

OVERPRESSURE PADA SUMUR R-1 DI LAPANGAN "RAY", SUB-CEKUNGAN TARAKAN, KALIMANTAN UTARA

Achmad Raka Anjani^{1*}, Undang Mardiana¹, Febriwan Mohammad¹, Muhammad Kurniawan¹, Yusi Firmansyah¹

¹ Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran, Sumedang

*Korespondensi : achmadraka31@gmail.com

SARI

Overpressure pada sub-cekungan Tarakan sering menjadi masalah pada tahapan pengeboran baik pada sumur eksplorasi maupun pengembangan. Karena hal itu beberapa dari sumur pemboran harus dipaksa diberhentikan sebelum mencapai kedalaman target. Maka dari itu pengetahuan tentang *overpressure* pada daerah penelitian mempunyai peran signifikan dalam perencanaan pemboran selanjutnya. Kedalaman *overpressure* diidentifikasi melalui data log sumur dimana pada penelitian ini yang digunakan adalah log sonik dan resistivitas dan juga dari data tekanan berupa *mudweight*. Mekanisme penyebabnya diidentifikasi dari *crossplot* Katahara (2006) antara log densitas terhadap sonik. Berdasarkan dari analisis didapatkan *overpressure* yang ada pada sumur R-1 terobservasi mulai dari kedalaman ± 2700 m dilihat dari adanya tren pembalikan pada log sumur dan kenaikan *mudweight* yang signifikan. Mekanisme penyebab *overpressure* diobservasi mengalami perubahan pada kedalaman ± 3300 m dari *loading* menjadi *unloading* ditandai oleh adanya kenaikan nilai sonik yang menyebabkan tren data keluar dari tren normal. Dalam hal ini dibutuhkan penelitian lebih lanjut terhadap penyebab dari perubahan mekanisme tersebut.

Kata kunci : Sub-cekungan Tarakan, *overpressure*, *unloading*, *loading*

ABSTRACT

Overpressure in Tarakan sub-basin often causing a problem at exploration or development drilling stage. Hence, some wells had to be terminated by the operator before reaching the main target. Therefore, study about overpressure in study area have a significant role to planning the next drilling. The depth of overpressure is identified through well log data which in this study is used sonic and resistivity log also from pressure data in the form of mudweight. The overpressure mechanisms were identified from the Katahara crossplot (2006) between the density to sonic logs. Based on the analysis, the overpressure present at R-1 well starts from depth ± 2700 m, as seen from the reversal trend on well log and significant mudweight increase. The overpressure mechanism are observed to change at a depth of ± 3300 m from loading to unloading characterized by an increase in sonic value that causes the trend of data out of the normal trend. In this case further research is needed on the causes of these mechanism changes.

Keyword : Tarakan sub-basin, *overpressure*, *unloading*, *loading*

PENDAHULUAN

Sub-cekungan Tarakan adalah cekungan *passive deltaic margin* yang terletak secara administratif di

Kalimantan Utara. Sub-cekungan ini dibatasi oleh sesar mendatar Semporna pada bagian Utara, sesar mendatar Maratua pada bagian Selatan, Laut

Sulawesi pada bagian Timur dan Tinggian Sekatak pada bagian Barat (Gambar 1).

Aktivitas eksplorasi pada cekungan ini sedang intensif. Dari 45 pemboran sumur eksplorasi dilakukan, sepuluh penemuan telah ditemukan (Hidayat, 2007). Aktivitas pemboran telah membuktikan keberadaan hidrokarbon pada perangkat struktur, stratigrafi ataupun kombinasi keduanya, yang berasosiasi dengan struktur seperti *growth faults*, *toe-thrust*, dan *inverted anticline*. Keberadaan *overpressure* pada cekungan ini sering menjadi masalah, dimana biasanya ditemui pada pemboran ketika menembus sedimen Miosen Tengah – Awal. Karena hal itu beberapa dari sumur pemboran harus dipaksa diberhentikan sebelum mencapai kedalaman target.

Maka dari pengetahuan tentang *overpressure* pada daerah penelitian nantinya akan memudahkan dalam perencanaan pemboran untuk sumur-sumur selanjutnya baik eksplorasi maupun pengembangan.

KERANGKA GEOLOGI

Perkembangan struktural cekungan ini (Gambar 2) dimulai pada Kala Eosen Awal dimana *rifting* terjadi membentuk blok patahan horst dan graben, sejalan dengan itu terjadi pengendapan endapan sedimen darat dan sedimen vulkanik Formasi Sembakung. Cekungan pada Kala ini mengalami transgresi. Pada Kala Eosen Tengah dikarenakan erosi pengangkatan di bagian Barat cekungan Siklus-1

(Formasi Sujau, Mangkabua, dan Seilor) pun mulai terendapkan. Pengangkatan pun terjadi lagi di Kala Oligosen Awal yang menjadi pertanda untuk mulai terendapkannya Siklus-2 (Formasi Naintupo, Taballar, Tempilan, dan Mesala).

Fase transgresif berubah menjadi regresif ketika pengangkatan dan *rifting* telah mencapai puncaknya pada Kala Miosen Awal dan membentuk sesar-sesar normal berarah Barat Daya – Timur Laut. Pengangkatan pun berkembang ke bagian Timur cekungan. Peristiwa tersebut pertanda dimulainya Siklus-3 (Formasi Meliat, Tabul, Sentul). Siklus ini terendapkan dengan fase regresif berupa endapan delta yang sedimentasinya cepat dan banyak. Sedimentasi tersebut mengaktifkan kembali sesar-sesar yang sebelumnya sudah terbentuk. Pensesaran tersebut berlanjut hingga Kala Pliosen dimana Siklus-4 (Formasi Tarakan) terendapkan.

Kala Plio-Plistosen Akhir aktivitas tektonik yang bekerja pada cekungan ini berubah menjadi kompresional dikarenakan sesar strike-slip di bagian Utara dan Selatan cekungan (Lentini dan Darman, 1996). tektonik kompresional ini dibeberapa tempat mereaktivasi sesar-sesar normal yang ada menjadi sesar naik. Setelah itu, pengendapan terakhir yaitu Siklus-5 (Formasi Bunyu) dimulai.

Cekungan ini dibagi menjadi dua daerah berdasarkan sifat pergerakan tektoniknya (Hidayati et. Al. 2007), yaitu daerah darat, dengan karakteristik

relatif stabil, pergerakan tektonik *thick-skinned*, diperkirakan terletak pada kerak benua, didominasi oleh tren sesar dan lipatan akibat pergerakan sesar *strike-slip* dan Daerah lepas pantai, bagian *depocenter* cekungan dengan karakteristik pergerakan tektonik *thin-skinned*, diperkirakan terletak pada transisi dari kerak benua dan samudera, didominasi oleh *growth faults* dan *toe thrusts*.

TINJAUAN PUSTAKA

Tekanan pori adalah suatu besaran skalar yang dihasilkan dari potensial hidrolik suatu fluida pada pori batuan suatu kedalaman. Besar dari tekanan pori dalam kondisi normal di bawah permukaan merupakan tekanan hidrostatik normal yang meningkat berbanding lurus dengan bertambahnya kedalaman dengan laju 0,433 psi/ft untuk fluida berupa air dengan densitas 1 gr/cm³, dimana nilai dinyatakan dengan persamaan :

$$P_h = \rho_w g z$$

Keterangan :

- P_h = Tekanan hidrostatik (psi),
- ρ_w = Densitas air (gr/cm³)
- z = Kolom fluida (m),
- g = Percepatan gravitasi (m/s²).

Tekanan pori di kedalaman dapat melebihi kondisi hidrostatik pada kondisi pori yang tertekan. Kondisi tersebut disebut dengan *overpressure*. Bowers (2002) membagi mekanisme penyebab terbentuknya *overpressure* menjadi dua, yaitu mekanisme

pembebanan (*loading*) dan mekanisme ekspansi fluida (*unloading*).

Mekanisme *loading* adalah mekanisme *overpressure* yang disebabkan oleh batuan yang gagal kompak dan meninggalkan fluida terperangkap pada pori-pori batuan. Ada beberapa kondisi umum yang menyebabkan hal ini, seperti batuan dengan permeabilitas rendah, batupasir yang terisolasi dengan batupasir lainnya, dan daerah yang mengalami sedimentasi yang cepat.

Mekanisme *unloading* adalah mekanisme *overpressure* yang disebabkan oleh ekspansi fluida pada batuan dengan tingkat permeabilitas rendah. Ada beberapa proses yang menyebabkan ekspansi pada fluida, yaitu : reaksi dehidrasi, tekanan *aquathermal* dan kematangan hidrokarbon.

Overpressure pada kedalaman dapat diidentifikasi melalui data log seperti log sonik, log resistivitas dan log densitas pada interval *shale* (Bowers, 2002) dan juga data tekanan seperti *repeat formation test* (RFT), *modular dynamic tester* (MDT), *formation interval tester* (FIT), *drill stem test* (DST), dan *mudweight* (MW).

Ramadhan (2011) pada penelitiannya mengidentifikasi respon dimulainya kedalaman *overpressure* dari kedua mekanisme *overpressure* pada data log dan data tekanan tersebut. Mekanisme *loading* ditunjukkan dengan adanya nilai konstan pada semua data log dan juga data tekanan di kedalaman

overpressure, sedangkan mekanisme *unloading* dapat diidentifikasi melalui log sonik dengan adanya tren pembalikan nilai atau kenaikan tekanan yang signifikan (Gambar 3).

Dutta (2002) memperkenalkan tren kompaksi eodiagenesis dan telodiagenesis sebagai batas atas dan bawah dari plot data sonik terhadap densitas untuk mendeteksi mekanisme *unloading*. Katahara (2006) mengadopsi konsep tersebut dan menyebut batas atas dan bawah tersebut menjadi garis kompaksi normal dari smektit dan ilit (Gambar 4) dengan persamaan :

Eodiagenesis (Kompaksi Normal Ilit)

$$y = -0,0052x + 2,918$$

Telodiagenesis (Kompaksi Normal Smektit)

$$y = -0,005x + 3,044$$

METODE

Karakteristik *overpressure* yang dijadikan objektif pada penelitian ini adalah kedalaman dimulainya *overpressure* beserta dengan mekanisme penyebabnya pada sumur R-1. Identifikasi kedalaman dimulainya *overpressure* dilakukan dengan data log sumur meliputi profil log sonik dan log resistivitas pada interval *shale* dan data tekanan berupa *mudweight* (MW). Mekanisme *overpressure* diidentifikasi melalui *crossplot* antara profil log densitas dan log sonik pada interval *shale*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sumur R-1 merupakan sumur eksplorasi yang dibor mencapai kedalaman akhir 3559 mMD, dimana sumur ini sudah menembus Formasi Bunyu, Formasi Tarakan, Formasi Santul dan Formasi Tabul. Berdasarkan litologi pada kolom stratigrafi yang sudah disimplifikasi, didapatkan adanya perubahan muka air laut yang menyebabkan perubahan lingkungan pengendapan dari laut menjadi transisi. Hal tersebut ditandai oleh hilangnya batugamping pada kedalaman ± 2400 m dan munculnya batubara pada kedalaman pada kedalaman ± 2500 m (Gambar 5). Dari perubahan litologi tersebut dapat diinterpretasi bahwa adanya penurunan muka air laut atau fase regresi pada daerah penelitian pada kala Miosen Akhir.

Analisis *overpressure* pada penelitian ini dilakukan pada interval kedalaman *shale*, dimana penseleksian interval kedalaman *shale* dilakukan dengan menghitung volume lempung (V_{cl}). Nilai *cutoff* yang dipakai pada penelitian ini adalah 0.5 yang artinya kedalaman yang mempunyai nilai V_{cl} yang lebih dari 0.5 dikategorikan menjadi *shale*. Dari sini didapatkan profil log densitas, log resistivitas dan log sonik pada *shale*.

Profil nilai log sonik dan log resistivitas yang sudah didapatkan dibandingkan dengan nilai log dari *shale* yang mengalami kompaksi normal. Nilai kompaksi normal tersebut biasanya disebut *normal compaction trend* (NCT). Dari perbandingan

tersebut kedalaman dimulainya *overpressure* dapat diobservasi dengan jelas pada kedalaman ± 2700 m. Dimana pada kedalaman itu log sonik dan log resistivitas sama-sama menunjukkan adanya tren pembalikan ditambah dengan kenaikan yang signifikan pada profil MW (Gambar 6).

Jika dikaitkan dengan stratigrafi dan sejarah geologinya, kemunculan *overpressure* terletak pada Formasi Tabul dimana formasi tersebut terendapkan masih pada lingkungan laut sesuai. Karena setelah itu terjadi pengangkatan secara regional sehingga menyebabkan sedimentasi yang cepat dan banyak. Sedimentasi tersebut menyebabkan intensitas sedimentasi lebih cepat dibandingkan kecepatan meloloskan fluida dalam *shale*. Oleh karena *shale* memiliki permeabilitas rendah sehingga membuat fluida terperangkap pada *shale* dan menyebabkan *overpressure* pada *shale* tersebut dikarenakan gagal kompaksi.

Berdasarkan hal diatas, Mekanisme penyebab *overpressure* pada kedalaman tersebut saat ini dapat diasumsikan terjadi karena mekanisme *loading*. *Crossplot* log densitas terhadap log sonik ternyata mendeteksi juga adanya mekanisme *unloading* pada kedalaman ± 3300 m, ditandai oleh adanya kenaikan nilai sonik yang menyebabkan tren data keluar dari tren normal (Gambar 7). Yang artinya ada perubahan mekanisme *overpressure* yang terjadi pada sumur R-1.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari analisis diatas, kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah :

- *Overpressure* yang ada pada sumur R-1 dimulai dari kedalaman ± 2700 m dilihat dari adanya tren pembalikan pada log sumur dan kenaikan *mudweight* yang signifikan.
- Mekanisme penyebab *overpressure* pada sumur R-1 mengalami perubahan pada kedalaman ± 3300 m dari *loading* menjadi *unloading* yang dimana dibutuhkan penelitian lebih lanjut terhadap penyebab perubahan mekanisme tersebut.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Laboratorium Geofisika, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran atas bimbingannya dalam menganalisis data penelitian ini. Terimakasih kepada PT. Pertamina EP atas kesempatannya untuk melakukan analisis dan memperbolehkan dipublikasikannya data penelitian ini.

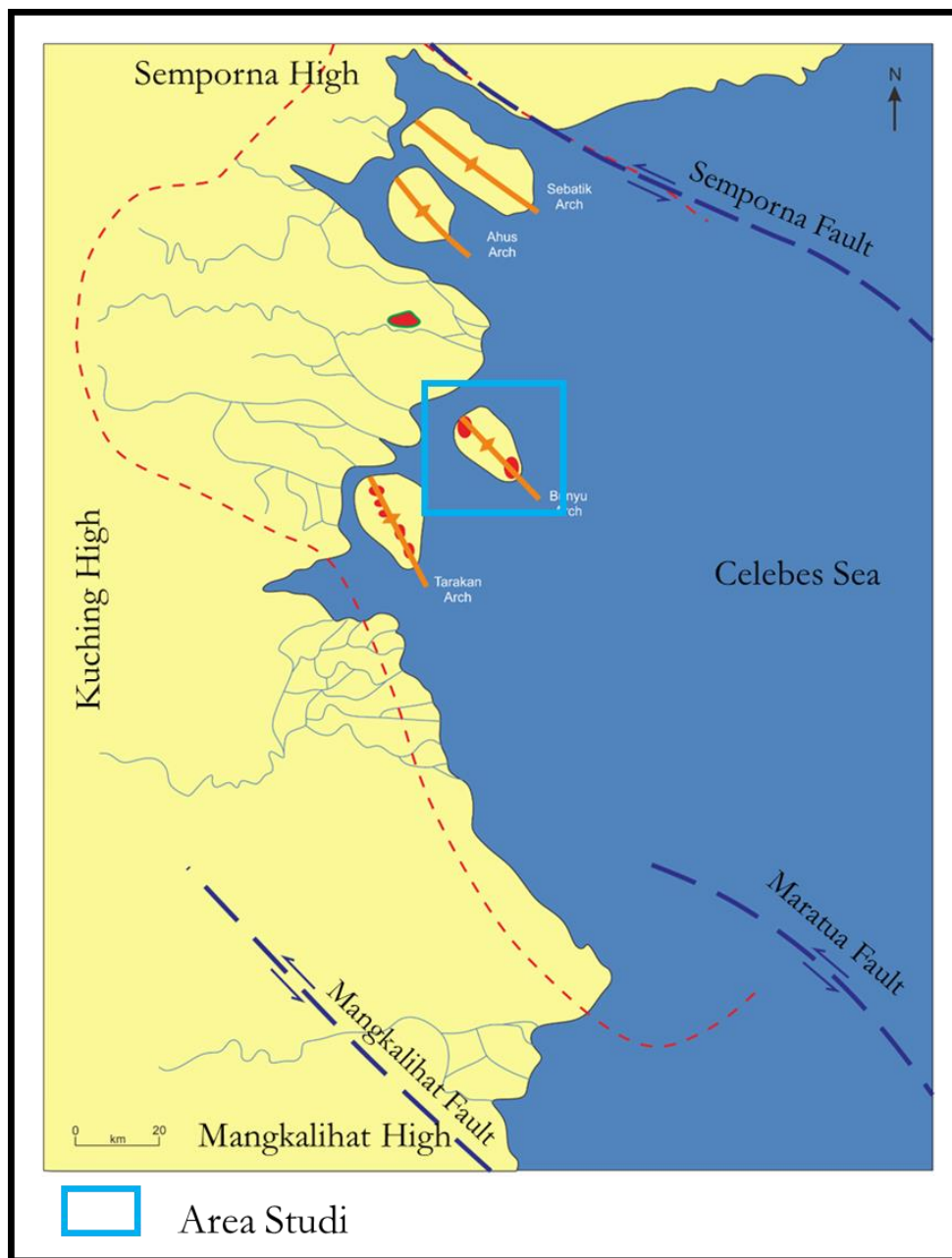
DAFTAR PUSTAKA

- Bowers, G. L. (2002). *Detecting high Overpressure*. The Leading Edge, 21(2), 174-177.
- Hidayati, S., Guritno, E., Argenton, A., Ziza, W., & Del Campana, I. (2007). *Re-Visited Structural Framework of the Tarakan Sub-Basin, Northeast Kalimantan-Indonesia*.

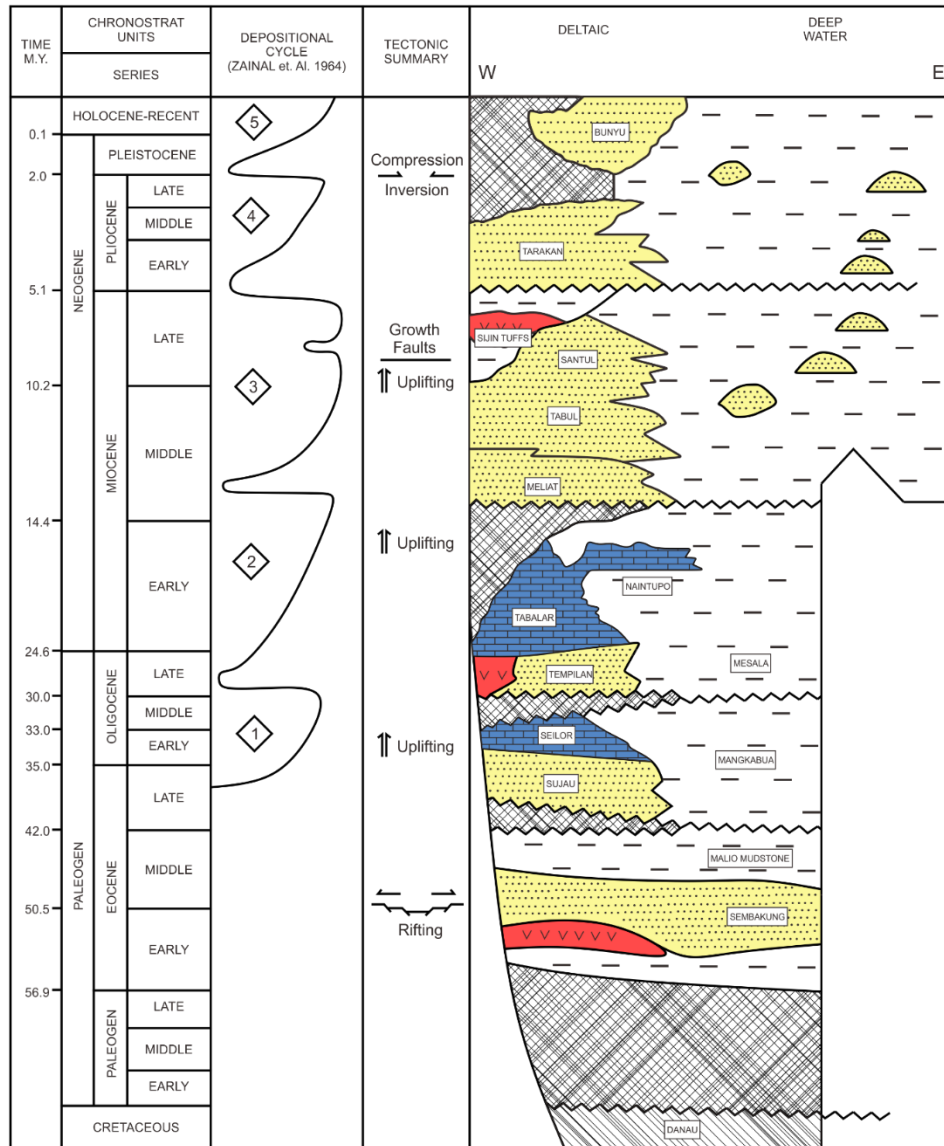
Katahara, K. (2006). *Overpressure and shale properties: Stress unloading or smectite-illite transformation?*. In *SEG Technical Program Expanded Abstracts 2006* (pp. 1520-1524). Society of Exploration Geophysicists.

Lentini, M. R., & Darman, H. (1996). *Aspects of the Neogene tectonic history and hydrocarbon geology of the Tarakan Basin*.

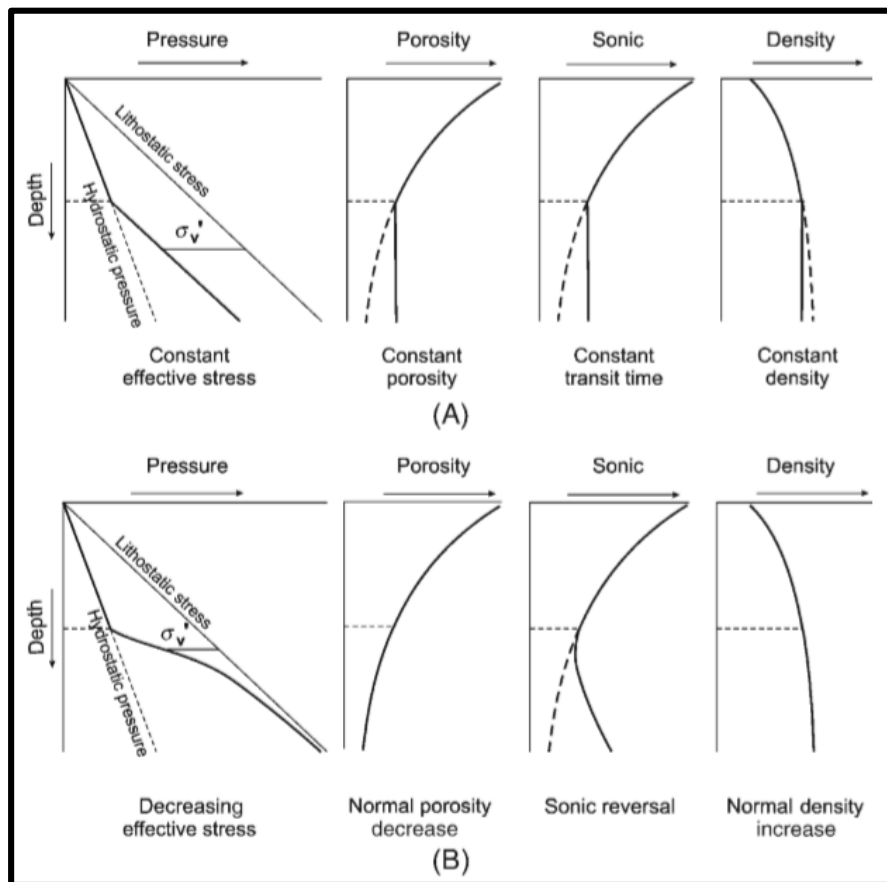
Ramdhan, A. M., & Goulty, N. R. (2011). *Overpressure and mudrock compaction in the Lower Kutai Basin, Indonesia: A radical reappraisal*. AAPG bulletin, 95(10), 1725-1744.



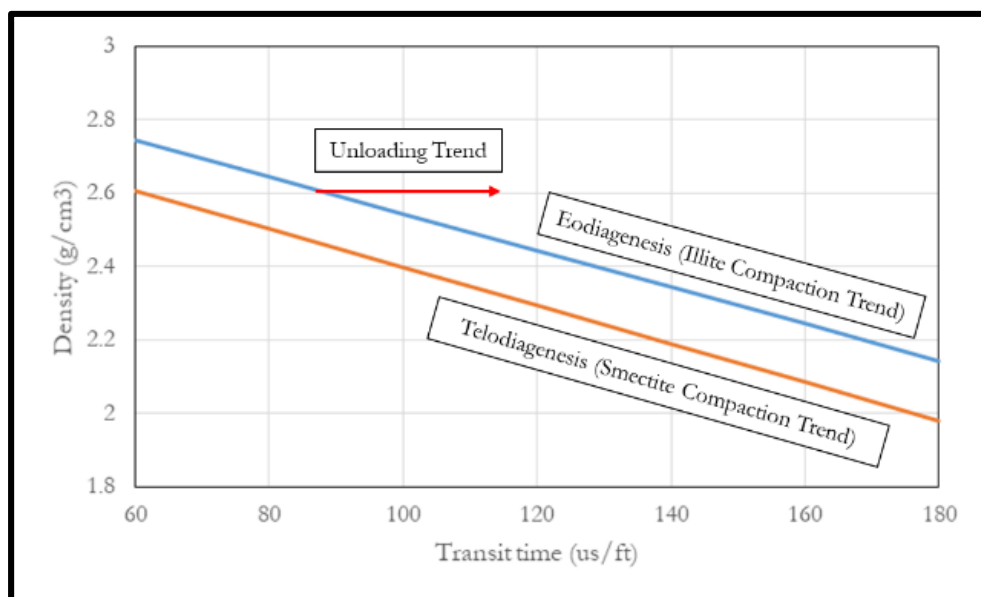
Gambar 1. Letak daerah penelitian (Lentini dan Darman, 1996)



Gambar 2. Kolom stratigrafi pada sub-cekunga Tarakan (Hidayati, 2007)



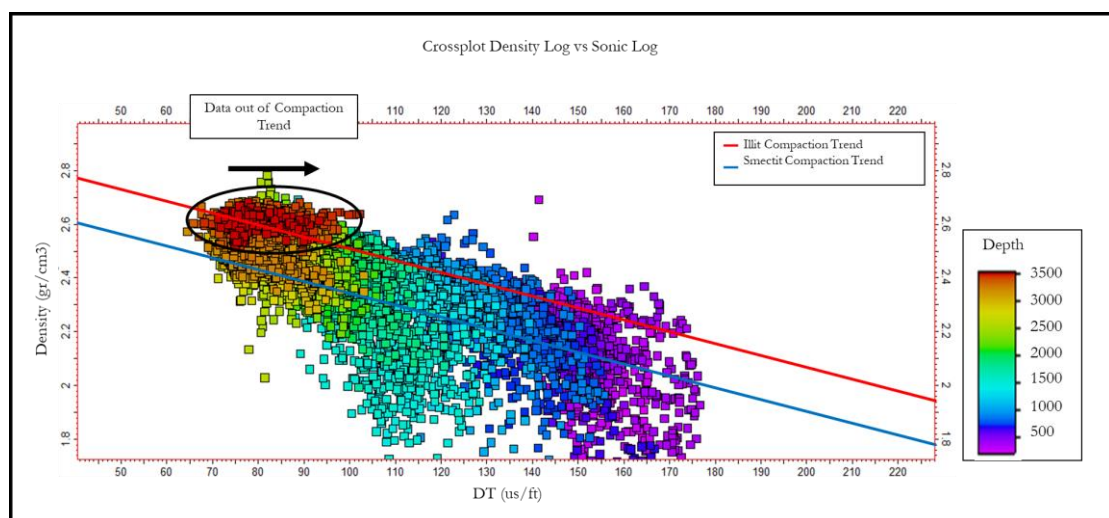
Gambar 3. Respon wireline logs pada (a) mekanisme *loading* dan (b) mekanisme *unloading* (Ramdhan, 2011).



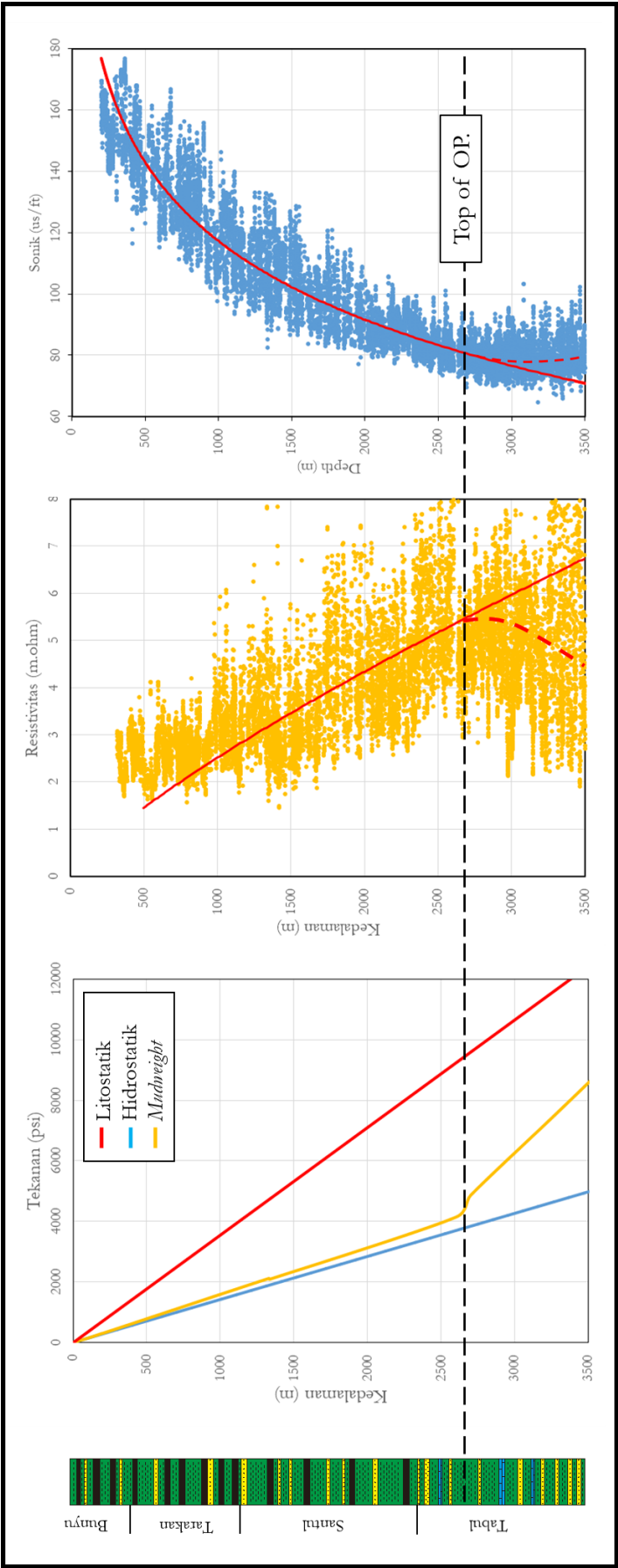
Gambar 4. Tren mekanisme *unloading* pada *crossplot* log densitas dan log sonik (Katahara, 2006).

Skala Waktu Geologi			Kedalaman (m)	Litologi	Formasi	Deskripsi
Holosen-Resen			0		Formasi Bunyu	Disusun oleh litologi batubara, pasir dan lempung
Neogen	Pleistosen		500		Formasi Tarakan	Disusun oleh litologi batubara, shale dan batupasir dimana dibagian bawah didominasi oleh shale dan batupasir
	Pliosen	Akhir	1000			
		Tengah	1500		Formasi Santul	Disusun oleh litologi perselingan shale dan batupasir serta batubara
		Awal	2000			
	Miosen	Akhir	2500		Formasi Tabul	Disusun oleh litologi shale dan batupasir
		Tengah	3000			
			3500			

Gambar 5. Kolom stratigrafi pada sumur R-1



Gambar 7. *Crossplot* log densitas terhadap log sonik pada sumur R-1



Gambar 6. Profil log resistivitas, log sonik dan mudweight pada sumu R-1