan tinggi atau rendahnya tekanan pori melalui sebuah batas yaitu tekanan normal, yang dianggap berupa tekanan hidrostatik dimana di tekanan hidrostatik belum terpengaruhi oleh overburden. Nilai dari tekanan pori sumur BGS-1 berkisar dari 338,6-3541psi terukur dari 238 sampai dengan kedalaman 2489,91 m. Pada sumur BGS-1 terlihat suatu defleksi tekanan pori dari tekanan

ft. Tekanan tersebut dianggap sama diseluruh formasi dan dijadikan patokan untuk penentuan overpressure karena tekanan tersebut termasuk tekanan normal fluida dalam pori. Tekanan overburden memiliki nilai yang meningkat. Semakin dalam kedalaman maka semakin tinggi nilai tekanan overburdennya.

Hal tersebut terjadi karena semakin dalam batuan, maka massa medium yang berada diatas batuan semakin besar sehingga menghasilkan densitas yang cukup besar pula dan menyebabkan tekanan pada tubuh batuan yang cukup tinggi. Tekanan pori adalah perhitungan terakhir yang dilakukan untuk mengetahui berapa nilai tekanan fluida yang berada pada kolom batuan.

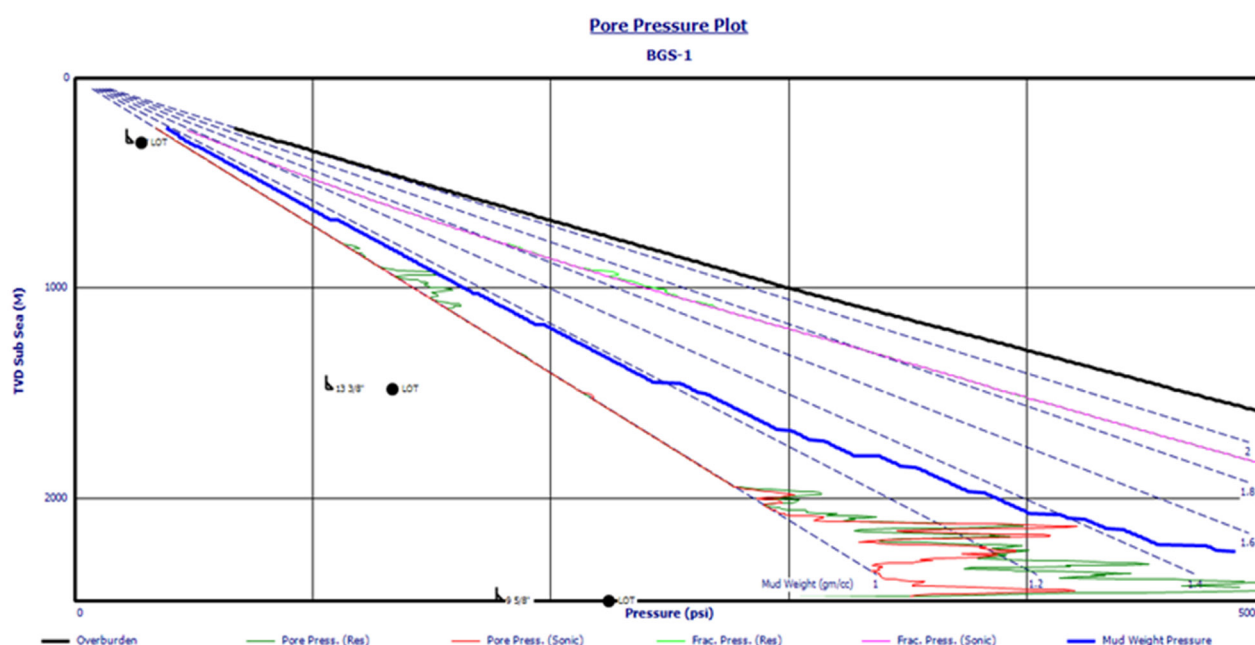
Penentuan tinggi atau rendahnya tekanan pori melalui sebuah batas yaitu tekanan normal, yang dianggap berupa tekanan hidrostatik dimana di tekanan hidrostatik belum terpengaruhi oleh overburden. Nilai dari tekanan pori sumur BGS-2

berkisar dari 403,8-3459 psi terukur dari 283,9 sampai dengan kedalaman 1921 m. Pada sumur BGS-2 terlihat suatu defleksi tekanan pori dari tekanan hidrostatiknya. Hal ini menandakan pada sumur BGS-2 terdapat gejala terjadi beberapa kali zona *overpressure* atau nilai tekanan pori melebihi tekanan hidrostatik pertama kedalaman 1033m dengan tekanan sebesar 1490 psi, kedua kedalaman 1140m dengan tekanan sebesar 1549 psi, ketiga kedalaman 1305m dengan tekanan sebesar 2003 psi, keempat kedalaman 1414m dengan tekanan sebesar 2256,7 psi, kelima kedalaman 1414 m dengan tekanan sebesar 2256,7 psi dengan tekanan pori sebesar 1287,4-1548,8 psi dan pada kedalaman 1871m dengan kenaikan tekanan dari tekanan hidrostatik sebesar 3539 psi.

Analisis biostratigrafi

Analisis Biostratigrafi merupakan menganalisa lingkungan pengendapan berdasarkan keterdapatan fosil perkedalaman. Dari 3 sumur yang dianalisis, terdapat 2 sumur yang memiliki data Biostratigrafi diantaranya Sumur 1 dan Sumur 2. Untuk pembahasan ini akan dikhususkan membahas data Biostratigrafi pada Sumur BGS-1.

Pada sumur BGS-1 interval 1004 – 1126 m terdapat fosil *Ammonia*, *Elphidium*, *Heterolepa*, *Nonion*, *Quinqueloculina* diindikasikan terendapkan pada lingkungan pengendapan inner sublittoral. Interval 1158 – 1320 m terdapat fosil *Ammonia* diindikasikan terendapkan pada lingkungan pengendapan inner sublittoral. Lalu interval 1364 – 1366 m terdapat



Gambar 12. Hasil analisis tekanan pori pada sumur BGS-1.

Sumur BGS-8 Penentuan tinggi atau rendahnya tekanan pori melalui sebuah batas yaitu tekanan normal, yang dianggap berupa tekanan hidrostatik dimana di tekanan hidrostatik belum terpengaruhi oleh *overburden*. Nilai dari tekanan pori sumur BGS-8 berkisar dari 853-3455 psi terukur dari 600 sampai dengan kedalaman 1783m. Pada sumur BGS-8 terlihat suatu defleksi tekanan pori dari tekanan hidrostatiknya. Hal ini menandakan pada sumur BGS-8 terdapat gejala *overpressure* pertama kedalaman 924 m dengan tekanan pori sebesar 1453 psi, kedua kedalaman 980m dengan tekanan pori sebesar 1557 psi, ketiga kedalaman 1530 m dengan tekanan pori sebesar 2434 psi, keempat kedalaman 1760 m dengan tekanan pori sebesar 3082 psi

fosil *Amphistegina*, *Lepidocyclina*, *Operculina*, *Ammonia*, *Heterolepa*, *Lagena*, *Elphidium*, *Nonion* diindikasikan terendapkan pada lingkungan pengendapan *middle sublittoral*. Interval 1396 – 1398 m terdapat fosil *Ammonia*, *Amphistegina*, *Nonion* diindikasikan terendapkan pada lingkungan pengendapan inner sublittoral. 1428 – 1526 m pada interval tersebut diketemukan fosil *Ammonia* diindikasikan pada lingkungan pengendapan transisi. 1630 – 1632 m pada interval tersebut diketemukan fosil *Ammonia*, *Heterolepa*, *Lagena* and *Lenticulina* diindikasikan pada lingkungan pengendapan *middle sublittoral*. 1650 – 1906 m pada interval tersebut diketemukan fosil *Ammonia* diindikasikan pada

lingkungan pengendapan transisi sampai ke laut dangkal. 1924 – 1926 m pada interval tersebut ditemukan fosil *Bolivina*, *Bulimina* diindikasikan pada lingkungan pengendapan middle sublittoral. 1986.0 – 2348 m pada interval tersebut ditemukan fosil *Anomalina*, *Amphycorina*, *Baggina*, *Cassidulina*, *Cibicidoides*, *Globobulimina paificica*, *Globocassidulina subglobosa*, *Gyroidina neosidani*, *Lagena*, *Lenticulina*, *Praeglobobulimina pupoides* and *Sphaeroidina bulloides*. Yang mencirikan pendalaman signifikan dari lingkungan pengendapan transisi menjadi laut dalam. Kondisi *outer sublittoral* hingga *upper bathyal* mungkin terjadi di interval 2260 - 2302 m dengan banyaknya keanekaragaman bentuk laut dalam *Chilostomella*, *Osangularia bengalensis*, *Pullenia bulloides*, *Siphonina* dan *Bathysiphon*, *Clavulinoides*, *Cyclammina*, *Dorothia*, *Gaudryina*, *Karrerella*. 2360 - 2472m pada interval tersebut ditemukan fosil *Haplophragmoides*, *Textularia* dan *Trochammina* diindikasikan pada lingkungan pengendapan *inner* hingga *middle sublittoral*.

Analisis sikuen pengendapan

Dilakukan analisis sikuen pengendapan untuk mengetahui rekaman sejarah geologi pada daerah penelitian untuk mengetahui proses terbentuknya tekanan berlebih pada daerah penelitian, maka dilakukan korelasi sikuen untuk mengetahui arah pengendapan dan sedimentasi. Dilakukan korelasi antar 3 Sumur. Hasil menunjukkan seluruh batas sikuen Stratigrafi yang terbentuk pada daerah penelitian, dimana semua batas sikuen pada semua sumur menerus tanpa adanya ditemukan batas diskontinuitas atau ketidakselarasan. Ketebalan parasequence yang terbentuk pada masing-masing sumur juga terlihat relatif sama dengan perbedaan ketebalan yang tidak begitu signifikan.

Fase Lowstand System Tract (LST) diinterpretasikan berdasarkan analisis elektrofasi yang menunjukkan kurva log gamma ray sama-sama membentuk pola cylindrical dan serrated yang disertai progradasi. Selanjutnya untuk *Fase Transgressive system tract (TST)* menunjukkan pola serrated dengan litologi batulempung dominan. Sementara pada *Fase highstand system tract (HST)* menunjukkan pola *funnel* dan *bell* dengan dominasi litologi batulempung yang disisipi oleh batupasir tipis. Penebalan sedimen terlihat mengarah kearah Barat Laut, sehingga dapat disimpulkan bahwa proses sedimentasi kearah Barat Laut pada daerah

penelitian.

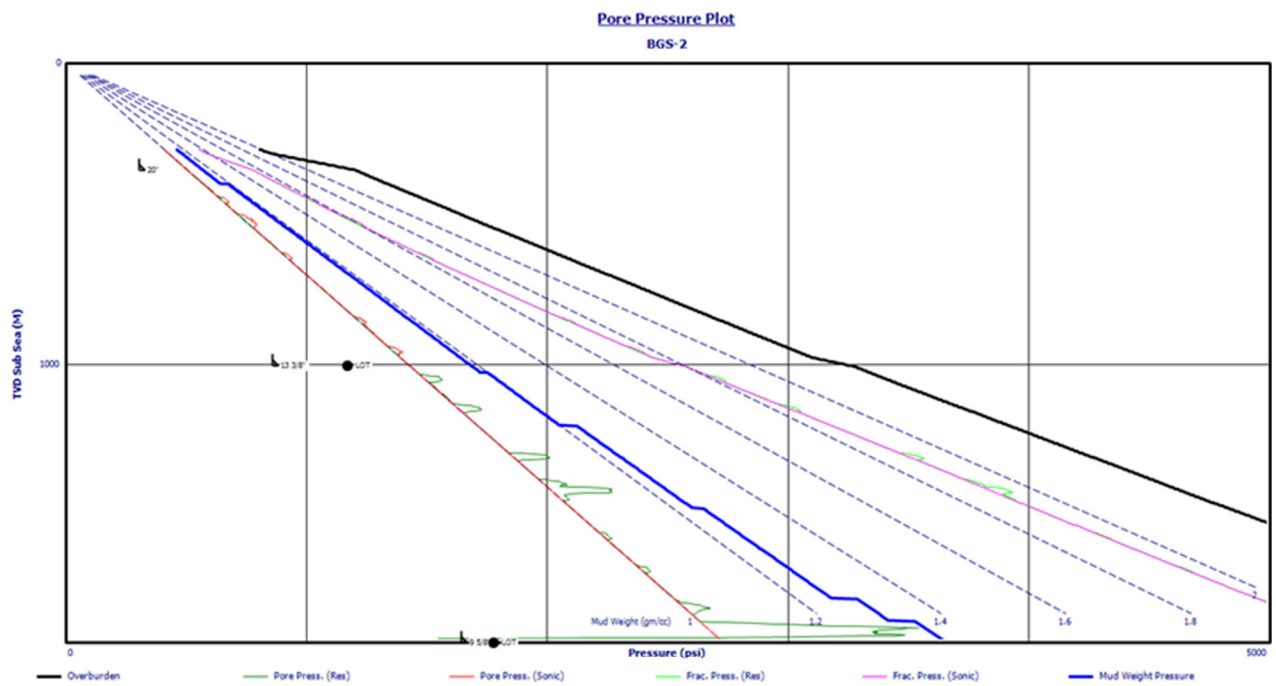
Analisis mekanisme overpressure

Terbentuknya *overpressure* disebabkan oleh dua mekanisme yang berhubungan dengan pembebanan (*loading*) dan mekanisme yang tidak berhubungan dengan proses pembebanan (*unloading*). *Overpressure* yang disebabkan oleh proses *unloading* memberikan nilai yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan *overpressure* yang disebabkan oleh proses *loading*.

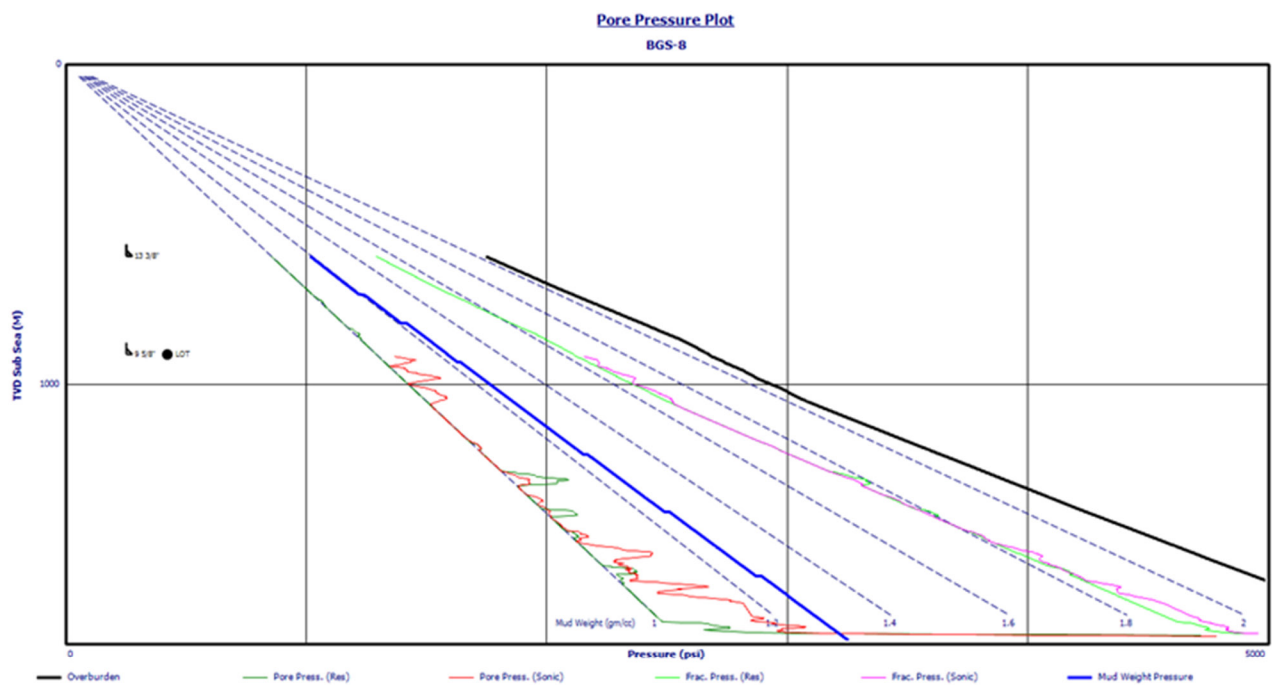
Pada Lapangan X, *overpressure* terjadi mulai dari formasi Gumai di kedalaman 2100 m SSTVD. Secara geologi, formasi Gumai terbentuk saat *fase* transgresi atau kenaikan muka air laut maksimum. Diatasnya secara selaras diendapkan formasi Air Benakat yang terdiri dari shale dan batu pasir. Kemudian diendapkan formasi Muara Enim dan Kasai.

Menurut Bowers (2002), mekanisme pembebanan akan memberikan profil tekanan pori yang sejajar dengan tekanan overburden, sedangkan mekanisme non pembebanan memberikan profil tekanan pori yang akan bertambah mendekati profil tekanan overburden. Pada sumur BGS-1 dari interval 2100 – 2400 m SSTVD tren kenaikan tekanan pori relatif konstan dengan overburden dan mengikuti pola mekanisme pembebanan. Gambar 17 menunjukkan penjelasan tersebut.

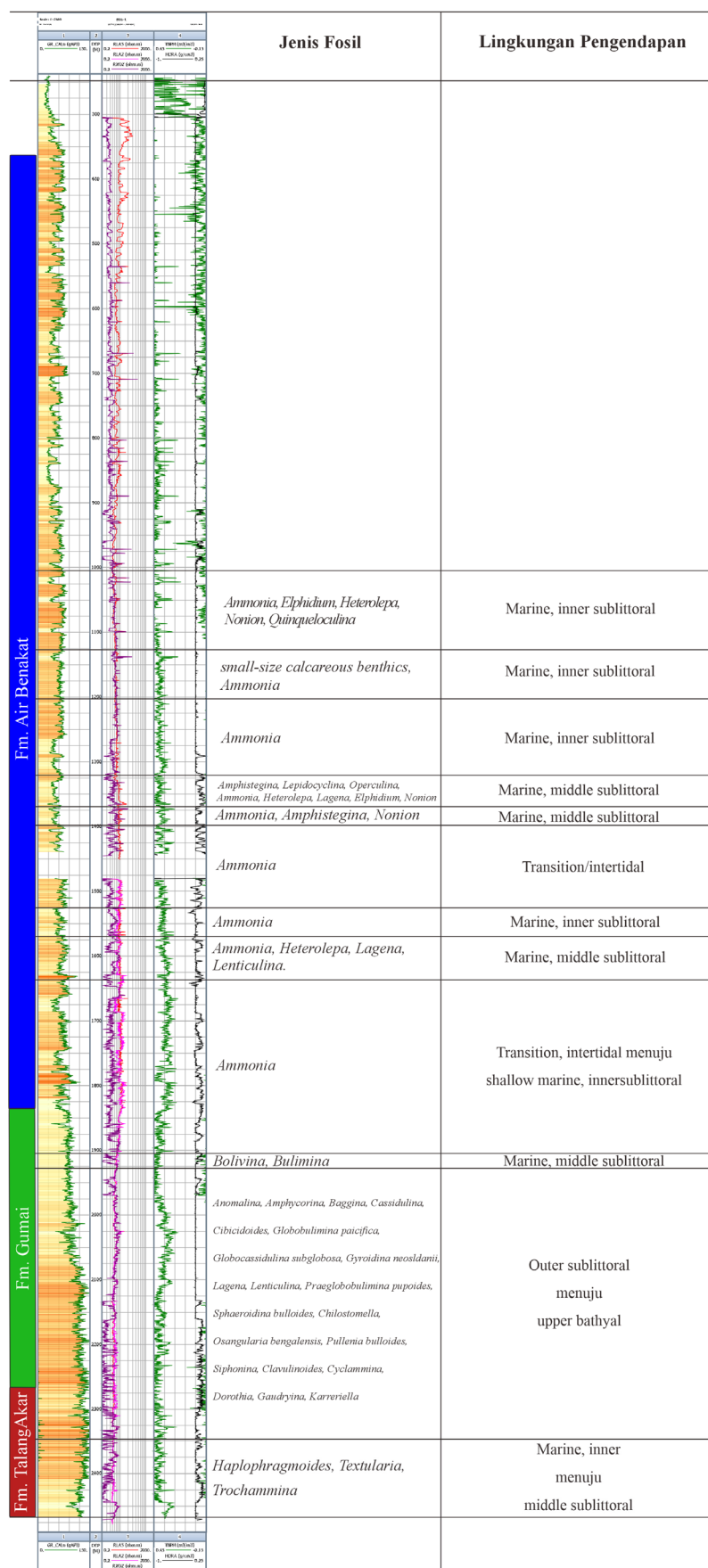
Apabila dilihat dari data biostratigrafi dan sikuen stratigrafi, untuk di kedalaman 2100 m tersebut masuk kedalam Formasi Gumai dengan petrografi yang terdekat di interval 2058,9 m litologi batulanau diyakini pengendapan laut dalam berdasarkan ditemukannya fosil foraminifera planktonic yang tersebar pada interval kedalaman tersebut. Secara sikuen stratigrafi untuk di kedalaman 2100 m terbentuk *Transgressive system tract* atau kenaikan muka air laut secara maksimal yang membuat litologi lempung mendominasi di kedalaman tersebut.



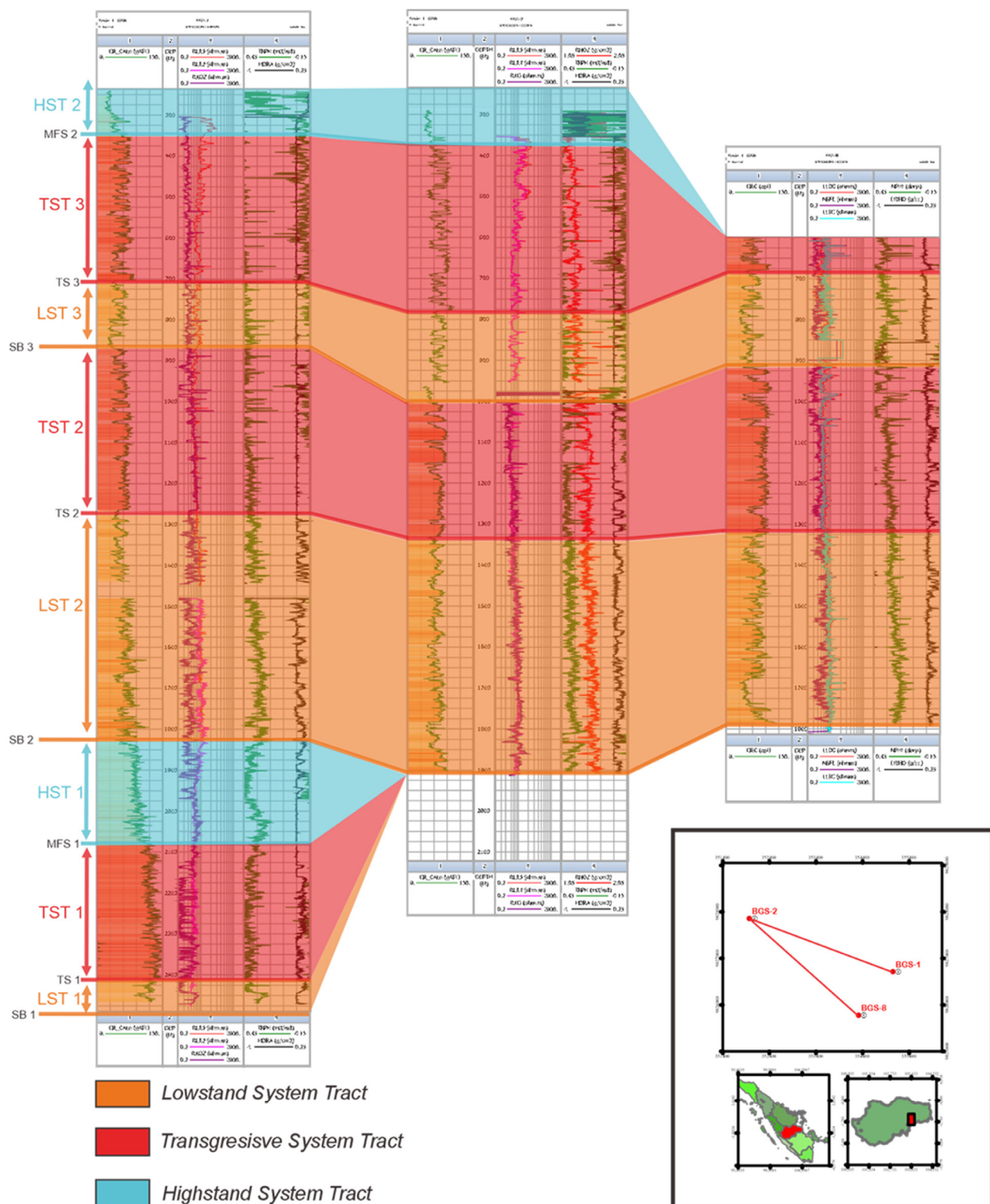
Gambar 13. Hasil analisis tekanan pori pada sumur BGS-2



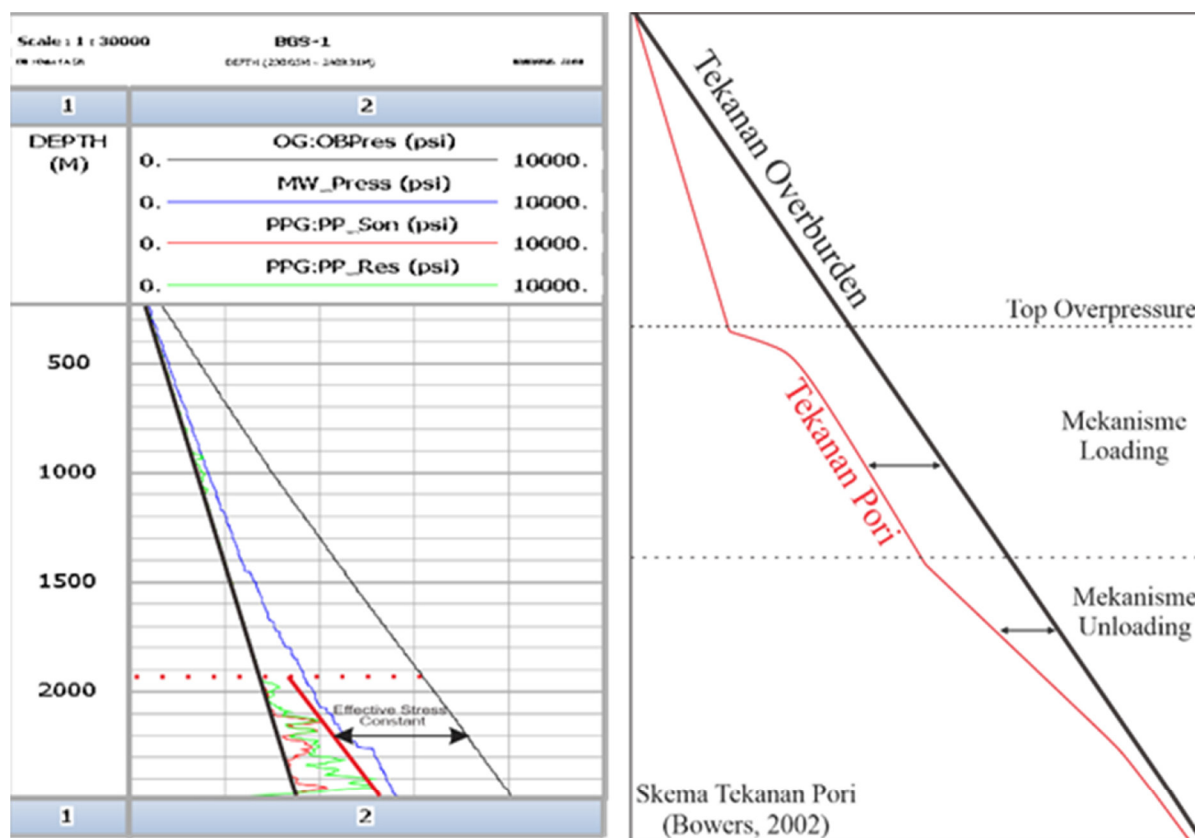
Gambar 14. Hasil analisis tekanan pori pada sumur BGS-8



Gambar 15. Analisis biostratigrafi Sumur BGS-1



Gambar 16. Korelasi system track dalam penentuan sikuen stratigrafi



Gambar 17. Zona tekanan pada sumur BGS-1

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil tekanan pori pada sumur BGS-1 kedalaman 905 - 1088 m SSTVD dengan tekanan pori sebesar 1287,4-1548,8 psi dan pada kedalaman 1955 m SSTVD dengan kenaikan tekanan dari tekanan hidrostatik sebesar 2811,8 psi. Pada sumur BGS-2 terjadi beberapa kali zona overpressure atau nilai tekanan pori melebihi tekanan hidrostatik pertama kedalaman 1033 m SSTVD dengan tekanan sebesar 1490 psi, kedua kedalaman 1140 m SSTVD dengan tekanan sebesar 1549 psi, ketiga kedalaman 1305 m SSTVD dengan tekanan sebesar 2003 psi, keempat kedalaman 1414 m SSTVD dengan tekanan sebesar 2256,7 psi, kelima pada kedalaman 1871 m SSTVD dengan kenaikan tekanan dari tekanan hidrostatik sebesar 3539 psi. Pada sumur BGS-8 pertama kedalaman 924 m SSTVD dengan tekanan pori sebesar 1453 psi, kedua kedalaman 980 m SSTVD dengan tekanan pori sebesar 1557 psi, ketiga kedalaman 1530 m SSTVD dengan tekanan pori sebesar 2434 psi, keempat kedalaman 1760 m SSTVD dengan tekanan pori sebesar 3082 psi.

Untuk mekanisme pembentukan overpressure pada daerah penelitian terjadi karena mekanisme loading atau disequilibrium compaction. Hal ini sesuai dengan kondisi geologi pada formasi Gumai yang berada pada fase transgresi yang didominasi oleh litologi lempung, terjadi pembebanan disebabkan oleh beban overburden formasi Air Benakat, Muara Enim dan Kasai yang membuat meningkatnya tekanan pori akibat ketidakmampuan fluida keluar dari batuan selama proses kompaksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Allah SWT, sehingga penulis menyelesaikan artikel penelitian ini. Terima kasih kepada dosen pembimbing Bapak Ir. Hari Wiki Utama, S.T., M.Eng. dan Bapak Bagus Adhitya, S.T., M.T yang telah berkontribusi banyak di dalam membantu penulisan artikel ini. Terimakasih juga penulis sampaikan kepada pihak-pihak yang juga terlibat dalam proses penyelesaian penelitian yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

DAFTAR ISTILAH

Simbol	Definisi	Satuan
Psi	Tekanan yang dihasilkan saat gaya sebesar 1 pound diterapkan satuan luas 1 inci persegi	
MW	Mud Weight	PPG
Ppg	Menghubungkan jumlah titik gravitasi yang disumbangkan oleh satu pon dalam satu galon air.	
LST	<i>Lowstand System Tract</i>	
TST	<i>Transgressive System</i>	
HST	<i>Highstand System Tract</i>	
GR	<i>Gamma Ray</i>	API
API	<i>Petroleum Institute</i>	
DT	<i>Sonic Log</i>	us/ft
Rhob	<i>Bulk density</i>	g/cm ³

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, M.R., 2021, Tekanan Luap di Bagian Darat dan Cekungan Jawa Timur Utara dan Implikasinya terhadap Kondisi Tegasan pada Masa Kini. Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi, Vol. 55 No. 2, Agustus 2021: 115 – 127.
- Anjani, A.R., Undang, M., Febriwan, M., Muhammad, K & Yusi, F., 2019, *Overpressure Pada Sumur R-1 Di Lapangan “Ray”, Sub-Cekungan Tarakan, Kalimantan Utara. Padjadjaran Geoscience Journal*. Vol.3 No. 2, April 2019: 122 – 132.
- Barber, A.J., Crow, M.J., & Milson, J.S., 2005, *Sumatra: Geology Resouces and Tectonis Evaluation, Geological Society Memoir. No 31. London: The Geological Survey.*
- Bowers, G. L., 1995, *Pore pressure estimation from velocity data: accounting for overpressure mechanisms besides undercompaction. Proceedings of SPE drilling & Completion. Houston: Society of Petroleum Engineers.*
- Bruce, B., Bowers, G.L., 2002, *Pore Pressure Terminology, The Leading Edge*, p. 170 – 173.
- De Coster, G.L., 1974, *The Geology of the Central and South Sumatra Basins. Proccedings Indonesian Petroleum Association 3rd Annual Convention*. Jakarta: IPA. Hal 77-110.
- Ginger, D., & Fielding, K., 2005, *The Petroleum Systems and Future Potential of The South Sumatra Basin. Proceeding Indonesian Petroleum Association (IPA), The 30th Annual Convention & Exhibition: Jakarta. Indonesia. Hal 42-45.*
- Krisnayanti, B.D. & D.S. Agustawijaya, 2014, *Characteristics of Lusi mud volcano and its impacts on the Porong River. Journal Of Degraded And Mining Lands Management. Vol 1 (4) 207-210.*
- Mouchet, J. & Mitchell, A., 1989, *Abnormal Pressure While Drilling. Boussens: ElfAquitane.*
- Muhazizib, F., Bahri, Ayi, S.B & Amien. W., 2017, *Prediksi Tekanan Pori Menggunakan Metode Kompresibilitas di Reservoir Karbonat, Studi Kasus: Lapangan MZ. Jurnal Teknik ITS, 6(2), B209–B214.*
- Pulunggono Dkk., 1992, *Pre-Tertiary and Tertiary Fault System as a Framework of the South Sumatra Basin : A Study of Sar-Maps. Indonesia : Proceedings of 21th Indonesian Petroleum Association (IPA) Annual Convention, halaman 339-360.*
- Ramdhan,A.M.,& Goulty,N.R.,2011,*Overpressure and mudrock compaction in the Lower Kutai Basin, Indonesia: A radical reappraisal. AAPG bulletin. 95(10), 1725-1744.*
- Ryacudu, R., 2005, *Studi Endapan Syn-rift Paleogen di Cekungan Sumatra Selatan. Bandung: ITB.*
- Siahaan, M., F. Helmi., Y. Firmansyah & N. Natasia. 2018. *Fasies Dan Lingkungan Pengendapan Lapangan “MS”, Formasi Talang Akar, Cekungan Sumatra Selatan, Berdasarkan Data Log Sumur, Biostratigrafi Dan Salinitas Air Formasi. Padjadjaran Geoscience Journal. Vol. 02, No. 02, April 2018: 145-154.*

- Swarbick, R.E. & Osborne, M.J., 1998, *Mechanisms that generate abnormal pressures: an overview* In: Law, B.E., Ulmishek, G.F & Slavin, V.I. (eds) *Abnormal Pressures in Hydrocarbon Environments*. AAPG, Tulsa, Memoir 70, 13-34.
- Terzaghi, K., & Peck, R.B., 1967, *Soil Mechanics in Engineering Practice 2nd Edition*. John Wiley & Sons, New York, 729 p.
- Utama, H.W., Said, Y.M., Ritonga, D.M.M., & Kurniantoro, E., 2021, *Geodynamics Relationship of Sabak Backarc Volcanic and Geragai Geothermal Features, Tanjabtim, Jambi, Indonesia*. *Advances in Engineering Research*, Vol 205, 13.
- Utomo, W., R.D. Paparezzi., M.T. Almutaqdir., 2022, Prediksi Tekanan Pori Pada Lapangan Wiriagar Cekungan Bintuni. *Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi*, Vol. 56 No. 3, Desember 2022: 159 - 171. <https://doi.org/10.29017/LPMGB.56.3.1204>.
- Van Bemmelen, R.W., 1949, *The Geology of Indonesia Vol. 1A*. Netherlands: Government Printing Office, The Hauge. 766 hal.
- Zoback, M.D., 2007, *Reservoir Geomechanics*. New York: Cambridge University Press.