



## PENENTUAN DESAIN CASING PENGEBORAN SUMUR INY-X BERDASARKAN ASPEK GEOMEKANIKA PADA LAPANGAN BIRU, SUMATERA UTARA

Inayah Chaerunnisa<sup>1\*</sup>, Ildrem Syafri<sup>1</sup>, Raden Irvan Sophian<sup>1</sup>, Hitler Sijabat<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran, Bandung

<sup>2</sup>Pertamina EP Aset 1, Jambi

\*Korespondensi: [inayah14001@mail.unpad.ac.id](mailto:inayah14001@mail.unpad.ac.id)

### ABSTRAK

Penyebab terbesar dalam ketidakproduktifan waktu pengeboran disebabkan oleh kondisi bawah permukaan yaitu tekanan pori. Dalam pelaksanaan kegiatan eksplorasi dan pengembangan lapangan migas, efisiensi sangat diperlukan untuk meminimalisasi biaya yang dikeluarkan. Untuk itu prediksi tekanan pori dan geomekanika diperlukan untuk mengoptimalkan proses. Lapangan Biru terletak pada Cekungan Sumatera Utara yang dikenal sebagai cekungan yang memiliki kondisi tekanan yang sangat tinggi pada wilayah Indonesia barat. Hasil prediksi perhitungan tekanan pori dengan menggunakan Metode Eaton dari data wireline log menunjukkan bahwa bagian atas overpressure bertepatan dengan bagian atas Formasi Baong. Mekanisme overpressure yang terjadi pada sumur INY-02 diakibatkan oleh ekspansi fluida, dalam hal ini terjadi diagenesis lempung. Karakteristik geomekanika pada sumur INY-02 termasuk dalam kelas batuan dengan kekerasan sedang sampai tinggi. Berdasarkan nilai tegasan insitu, Lapangan Biru termasuk dalam rezim tegasan sesar mendatar. Dari analisis tekanan pori dan geomekanika pada Sumur INY-02, maka untuk Sumur INY-X akan dipasang casing shoe di kedalaman 375 meter, 1400 meter, 1750 meter, dan 1910 meter, dengan menggunakan diameter casing ukuran 13 3/8", 9 5/8", 7", dan 5".

**Kata kunci:** tekanan pori, overpressure, geomekanika, desain casing

### ABSTRACT

*The greatest cause of unproductive time of drilling activities is due to subsurface conditions that are affected by pore pressures. Whereas in the implementation of oil and gas field exploration and development, efficiency is needed to reduce the cost incurred. Therefore pore pressure and geomechanics prediction are needed to optimize the drilling process. The Biru Field lies in Sumatran Basin, known as the basin that has very high pressure conditions in western Indonesia. The result of pore pressure calculation using Eaton Method from wireline log data shows that the top of overpressure coincides with the top of Baong Formation. The overpressure mechanism occurring in the INY-02 well is caused by fluid expansion, in this case the clay diagenesis occurs. The geomechanical characteristics of INY-02 well are included in medium to high-grade rock classes and included in the regime of strike slip fault. From the analysis of pore pressure and geomechanics, for INY-X wells will be installed casing shoe at the depth 375 meters, 1400 meters, 1750 meters, and 1910 meters, using casing diameter 13 3/8", 9 5/8", 7", and 5".*

**Keywords:** pore pressure, overpressure, geomechanics, casing design

### 1. PENDAHULUAN

Menurut Dodson (2011, dalam Syaputra, 2017) penyebab ketidakproduktifan waktu pengeboran dipengaruhi oleh kondisi bawah permukaan yaitu tekanan pori. Maka dari itu prediksi tekanan pori penting untuk

mengoptimalkan proses pengeboran untuk mengetahui *overpressure*, perencanaan desain casing, estimasi berat lumpur, dan mitigasi bencana pengeboran.

Aspek geomekanika juga dibutuhkan untuk membantu dalam

perencanaan pengeboran. Dengan mengetahui kekuatan batuan dan tegangan pada batuan maka dapat membantu penentuan laju pemboran. Nilai tekanan pori dan tegangan insitu nantinya dapat menentukan desain pengeboran.

Penelitian dilakukan di Lapangan Biru, Cekungan Sumatera Utara. Cekungan Sumatera Utara dikenal sebagai cekungan yang memiliki zona overpressure tinggi. Zona overpressure pada Cekungan Sumatera Utara ditemukan pada sikuen post-rift yang didominasi oleh sedimen berbutir halus dengan permeabilitas yang rendah, dalam hal ini berada pada Formasi Baong (Hutasoit, L., et al, 2013).

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Konsep dan Definisi Tekanan

Tegasan atau tekanan merupakan efek yang diakibatkan oleh sejumlah gaya yang bekerja pada suatu area. Tekanan lebih sering digunakan untuk istilah gaya yang bekerja pada fluida. Terdapat empat tekanan bawah permukaan yang dihitung, yaitu tekanan hidrostatik, tekanan pori, tekanan efektif, dan tekanan overburden.

Tekanan hidrostatik merupakan tekanan yang diberikan oleh fluida dalam kolom batuan pada kesetimbangan karena pengaruh gaya gravitasi (Budiman, M.A., et al.2017).

Tekanan efektif merupakan tekanan yang bekerja pada matriks batuan. Tekanan ini berperan dalam mengontrol proses pematatan batuan sedimen.

Tekanan overburden adalah tekanan yang dihasilkan oleh pembebanan sedimen dan materi-materi yang ada diatas suatu formasi, baik padatan maupun fluida (Ramdhan, 2016, dalam Budiman, M.A., et al. 2017).

Tekanan pori adalah tekanan yang terjadi pada fluida di dalam ruang pori batuan (Zoback, 2007). Pada kondisi normal, tekanan pori didefinisikan sebagai tekanan hidrostatik, dalam hal ini proses geologi yang terjadi adalah pembebanan normal akibat deposisi

sedimen. Apabila fluida tidak dapat keluar dari pori, maka tekanan pori akan meningkat dibandingkan dengan tekanan hidrostatiknya, sehingga terjadi kondisi *overpressure*. *Overpressure* terjadi ketika tekanan pori melebihi tekanan hidrostatik. Hal ini disebabkan saat kompaksi terjadi, fluida tidak dapat meloloskan diri.

Eaton (1972) menjelaskan jika mayoritas tekanan bawah permukaan berasal dari pengaruh overburden atau disebut *primary overpressure*. *Overpressure* ini terjadi karena penimbunan akibat cepatnya *suplay* sedimen yang berfungsi sebagai *seal* sehingga fluida yang ada sebelumnya tidak dapat bergerak. Cairan yang terperangkap dalam sebuah kolom akan memberikan balasan aksi reaksi terhadap energi yang datang akibat beban yang semakin bertambah.

### 2.2 Konsep dan Definisi Geomekanika

Pada konteks geologi struktur disepakati bahwa tekanan (tegasan) di kedalaman selalu positif karena tegasan di kedalaman selalu kompresi. Pengukuran tegasan di tempat (*measuring in-situ stress*) dilakukan untuk memahami kondisi tegasan vertikal ( $S_v$ ), tegasan horizontal minimum ( $S_{hmin}$ ), dan tegasan horizontal maksimum ( $S_{Hmaks}$ ) dan hubungan antara ketiga tegasan tersebut di bawah permukaan bumi.

Tegasan horizontal minimum adalah salah satu dari tiga tegasan utama yang dapat diestimasi secara langsung. Nilai dari tegasan minimum pada umumnya didapatkan dari data pengukuran uji rekah hidrolik yang merepresentasikan ketahanan batuan dalam menerima tekanan fluida. Tegasan hirozontal minimum atau tekanan rekah didefinisikan juga sebagai total dari tekanan yang dapat ditahan oleh formasi sebelum suatu formasi tersebut rusak atau hancur (Zoback, 2007).

$S_{Hmaks}$  atau tegasan horizontal maksimum adalah salah satu dari tiga tegasan yang tidak dapat diukur secara langsung. Estimasi nilai dari tegasan

horizontal maksimum secara empiris dapat dilakukan dengan menggunakan data *wireline log* yang tersedia.

### 2.3 Desain Casing

Dari aspek geomekanika tersebut, dapat membantu perencanaan desain casing dengan spesifikasi penentuan pemasangan casing shoe dari permukaan sumur hingga dasar lubang sumur dan penggunaan ukuran diamter dari *casing* yang akan digunakan dalam produksi hidrokarbon.

Penentuan jumlah *casing strings* yang akan digunakan dilihat pula dari sudut pandang kedalaman, dalam hal ini berdasarkan dari *window* yang terbentuk antara gradien tekanan pori dan gradien tekanan rekah dari formasi yang akan dilakukan pengeboran.

## 3. METODE

Data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan data primer berupa log sumur (Tabel 1) dan data sekunder berupa laporan geokimia Sumur INY-02, data uji rekah, jurnal dan buku.

**Tabel 1** Inventaris Data

Nama Sumur	Wireline Log				
	GR	RHOB	NPHI	ILD	SON
INY-02	✓	✓	✓	✓	✓

Untuk mendapatkan data yang baik dan hasil interpretasi yang optimum, data log diolah secara manual dan didigitasi ulang pada software. Untuk mendapatkan nilai tekanan pori, terlebih dahulu dilakukan perhitungan *volume shale* dari data log *gamma-ray* dengan menggunakan persamaan berikut:

$$I_{GR} = \frac{(GR - GR_{min})}{(GR_{max} - GR_{min})} \dots\dots (1)$$

Dalam hal ini, GR adalah nilai gamma ray, GR<sub>max</sub> nilai gamma ray maksimum dan GR<sub>min</sub> nilai gamma ray minimum. Perhitungan *volume shale* ini guna menentukan tren kompaksi normal dari data log sonik untuk dilanjutkan pada perhitungan tekanan pori.

Kemudian menghitung nilai tekanan hidrostatik dan tekanan overburden dengan menggunakan Hukum Archimedes pada persamaan berikut:

$$\sigma = \rho gh \dots\dots\dots (2)$$

Dengan  $\rho$  adalah berat jenis (fresh water untuk menghitung tekanan hidrostatik dan densitas bulk untuk menghitung overburden),  $g$  adalah gravitasi, dan  $h$  kedalaman. Dilanjutkan dengan menghitung tekanan pori dengan menggunakan Metode Eaton seperti persamaan:

$$PP = \sigma_{ob} - \left[ (\sigma_{ob} - \sigma_{hyd}) * \left( \frac{dt NCT}{dt Observe} \right)^x \right] \dots$$

(3)

Dimana  $\sigma_{ob}$  adalah tekanan overburden,  $\sigma_{hyd}$  tekanan hidrostatik, dt NCT adalah nilai sonik pada tren kompaksi normal, dt observe adalah nilai sonik terukur, dan  $x$  merupakan konstanta eaton. Setelah perhitungan dengan metode Eaton (1972), menerapkan Prinsip Terzaghi (1925). Prinsip ini bekerja untuk menentukan estimasi dengan melihat hubungan antara porositas batuan-tekanan dan overburden-tekanan efektif pada persamaan:

$$\sigma_{ob} = PP + \sigma' \dots\dots\dots (4)$$

$\sigma_{ob}$  adalah tekanan overburden, PP merupakan tekanan pori, dan  $\sigma'$  adalah tekanan efektif. Untuk mengetahui mekanisme yang menyebabkan kondisi *overpressure*, dilakukan *crossplot* dari data log sonik dan log densitas, analisis data geokimia, dan litologi dari log - *gamma-ray*.

Sedangkan perhitungan parameter geomekanika, untuk mencari tegasan horizontal minimum ( $S_{hmin}$  atau FG) dengan persamaan:

$$FG = \left( \frac{v}{1-v} \right) \left( \sigma_{ob} - \frac{PP}{h} \right) + \left( \frac{PP}{h} \right) \dots\dots$$

(5)

Dengan  $v$  adalah nilai rasio poisson,  $\sigma_{ob}$  adalah tekanan overburden, pp adalah tekanan pori, dan  $h$  merupakan kedalaman. Dan untuk mencari nilai tegasan horizontal maksimum ( $S_{Hmaks}$ )

menggunakan persamaan empiris Wilis & Hubert pada persamaan:

$$S_{Hmaks} = 3S_{Hmin} - 2P_P \quad \dots\dots (6)$$

Dalam hal ini  $S_{Hmin}$  didapat dari nilai tegasan horizontal minimum dan  $PP$  diketahui dari nilai tekanan pori. Sedangkan untuk mengetahui karakteristik geomekanika mengenai UCS digunakan Persamaan 7 oleh McNally dari data log sonik:

$$\sigma_c = 1277. \exp(-0.0367. \Delta t) \quad \dots\dots (7)$$

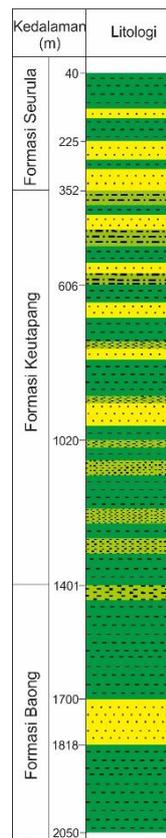
Dengan  $\Delta t$  adalah nilai interval transit time. Data *mud record* digunakan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi pada sumur INY-02, dalam hal ini analisis tersebut dievaluasi untuk desain pemboran sumur INY-X beserta dengan prediksi tekanan pori dan geomekanika.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Litologi Sumur INY-02

Dalam penelitian ini, litologi diperoleh dari hasil interpretasi log sinar *gamma-ray* dan data *mudlog*. Pada Sumur INY-02, diketahui bahwa sumur ini terdiri dari tiga formasi, yaitu Formasi Seurula, Formasi Keutapang, dan Formasi Baong.

Formasi Seurula berada pada kedalaman 40 - 352 meter (TVD) terdiri dari litologi perselingan batulempung dan batupasir. Kemudian Formasi ini menindih Formasi Keutapang yang berada pada kedalaman 352 - 1401.5 meter (TVD) dengan litologi berupa batupasir berseling dengan serpih dan batulanau. Terakhir adalah Formasi Baong yang berada pada kedalaman 1401.5 - 2050 meter (TVD) dengan litologi batulempung dan batupasir seperti pada Gambar 1.



Gambar 1 Log litologi Sumur INY-02

Data log sinar *gamma-ray* pada penelitian kali ini digunakan untuk menentukan kandungan serpih. Metode ini menggunakan asumsi bahwa mineral lempung merupakan mineral yang memiliki radioaktivitas tinggi sehingga pembacaan pada log sinar gamma akan tinggi. Dengan persamaan 1 didapatkan batas litologi (*cut off*) antara batupasir dan batulempung sebesar 0,6. Perhitungan volume lempung penting nantinya untuk dapat membuat tren kompaksi normal (*normal compaction trend/ NCT*).

##### 4.2 Tekanan Formasi Sumur INY-02

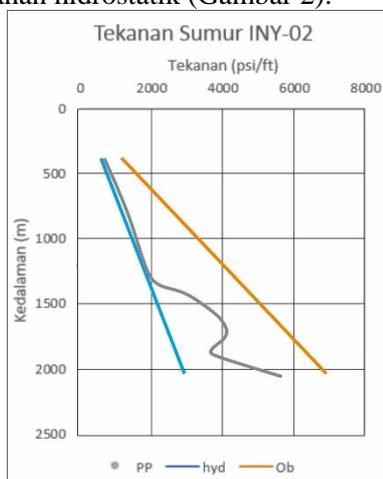
Penentuan jenis lumpur pemboran serta desain *casing* untuk sumur INY-X adalah untuk mencegah potensi bencana dalam pengeboran, dibutuhkan perhitungan nilai tekanan overburden, tekanan hidrostatik, dan tekanan pori dari Sumur INY-02.

Dengan menggunakan persamaan 2, didapatkan nilai tekanan hidrostatik dan

overburden pada Sumur INY-02. Hasil perhitungan tekanan hidrostatik dan tekanan overburden sesuai dengan Hukum Archimedes, bahwa tekanan overburden semakin tinggi seiring dengan bertambahnya kedalaman.

Tekanan pori (Pp) pada kondisi normal meningkat seiring dengan bertambahnya kedalaman.

Pada penelitian kali ini, tekanan pori dihitung dari data log sonik. Data sonik Sumur INY-02 meliputi kedalaman dari 375 meter sampai 2050 meter. Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan persamaan 3 dan menerapkan persamaan 4, akan didapatkan bahwa nilai tekanan pori pada kedalaman 375-1400 meter adalah normal. Kondisi normal tersebut merupakan kondisi pada saat tekanan hidrostatik, yang dipengaruhi oleh keadaan konektivitas pori dan rekahan pada batuan. Namun, mulai kedalaman 1400 meter nilai tekanan pori naik. Hal ini disebabkan oleh fluida yang tidak dapat lolos dan terperangkap dalam pori, sehingga nilainya lebih besar daripada tekanan hidrostatik (Gambar 2).



**Gambar 2** Grafik tekanan bawah permukaan Sumur INY-02

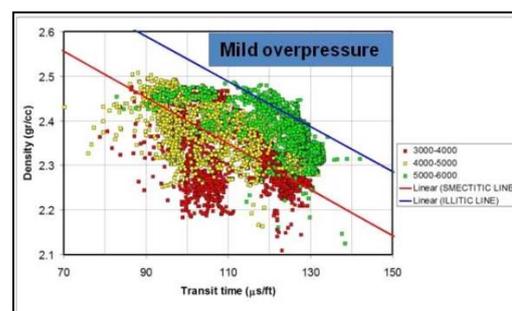
Terlihat pada kedalaman 1400 – 2015 meter, nilai tekanan pori melebihi kondisi hidrostatik hal ini diakibatkan oleh fluida yang tidak dapat meloloskan diri dari pori antar butir batuan akibat permeabilitas yang rendah pada litologi shale, namun ada penurunan nilai tekanan pori pada kedalaman 1750 - 1910

meter dikarenakan adanya litologi batupasir pada Formasi Baong atau biasa dikenal dengan *Middel Baong Sand* (MBS), yang berpotensi mengalami *lateral drainage trasference*.

Adanya nilai tekanan pori yang berlebih menyebabkan terjadi kondisi overpressure. Dilihat dari tren grafik tekanan pori, terjadi pengurangan nilai tekanan efektif. Kondisi ini disebabkan oleh penambahan fluida pada pori batuan. Penambahan fluida bisa disebabkan oleh kematangan hidrokarbon dan diagenesis lempung. Berdasarkan data geokimia Sumur INY-02 mengenai evaluasi *thermal maturity* (kematangan) dari *vitritine reflectance* menunjukkan pada kedalaman 600 meter memiliki nilai *vitritine reflectance* 0.38% Ro hingga 0.5% Ro pada kedalaman 2030 meter, Sehingga diperkirakan hidrokrabon mencapai kematangan yang maksimal pada kedalaman 2600– 3000 meter (Pertamina, 1982).

Dengan analisis *Dutta Crossplot* antara nilai densitas dan kecepatan, didapatkan adanya perubahan mineral lempung smektit menjadi ilit (Hutasoit, L., et al, 2013) seperti pada Gambar 3.

Terlihat pada kedalaman 3000-4000 ft mineral lempung termasuk dalam kelompok smektit. Pada kedalaman 4000-5000 ft, sebagian mineral lempung telah melebihi gradien smektit (garis berwarna merah) dan mendekati gradien ilit (garis berwarna biru). Pada kedalaman 5000-6000 ft terlihat sebagian mineral lempung telah melebihi gradien ilit.



**Gambar 3** Grafik Dutta Crossplot pada penelitian overpressure di wilayah kerja Pertamina, Sumatera Utara (Hutasoit, L., et al, 2013)

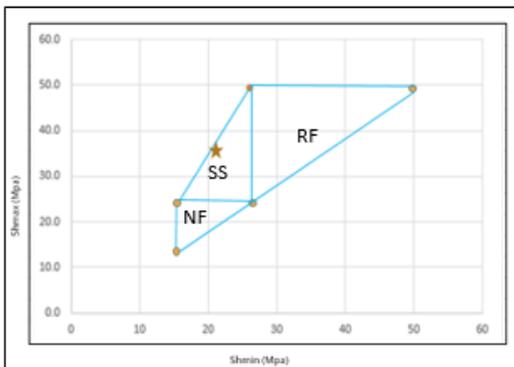
#### 4.4 Geomekanika Sumur INY-02

Model geomekanika adalah gabungan dari hasil studi terhadap tekanan insitu, tekanan pori, dan karakter fisik pada batuan reservoir, rekahan dan sesar yang ada pada formasi di bawah permukaan.

Setelah mendapatkan nilai tekanan pori, tegasan insitu yang berarah horizontal baru dapat dihitung. Dengan menggunakan persamaan 5 dan 6, didapatkan bahwa nilai  $S_{Hmaks} > S_v > S_{Hmin}$  (gambar 5).

Dalam mengaplikasikan konsep tegasan pada kerak bumi, konfigurasi besaran tegasan seperti tegasan paling besar, menengah dan paling kecil ( $S_1, S_2, S_3$ ) yang dalam hal ini di terminologikan sebagai  $S_v, S_{Hmin}$  dan  $S_{Hmaks}$  sangatlah berguna dalam menentukan rezim tegasan. Poligon tegasan dibuat untuk mengestimasi tegasan maksimum dari nilai tegasan horizontal minimum.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai tegasan insitu pada Sumur INY-02 berada pada rezim tegasan sesar mendatar. Hal ini juga didukung hasil plot nilai  $S_{Hmin}$  terhadap  $S_{Hmaks}$  seperti pada Gambar 4.



**Gambar 4** Plot nilai  $S_{Hmin}$  terhadap  $S_{Hmaks}$  sumur INY-02 termasuk rezim sesar mendatar

Setelah mengetahui tegasan insitu yang bekerja, dari data log sonik juga dapat diketahui karakteristik geomekanika lainnya. Karakteristik geomekanik yang dimaksud adalah nilai UCS (*Uniaxial Compressive Strength*) dan Modulus Young (Gpa). Perhitungan ini menggunakan Persamaan 7.

Berdasarkan Tabel 2 dan hasil perhitungan dengan Persamaan 7 (Tabel 3), dapat disimpulkan bahwa Formasi Keutapang termasuk dalam kategori kelas batuan berkekuatan sedang dan Formasi Baong termasuk dalam kategori kelas batuan berkekuatan tinggi. Sehingga Sumur INY-02 memiliki kekuatan batuan sedang hingga tinggi.

**Tabel 2.** Klasifikasi Batuan Secara Keteknikan Berdasarkan Nilai UCS (Carmichael, 1989 dalam Schon, 2011)

Rock Class	Type	UCS (Mpa)
A	Very high strength	>220
B	High strength	110-220
C	Medium strength	55-110
D	Low strength	28-55
E	Very low strength	<28

Nilai kuat tekan batuan yang diperoleh dari hasil penelitian ini dapat diaplikasikan dalam kegiatan pengeboran yaitu untuk penentuan jenis mata bor, tekanan alat saat pemboran berlangsung, dan penentuan casing. Sedangkan nilai modulus young dapat digunakan untuk memprediksi titik dimana batuan akan pecah atau rekah ketika terkena deformasi.

**Tabel 3.** Karakteristik geomekanika berdasarkan log sonik sumur INY-02

Formasi	Kedalaman		$\Delta t_{log}$	$\sigma_c$	Vp		Modulus	
	Atas	Bawah	Rata-rata	Mpa	m/s	km/s	Statik	Dinamik
Keutapang	388	1399	134.57	91.5	2312	2.31	5433.9	7344.29
Baong	1402	2050	121.81	146.6	2509	2.51	5866.9	7929.43

#### 4.4 Desain Casing Pengeboran Sumur INY-X

Dalam pengeborannya, Sumur INY-02 mengalami kendala pemboran. Dalam hal ini kendala yang terjadi adalah pipa terjepit, *kick*, dan kesalahan penempatan kedalaman casing shoe. Sehingga evaluasi dari Sumur INY-02 dijadikan acuan dalam penentuan desain casing pengeboran Sumur INY-X.

Setelah didapatkan estimasi nilai tekanan pori Sumur INY-02, barulah dapat diperkirakan berat lumpur dan *design casing* yang akan digunakan.

Tahap ini diawali dengan menentukan berat lumpur yang digunakan.

Lumpur pemboran dipergunakan untuk membantu operasi pemboran salah satunya untuk melindungi dinding lubang supaya stabil, dan mengimbangi tekanan formasi dengan demikian pemboran dapat berjalan dengan lancar. Oleh karena itu berat lumpur yang digunakan sangat berpengaruh dalam menjaga kestabilan tekanan saat pengeboran berlangsung. Estimasi berat lumpur yang dipakai dapat diperkirakan dari *window* yang dihasilkan antara tekanan pori dan tekanan rekah. Dalam hal ini didapatkan berat lumpur yang dianjurkan dipakai dalam pengeboran sumur INY-X seperti pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Rentang berat lumpur yang digunakan pada Sumur INY-X

Depth		Mud Weight		SG	
From	To	From	To	From	To
375	1400	9.163	11.662	1.1	1.4
1400	1750	13.328	15.827	1.6	1.9
1750	1910	10.829	13.328	1.3	1.6
1910	dasar	14.994	16.66	1.8	2

Pada *section* pertama (375-1400 meter) diawali dengan berat lumpur 1.1 SG, *section* kedua (1400-1750 meter) diawali dengan berat lumpur 1.6 SG, *section* ketiga (1750-1910 meter) diawali dengan berat lumpur 1.3 SG, dan *section* terakhir (1910 meter- dasar sumur) diawali dengan 1.8 SG. Tentunya dalam menaikkan berat lumpur yang digunakan akan mengikuti kenaikan *background gas* dalam sumur.

Desain *casing* yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah penentuan kedalaman *casing* dan geometri lubang *casing*. Penentuan kedalaman *casing* ini harus mempertimbangkan kondisi geologi seperti; tekanan formasi, gradien rekah, dan masalah lubang, kebijakan internal perusahaan, dan dalam beberapa kasus peraturan pemerintah juga menentukan. Hasil dari perancangan

awal ini akan memungkinkan sumur dibor dengan aman.

Berdasarkan evaluasi Sumur INY-02, maka desain pengeboran untuk Sumur INY-X dianjurkan untuk menggunakan lumpur berjenis oil based mud, dengan pemasangan casing shoe pada kedalaman 375 meter, 1400 meter, 1750 meter dan 1910 meter, kemudian geometri lubang casing yang dipakai dari permukaan ke dasar sumur yaitu 20", 13 3/8", 9 5/8", 7" dan 5" (Gambar 6).

## 5. KESIMPULAN

Tekanan pori Sumur INY-02 pada kedalaman 367-1400 meter bertekanan normal, namun pada kedalaman 1400 meter mulai mengalami kenaikan nilai tekanan pori sehingga terjadi kondisi *overpressure*. *Overpressure* pada Lapangan Biru disebabkan oleh fluid expansion akibat diagenesis lempung.

Model 1D geomekanika menunjukkan Sumur INY-02 berada pada rezim tegasan sesar mendatar dalam hal ini nilai  $S_{Hmaks} > S_v > S_{Hmin}$ . Berdasarkan parameter UCS, Lapangan Biru memiliki kekuatan batuan kelas menengah sampai tinggi.

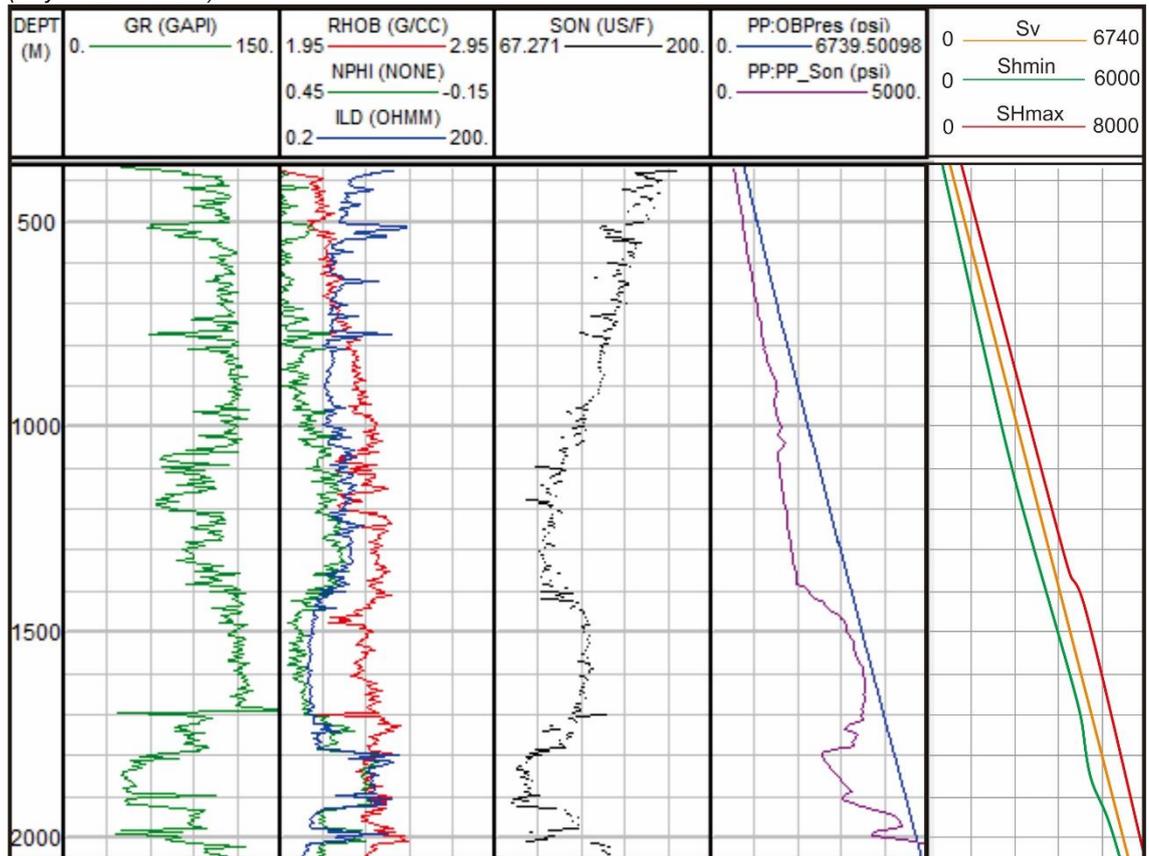
Berdasarkan evaluasi Sumur INY-02, maka desain pengeboran untuk Sumur INY-X dianjurkan untuk menggunakan lumpur berjenis oil based mud, sedangkan berat lumpur yang direkomendasikan berkisar 1.1–1.4 SG digunakan pada kedalaman 367–1400 meter, 1.6–1.8 SG digunakan pada kedalaman 1400–1750 meter, 1.4–1.6 SG digunakan pada kedalaman 1750–1910 meter, dan 1.8–2 SG digunakan pada kedalaman 1910–2050 meter. Dengan pemasangan casing shoe pada kedalaman 375 meter, 1400 meter, 1750 meter dan 1910 meter, kemudian geometri lubang casing yang dipakai dari permukaan ke dasar sumur yaitu 20", 13 3/8", 9 5/8", 7" dan 5".

## DAFTAR PUSTAKA

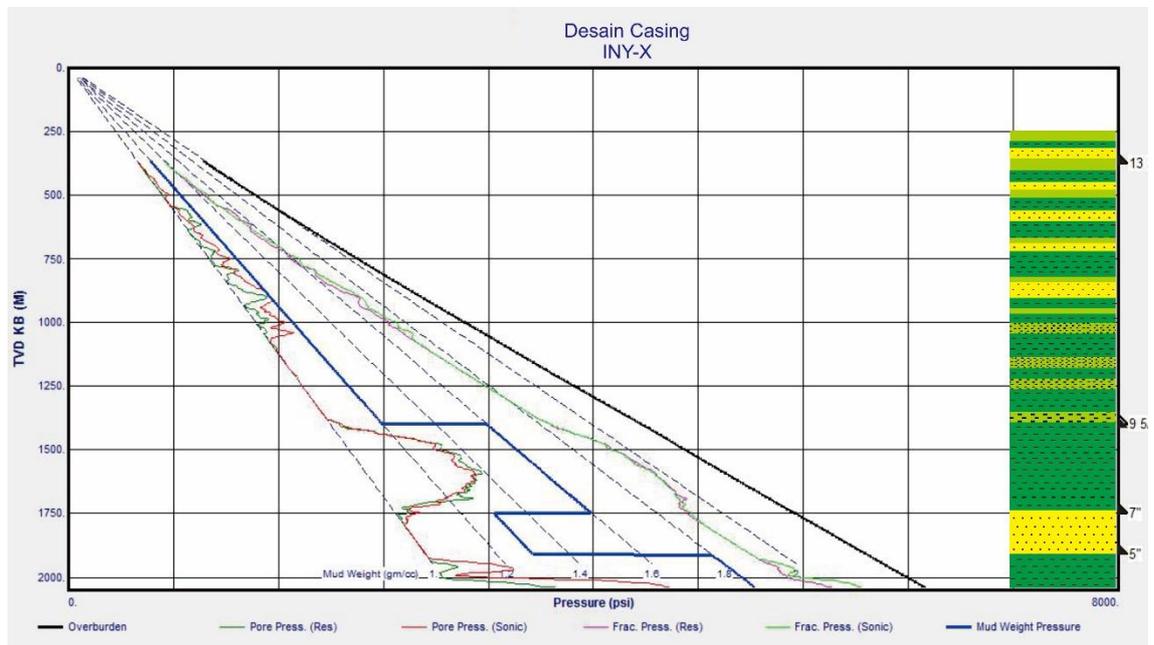
- Adams, Neal. 1985. *Drilling Engineering: A Complete Well*

- Planning Approach*. Oklohama: PennWell Publishing Company.
- Barber, A. J., dkk. 2005. *Sumatra Geology, Resources and Tectonic Evolution*. Geological Society.
- Budiman, Muhammad Arif, dkk. 2017. *Kajian dan Komparasi Teoritis Metode Prediksi Tekanan Pori: Metode Eaton dan Metode Bower*. Jurnal Teknik ITS Vol.6
- Eaton, Ben A. 1975. *The Equation for Geopressure Prediction from Well Logs*. Texas: SPE 5544.
- Grauls, D. 1999. *Overpressure: Causal Mechanisms, Conventional and Hydromechanical Approaches*. Editions Technip
- Greenberg, M.L., & Castagna, J.P. 1992. *Shear-wave velocity estimation in porous rocks: theoretical formulation , preliminary verification and applications Geophysical prospecting*, 40(2), 195-209.
- Hutasoit, Lambok M., et al. 2013. *Overpressure Characteristics in Pertamina's Area in the North Sumatra Basin*. Proceedings IPA 37<sup>th</sup> Annual Convention & Exhibition.
- Katahara, Keith. 2003. *Analysis of Overpressure on the Gulf of Mexico Shelf*. Texas: OTC 15293.
- Ramdhan, Agus Muchamad. 2010. *Overpressure Generating Mechanisms in the Peciko Field, Lower Kutai Basin, Indonesia*. Petroleum Geoscience, Vol 16.
- Ramdhan, Agus M, Neil R. Goultly. 2011. *Overpressure and Mudrock Compaction in the Lower Kutai Basin, Indonesia: A Radical Reappraisal*. AAPG Bulletin.
- Sausan, Sarah. *Overpressure dan Geomekanik Daerah Deepwater pada Lapangan "Verde", Selat Makasar*.
- Schon, J.H. 2011. *Physical Properties of Rocks: A Workbook. Handbook of Petroleum Exploration and Production*. UK: Elsevier.
- Syaputra, M. Reza, dkk. 2017. *Pemodelan Prediksi Tekanan Pori Menggunakan Metode Eaton's Berdasarkan Data Interval Velocity Pada Lapangan Hidrokarbon "Ertiga", Cekungan Sumatera Selatan*. Jurnal Geofisika Eksplorasi
- Zoback, Mark D. 2007. *Reservoir Geomechanics*. UK: Cambridge University Press

Penentuan Desain Casing Pengeboran Sumur INY-X Berdasarkan Asepek Geomekanika, Lapangan Biru, Sumatera Utara  
(Inayah Chaerunnisa)



Gambar 5 Model 1D Geomekanika Sumur INY-02



Gambar 6 Desain Casing Pengeboran Sumur INY-X