

# STUDI LUMPUR PEMBORAN MENGGUNAKAN CANGKANG TELUR UNTUK MENGETAHUI *RHEOLOGY* LUMPUR PEMBORAN PADA TRAYEK 8-1/2" *HOLE* UJI LABORATORIUM

Wandi Allo Rante<sup>1\*</sup>, Rohima Sera Afifah<sup>1</sup>, Aprilino Alfa Kurmasela<sup>1</sup>, Nuruddin Kafy El  
Ridlo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Perminyakan, Sekolah Tinggi Teknologi Migas

\*E-mail: [wandialorante99@gmail.com](mailto:wandialorante99@gmail.com)

## ABSTRACT

*This study examines the use of water-based mud (WBM) in well drilling. It specifically focuses on enhancing the rheology of WBM that meets API 13A specifications by incorporating calcium carbonate (CaCO<sub>3</sub>) at concentrations of 2.5% and 7.5%. The primary objective is to compare the original rheology of the WBM adhering to API 13A standards with the modifications following the addition of CaCO<sub>3</sub>. The methodology employed includes laboratory tests to gather data, testing mixtures of the original mud with added CaCO<sub>3</sub>, and evaluating the impact on mud properties such as viscosity and density. The results are expected to determine the optimal additive concentration to improve mud performance in drilling operations.*

**Keywords:** *Original mud API 13A, Calcium Carbonate, Rheology*

## ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji penggunaan lumpur berbasis air (*water-based mud*, WBM) dalam pemboran sumur. Studi ini berfokus pada peningkatan *rheology* lumpur WBM yang sesuai dengan spesifikasi API 13A melalui penambahan kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) sebanyak 2,5% dan 7,5%. Tujuan utama adalah membandingkan *rheology* asli lumpur WBM spesifikasi API 13A dan perubahan setelah penambahan CaCO<sub>3</sub>. Metodologi yang digunakan meliputi uji laboratorium untuk mengumpulkan data, menguji campuran lumpur asli dengan penambahan CaCO<sub>3</sub>, dan evaluasi pengaruhnya terhadap sifat-sifat lumpur seperti viskositas dan densitas. Hasilnya diharapkan dapat menentukan konsentrasi aditif yang optimal untuk meningkatkan kinerja lumpur dalam pemboran.

**Kata kunci:** *Original mud API 13A, Kalsium karbonat, Rheology*

## PENDAHULUAN

Operasi pemboran yang dilakukan tidak selalu berjalan dengan lancar seperti yang kita inginkan, ada kalanya terjadi masalah-masalah yang mengganggu operasi pemboran sehingga menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Dimana kerugian tersebut meliputi

kerugian waktu, peralatan dan kerugian material yang menyebabkan tingginya *drilling cost*

*well* (Buntoro, 2016). Salah satu masalah yang terjadi pada pemboran adalah *lost circulation* dimana lumpur yang disirkulasikan hilang sebagian atau seluruhnya. *Lost circulation* adalah peristiwa hilangnya lumpur pemboran yang masuk ke dalam formasi selama pemboran berlangsung. Hilangnya lumpur ini merupakan masalah lama di dalam pemboran, yang meskipun telah banyak penelitian tetapi masih banyak terjadi dimana-mana, serta kedalaman yang berbeda-beda (Agusman, 2022). Hilang lumpur terjadi karena dua faktor yaitu, faktor mekanis dan faktor formasi. Hilang lumpur ditandai dengan tidak kembalinya lumpur yang digunakan dalam operasi pemboran ke permukaan pada saat operasi pemboran. *Lost circulation material* (LCM) merupakan sebuah material lumpur yang berfungsi untuk menanggulangi masalah hilang lumpur pada operasi pemboran. Pencampuran antara lumpur pemboran menggunakan *Lost circulation material* (LCM) bertujuan untuk menutup zona-zona *lost circulation* guna mencegah kehilangan lumpur lebih lanjut (Sajjadian, et al., 2016). Barite merupakan salah satu jenis material *plastic flakes* (serpihan plastik), yang paling umum digunakan dalam fluida pemboran sebagai bahan pemberat dan sangat efektif untuk penutupan pada formasi yang porous. *Calcium carbonate* adalah senyawa kimia yang pada dasarnya berwarna putih dan biasanya dijumpai pada batu kapur, kalsit dan batu gamping (Veronika & Rohmawati, 2022) serta pada limbah cangkang telur (Diningsih & Rohmawati, 2022).

Calcium carbonate dapat digunakan sebagai material penyumbat dalam menangani *lost circulation*. Material ini jika disirkulasikan kedalam lubang bor akan menutup rekahan yang ada dengan membentuk *filtrate cake* yang luas dan kompak (Akeju, et al., 2014).

## **METODE PENELITIAN**

Pengujian laboratorium sangat diperlukan untuk mengetahui perbandingan laju *rheology* original mud spec API 13A dengan penambahan zat *additive* CaCO<sub>3</sub> dari cangkang telur. Persiapan peralatan dan material merupakan langkah awal yang harus dilakukan sebelum dilakukannya penelitian (riset). Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini meliputi yaitu sifat fisik lumpur pemboran yang berkaitan dengan *rheology* lumpur pada kondisi temperatur mulai dari 45<sup>0</sup>C sampai dengan 200<sup>0</sup>C dengan pengukuran interval kenaikan yaitu 25<sup>0</sup>C. CaCO<sub>3</sub> yang ditambahkan konsentrasinya sesuai dengan API spec., baik *additive* tertentu atau kombinasi *additive* kedalam sistem lumpur *fresh water mud* untuk lumpur standarnya pada kondisi dinamis (Zakky, et al., 2015).

Bahan-bahan yang digunakan adalah komponen yang digunakan  $\text{CaCO}_3$  untuk sistem lumpur *fresh water mud* sebesar 321.61 cc di tambah Bentonite 2 gram sebagai lumpur dasar untuk takaran (Pearlo, et al., 2023). Kemudian lumpur alternatif untuk kondisi dinamis dengan penambahan  $\text{CaCO}_3$  CMC-LV dengan konsentrasi 1-4 gram/mol.

Pembuatan suspensi lumpur dimulai dengan persiapan peralatan dan material lumpur, adapun spesifikasi peralatan dan prosedur pengujian dilakukan berdasarkan API Spec. Percobaan yang dilakukan pada penelitian ini terhadap suspensi lumpur adalah, untuk temperatur  $120^0$  percobaan di sesuaikan dengan alat ukur *fann* yang di gunakan. Pada setiap takaran komposisi tertentu. Selanjutnya diukur sifat fisik lumpurnya untuk pembacaan *dial reading* 600 rpm dan 300 rpm pada tekanan 100 psig.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui *rheology* dengan menggunakan lumpur pemboran dengan tambahan  $\text{CaCO}_3$  uji laboratorium. Peralatan yang digunakan dalam melakukan penelitian di laboratorium yaitu *viskometer*, *mud balance*, *multi-mixer*, gelas ukur, *roll oven*, dan timbangan digital. Adapun bahan yang digunakan yaitu air, bahan dasar lumpur pemboran,  $\text{CaCO}_3$ , dan beberapa material yang tertera pada Tabel 1.

### 3.1 Tahapan Pengujian

Tahapan pengujian dilakukan untuk memperoleh hasil dan nilai dari penelitian studi penelitian laboratorium terhadap sifat lumpur pemboran, orinal mud dan kontaminasi  $\text{CaCO}_3$  dari cakang telur 2,5% dan 7,5%.

Pengukuran densitas untuk mengetahui berat lumpur sebelum di berikan tekanan dan diberikan tekanan:

$$PH = 0.0052 \times \rho \quad (1)$$

Keterangan :

$PH$  = tekanan hidrostatik lumpur, *psi*

$\rho$  = densitas lumpur, *ppg*

Berdasarkan rumus tersebut maka berlaku ketentuan bahwa densitas lumpur yang besar akan memberikan tekanan hidrostatik yang besar pula, demikian pula sebaliknya.

*Rheology* (sifat aliran) Pengontrolan rheologi diperlukan untuk mengangkat serbuk bor (*cutting*) pada saat pemboran berlangsung. Dalam terminologi lapangan minyak, istilah “sifat aliran” (*flow properties*) dan “viskositas” adalah merupakan ungkapan umum yang digunakan untuk menggambarkan perilaku lumpur pemboran dalam keadaan bergerak.

*Plastic viscosity* merupakan parameter yang mengukur gaya gesek antara padatan dengan padatan, cairan dengan cairan, yang berhubungan dengan persentase padatan di dalam lumpur. PV didapat dari hasil pengukuran viscosimeter. Harga PV yang tinggi menunjukkan kenaikan gesekan padatan yang disebabkan oleh naiknya konsentrasi padatan. Penggunaan utama *plastic viscosity* yang diukur dalam *centipoise (cp)* adalah untuk menunjukkan pengaruh kandungan padatan terhadap kekentalan suatu lumpur (Mahmoodzadeh & Chidiac, 2013). Besarnya PV dipengaruhi oleh kadar padatan, ukuran padatan dan suhu. Untuk perhitungan di laboratorium, digunakan persamaan berikut :

$$PV = \theta_{600} - \theta_{300} \quad (2)$$

Keterangan :

PV : *plastic viscosity, cp*

$\theta_{600}$  : *dial reading* pada 600 RPM, derajat

$\theta_{300}$  : *dial reading* pada 300 RPM, derajat

*Yield point* adalah merupakan suatu *pseudo number*, seperti ditunjukkan pada yang diperoleh dengan ekstrapolasi garis lurus antara pembacaan *dial* 300 dan 600 rpm pada viscometer. *Yield point* ditentukan secara kuantitatif dengan pengurangan pembacaan 300 rpm dan *plastic viscosity*. Untuk tujuan lapangan, *yield point* digunakan sebagai indikator gaya tarik antar padatan, atau jika tidak ada gaya tarik, sebagai indikator penyimpangan lumpur dari perilaku Newtonian (Jafarifar & Najjarpour, 2022). Dalam praktek lapangan, *yield point* lebih sering digunakan sebagai indikator kekentalan lumpur dibanding dengan *plastic viscosity*. Pada lumpur tanpa pemberat *yield point* dijaga pada level yang cukup untuk pembersihan dasar lubang. Pada lumpur yang diperberat *yield point* diperlukan untuk menahan *barite* (Anon., 2019).

Untuk menentukan *plastic viscosity* ( $\mu_p$ ) dan *yield point* ( $Yp$ ) digunakan persamaan Bingham plastic berikut:

$$\mu_p = (\tau_{600} - \tau_{300}) / (\gamma_{600} - \gamma_{300}) \quad (3)$$

dengan memasukkan persamaan (1) dan (2) ke dalam persamaan didapat :

$$\mu_p = C_{600} - C_3 \quad (4)$$

$$Yp = C_{300} - \mu_p \quad (5)$$

dimana:

$\mu_p$  = *Pastic Viscosity, cp*

$Yp$  = *Yield point Bingham, lb/100ft<sup>2</sup>*

$C_{600}$  = *dial reading* pada 600 rpm derajat

$C_{300}$  = *dial reading* pada 300 rpm, derajat

*Gel strength* adalah pembentukan padatan karena gaya tarik menarik plat-plat *clay* apabila didiamkan. Sifat ini merupakan sifat aliran dalam keadaan statis dimana *clay* dapat mengatur diri. Jadi bertambahnya waktu diam (yang terbatas), akan menambah besar gel strengthnya (Alakbari, et al., 2018). *Gel strength* harus sekecil mungkin (asal dapat mengikat *clay*) karena jika terlalu besar maka ada kemungkinan sebelum lumpur bergerak, sudah terjadi *break down* pada formasi terlebih dahulu, dimana lumpur masuk ke dalam formasi. *Gel strength* sebenarnya sangat tergantung pada viskositas lumpur, makin besar viskositas lumpur maka semakin besar nilai *gel strength* (Al-Jaff & Shamikh, 2024).

$$GS = lbs / 100 ft^2 = \text{pounds} / 100 ft^2 \tag{6}$$

$$GS = \frac{\text{simpangan maks 10 dtk}}{\text{simpangan maks 10 mnt}}$$

Keterangan :

GS = *Gel Strength*, LB/100 ft<sup>2</sup>

**Tabel 1.** Bahan dan prosedur *mixing original mud*

<i>MINERAL</i>	<i>Sg</i>	<i>Gram</i>	<i>Step</i>	<i>Times</i>
fw	1	321.61	0	0
NaOH	2.13	0.15	1	1
Bentonite	2.5	2	2	5
Pac-L	1.5	1.5	3	5
Starch	1.5	2.5	4	5
Barite	4.2	43	5	2
KCL	1.98	27	6	2
XCD	1.25	1.5	7	10
CaCO <sub>3</sub> 2,5%	2.7	17,5	8	5
CaCO <sub>3</sub> 7,5%	2.7	66,15	8	5

Penyaringan atau penapisan adalah pembersihan partikel padat dari suatu fluida dengan melewatkannya pada medium penyaringan, atau septum, yang di atasnya padatan akan terendapkan (Rizaldi, 2019). *Filtration loss* adalah kehilangan sebagian dari fasa cair (filtrat) lumpur masuk kedalam formasi *permeabel* ( (Ezeakacha & Salehi, 2019). Pengukurannya dilakukan dengan standard filter press, dimana lumpur ditempatkan pada selinder yang dasarnya dipasang kertas saring, dan bagian atas tabung diberikan tekanan udara/gas. Selanjutnya volume filtrat lumpur dan tebal mud cake dicatat. *API filtration rate* (statik) adalah volume (cc) filtrat/30menit pada tekanan 100 *psig*. Ketebalan mud cake biasanya

diukur dalam satuan 1/32 inch. *Filtration loss* yang terlalu besar berpengaruh jelek terhadap formasi maupun lumpurnya sendiri, karena dapat menyebabkan terjadinya *formation damage* (pengurangan permeabilitas efektif terhadap minyak/gas) dan lumpur akan kehilangan banyak cairan. Tabel 1 menunjukkan bahan-bahan yang digunakan beserta prosedur *mixing original mud*.

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tabel 2 menunjukkan hasil dari original mud dan kontaminasi 2,5 % CaCO<sub>3</sub> dan 7,5%. Dari hasil pengujian *original mud* dan *lost circulation material* didapatkan sifat pengujian yang berbeda yang ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 2.** Bahan dan prosedur *mixing* lumpur pemboran kontaminasi 2,5% dan 7,5% CaCO<sub>3</sub>

<i>Material</i>	<i>Sg</i>	<i>Gram</i>	<i>Step</i>	<i>Times</i>
fw	1	321.61	0	0
NaOH	2.13	0.15	1	1
Bentonite	2.5	2	2	5
Pac-L	1.5	1.5	3	5
Starch	1.5	2.5	4	5
Barite	4.2	43	5	2
KCL	1.98	27	6	2
XCD	1.25	1.5	7	10

**Tabel 3.** Hasil pengujian *original mud* dan *lost circulation material*

mud properties	hasil	hasil CaCO <sub>3</sub>	hasil CaCO <sub>3</sub>
API 13A	Original	2.50%	7.50%
mud weight	1.13 gr/cm	1.17 gr/cm	1.18 gr/cm
RPM 600	46	40	30
Rpm 300	28	25	21
Rpm 200	21	21	17
Rpm 100	21	16	12
Rpm 6	9	6	5
Rpm 3	7	4	4
PV	12 cp	15 cp	9 cp
Yp	22 lbs/ft	10 lbs/100ft	12 lbs/100ft
G.S 10 menit	10 lbs/100ft	6 lbs/100 ft	9 lbs/100 ft
G.S 10 detik	16 lbs/100ft	5 lbs/100ft	6 lbs/100ft
Filtrat	7,2 ml/30min	6.2 ml/ 30min	6 ml/30min
ph	9.3	8.4	9.1

A. Original plastic viscosity (PV) dan yield point (YP)

$$PV = \theta_{600} - \theta_{300} \tag{7}$$

$$= 46 - 28 \tag{8}$$

$$= 18 \tag{9}$$

$$YP = \mu_p = C_{600} - C_{300} \tag{10}$$

$$= C_{300} - \mu_p \tag{11}$$

$$= 28 - 18$$

$$= 10$$

$$PV = \theta_{600} - \theta_{300} \tag{12}$$

$$= 40 - 25$$

$$= 15$$

$$YP = \mu_p = C_{600} - C_{300} \tag{13}$$

$$= C_{300} - \mu_p \tag{14}$$

$$= 25 - 15$$

$$= 10$$

B. Kontamisi 7,5% Plastic Viscosity (PV) dan Yield Point (YP).

$$PV = \theta_{600} - \theta_{300} \dots \dots \dots (3.4)$$

$$= 30 - 21$$

$$= 9$$

$$YP = \mu_p = C_{600} - C_{300} \dots \dots \dots (9)$$

$$= C_{300} - \mu_p \dots \dots \dots (10)$$

$$= 21 - 9$$

$$= 12$$

Densitas lumpur pemboran atau berat mud diukur tanpa memberikan tekanan hidrosatik. Berat original mud ditimbang dan didapatkan data yaitu *mud balance* 1.13 *gr/cm<sup>3</sup>*, berat lumpur pemboran kontaminasi 2.5% CaCO<sub>3</sub> yaitu 1.17 *gr/cm<sup>3</sup>* dan kontaminasi 7.5% CaCO<sub>3</sub> yaitu 1.18 *gr/cm<sup>3</sup>* sesuai yang ditunjukkan pada Gambar 1.





Gambar 1. Perbandingan *mud weight* dengan variasi perlakuan CaCO<sub>3</sub>

### Rheology *Original Mud* dan CaCO<sub>3</sub>

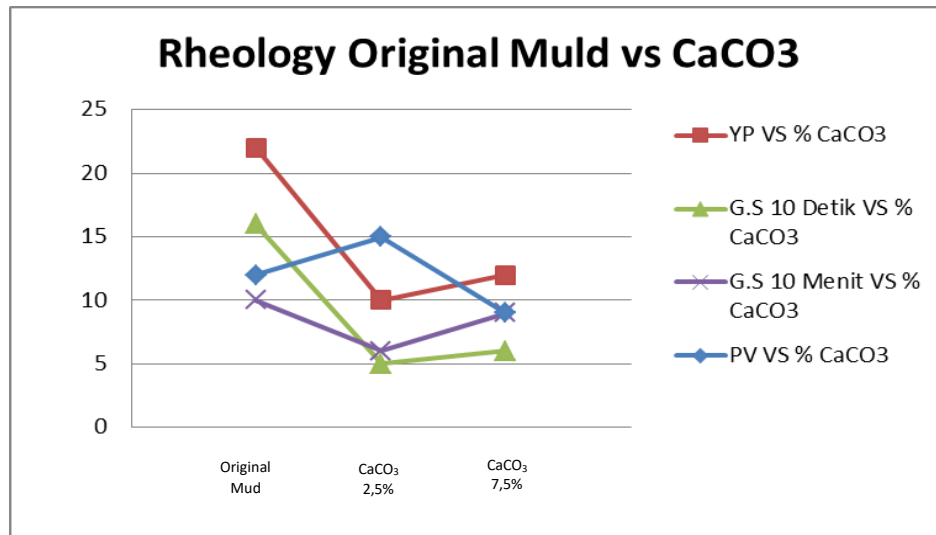
Pada *rheology* lumpur pemboran, yaitu menunjukkan hasil pengujian lumpur pemboran dalam masalah-masalah laju alir lumpur pemboran seperti *plastic viscosity*, *yield point*, dan *gel strength*. *Plastic viscosity* merupakan kemampuan lumpur pemboran kembali ke permukaan saat disirkulasikan ketika proses pengeboran dilakukan. Pada uji laboratorium ini melakukan perbandingan laju viskositas lumpur API 13A dengan penambahan CaCO<sub>3</sub> 2.5% dan 7.5%. Laju *plastic viscosity* lumpur API 13A = 12 *cp*, CaCO<sub>3</sub> 2,5% = 15 *cp* Dan CaCO<sub>3</sub> 7,5% = 9 *cp*. Untuk mencari nilai *plastic viscosity* yaitu nilai *rpm* 600 dikurang nilai *rpm* 300 pada alat ukur *fann viscometer*.

Pengukuran *yield point* dilakukan untuk mengetahui kemampuan lumpur pemboran menahan gesekan antara dinding sumur pengeboran dan kemampuan dalam mengangkat *cutting* ke permukaan. Pada uji laboratorium dilakukan perbandingan lumpur API 13A dengan penambahan CaCO<sub>3</sub> 2,5% dan CaCO<sub>3</sub> 7.5% *yield point*: lumpur API 13A 22 *lbs/ft*<sup>2</sup>, CaCO<sub>3</sub> 2,5% 10 *lbs/100ft*<sup>2</sup>, dan CaCO<sub>3</sub> 7.5% 12 *lbs/100 ft*<sup>2</sup>. Nilai *yield point* di dapatkan dari *rpm* 300 dikurang nilai *plastic viscosity*.

*Gel strength* kemampuan lumpur pemboran bersirkulasi kembali ketika di lakukan pemberhentian saat proses pemboran berlangsung, *gel strength* pada uji laboratorium yaitu simpangan 10 detik dan simpangan 10 menit. Untuk nilai *gel strength* 10 detik yaitu dari *rpm* 600 dengan waktu simpangan selama 10 detik menuju *rpm* 300 low pada *fann viscometer*. Pada simpangan 10 menit pada *rpm* 600 dengan kondisi *high* dengan waktu simpangan selama 10 menit menuju *rpm* 300 dengan kondisi *low* pada alat ukur *fann*

*viscometer*. Dari hasil pengukuran lumpur pemboran API 13A GS 10 detik = 16 *lbs/100 ft<sup>2</sup>*, dari 2,5%  $\text{CaCO}_3$  = 5 *lbs/100 ft<sup>2</sup>*, dan 7.5%  $\text{CaCO}_3$  = 6 *lbs/100 ft<sup>2</sup>*. Nilai dari simpangan 10 menit: API 13A = 10 *lbs/100 ft<sup>2</sup>*, 2,5%  $\text{CaCO}_3$  = 6 *lbs/100 ft* dan 7,5%  $\text{CaCO}_3$  = 9 *lbs/100ft*.

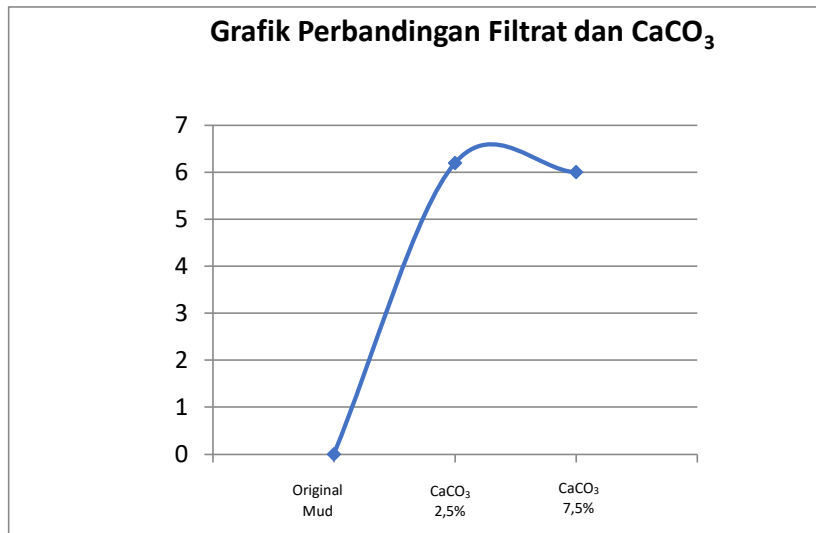
Dari perbandingan hasil pengukuran *rheology* dan perbandingan original mud dan penambahan  $\text{CaCO}_3$  dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Perbandingan *rheology* *Original Mud* dengan variasi perlakuan  $\text{CaCO}_3$

### Pengukuran Filtrat Original dan Lumpur $\text{CaCO}_3$

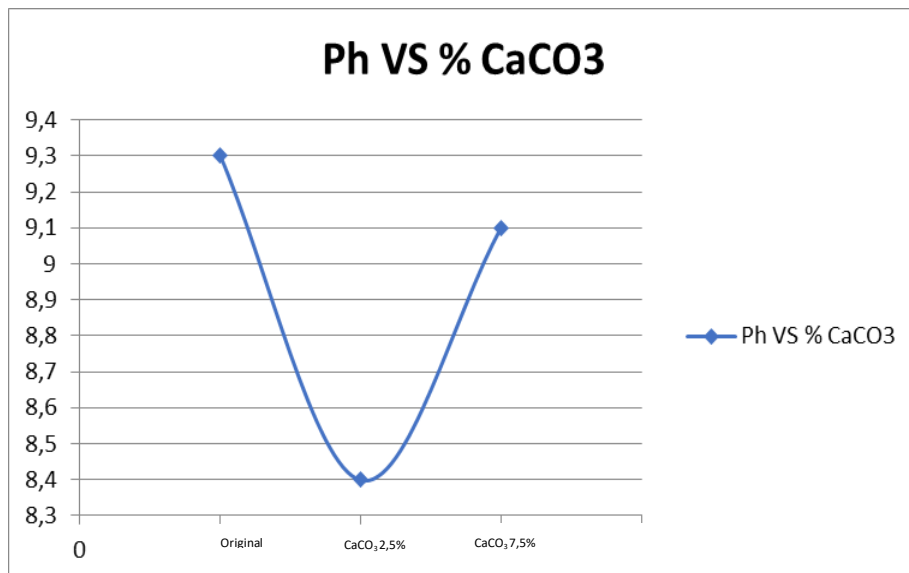
Pengukuran filtrat dilakukan dengan membaca nilai volume yang ada pada gelas ukur pada proses filtrasi telah mencapai 30 menit. Pengujian *filtration loss* dilakukan untuk mengetahui kemampuan lumpur pemboran dalam menutup formasi yang di uji di laboratorium dengan menggunakan *filter paper* sebagai media formasi pada uji laboratorium dan *pressure gauge* sebagai pemberi tekanan hidrostatik pada lumpur pemboran sebesar 100 *psi*. Nilai dari original mud API 13A 1.2 *ml/30 min*, kontaminasi 2,5%  $\text{CaCO}_3$  6,2 *ml/30 min* dan kontaminasi  $\text{CaCO}_3$  7,5% 6 *ml/30 min*. yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik perbandingan *Filtration Loss Original Mud* dan CaCO<sub>3</sub>

### Pengukuran *pH* Original Mud dan Lumpur CaCO<sub>3</sub>

Pengukuran *pH* lumpur dilakukan dengan menggunakan alat *pH* digital dengan mengambil air dari filtrasi dan dimasukkan kedalam gelas beker lalu dicelupkan *pH* digital dan catat angka yang ditunjukkan oleh *pH* digital. Untuk mengetahui kandungan garam pada



Gambar 4. Perbandingan *pH Original Mud* dengan variasi CaCO<sub>3</sub>

lumpur pemboran yang dapat menyebabkan korosi, dari hasil pengukuran *pH* original mud API 13A 9.3, dan nilai dari kontaminasi 2,5% CaCO<sub>3</sub> 8.4, dan hasil dari kontaminasi 7.5% CaCO<sub>3</sub> 9.1. melalui perbandingan pada Gambar 4.

## KESIMPULAN

Bahan dasar original mud berdasarkan API 13A yaitu fw = 321.61 gr; NaOH = 0.15 gr; Bentonite = 5; Pac-L = 1.5 gr; Starch = 2.5; Baritel = 43 gr; KCL = 27 gr, XCD = 1.5 gr. Kontaminasi 5% CaCO<sub>3</sub> yaitu 321.61gr; NaOH = 0.15 gr; Bentonite = 5 gr; Pac-L = 1.5 gr; Starch = 2.5; Barite = 43 gr; KCL = 27 gr; dan XCD = 1.5 gr. Sifat fisik lumpur pemboran kontaminasi CaCO<sub>3</sub> dari cangkang telur 2,5% *mad weigh*, = 1.17 gr/cm, dari *mud weigh* 7,5% = 1.18 gr/cm, laju *rheology*, pv 2,5% CaCO<sub>3</sub> = 15 cp 7,5% CaCO<sub>3</sub> = 9 cp, yp 2,5% CaCO<sub>3</sub> = 10 lbs/100ft, 7,5% CaCO<sub>3</sub> = 12 lbs/100ft, gs 10 detik = 5 lbs/100ft, 2,5% CaCO<sub>3</sub>, gs 10 menit 6 lbs/100ft 7,5% CaCO<sub>3</sub>, *filtration lost* CaCO<sub>3</sub> 2,5% = 6.2 ml/ 30min, 7,5% CaCO<sub>3</sub> 6 ml/30min. dan *pH* 2,5% = 8.4, 7,5% CaCO<sub>3</sub> = 8.4. Perbandingan sifat fisik lumpur original API 13A dan kontaminasi 2,5% CaCO<sub>3</sub>, 7,5% CaCO<sub>3</sub>, laju *rheology original mud* baik karena laju pv 12 cp lebih kecil dari laju yp 22 lbs/ft, laju *rheology* 2,5% CaCO<sub>3</sub> lumpur tidak dapat di sirkulasi kembali karena laju pv 15 cp lebih besar dari yp 10 lbs/100ft. Laju *rheology* 7,5% di katakan baik dalam bersirkulasi karena laju pv 9 cp lebih kecil dari yp 12 lbs/100ft.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pada penelitian ini berdasarkan data tryek 8-1/2 *hole* pada original mud dan kontamisi CaCO<sub>3</sub> 2,5% dan 7,5% uji laboratorium dari tanggal 20 November 2023 sampai dengan 1 Desember 2023. Terimakasih banyak penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini dan staf laboratorium Sekolah Tinggi Teknologi Migas, Dea Ananda,S.T selaku mentor selama melakukan penelitian di laboratorium.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agusman, A. R., 2022. Studi Pengaruh Kontaminasi Properti Rheology Water Based Mud di Lapangan Sunyu. *Jurnal Bhara Petro Energi*, 1(3), pp. 71-81.
- Akeju, O. A., Akintola, S. A. & Akpabio, J. U., 2014. The Use of *Crassostrea Virginica* as Lost Circulation Material in Water-Based Drilling Mud. *International Journal of Engineering and Technology*, 4(2), pp. 109-117.
- Alakbari, F., Elkatatny, S., Kamal, M. S. & Mahmoud, M., 2018. *Optimizing the Gel Strength of Water-Based Drilling Fluid Using Clays for Drilling Horizontal and Multi-Lateral Wells*. Dammna, Saudi Arabia, SPE Kingdom of Saudi Arabia Annual Technical Symposium and Exhibition.

- Al-Jaff, L. S. & Shamikh, M. G., 2024. The Additives Impact the Gel Strength of the Water Based Drilling Mud. *Journal of Al-Farabi for Engineering Sciences*, 2(2), pp. 22-26.
- Anon., 2019. *Desain Lumpur Pemboran Menggunakan Additive Barite dan CMC Industri untuk Mengatasi Formasi Salinitas Tinggi*, Pekanbaru: Universitas Islam Riau.
- Buntoro, A., 2016. *Lumpur Pemboran Perencanaan dan Solusi Masalah Secara Praktis*, Balikpapan: Sekolah Tinggi Teknologi Migas. *Skripsi*.
- Diningsih, C. & Rohmawati, L., 2022. Synthesis of Calcium Carbonate (CaCO<sub>3</sub>) from Eggshell by Calcination Method. *Indonesian Physical Review*, 5(3), pp. 208-215.
- Ezeakacha, C. P. & Salehi, S., 2019. A Holistic Approach to Characterize Mud Loss Using Dynamic Mud Filtration Data. *J. Energy Resour. Technol.*, 141(7), p. 072903.
- Jafarifar, I. & Najjarpour, M., 2022. Modeling Apparent Viscosity, Plastic Viscosity, and Yield Point in Water-Based Drilling Fluids: Comparison of Various Soft Computing Approaches, Developed Correlations and a Committee Machine Intelligent System. *Arabian Journal for Science and Engineering*, Volume 47, pp. 11553-11577.
- Mahmoodzadeh, F. & Chidiac, S. E., 2013. Rheological Models for Predicting Plastic Viscosity and Yield Stress of Fresh Concrete. *Cement and Concrete Research*, Volume 49, pp. 1-9.
- Pearlo, K. L., Satiyawira, B. & Husla, R., 2023. STUDI LABORATORIUM PENGARUH SISTEM BENTONITE PREHIDRASI TERHADAP MUD WEIGHT, VISKOSITAS, DAN PLASTIC VISCOSITY PADA TEMPERATUR 80° F, 250° F, DAN 300° F. *PETRO: Jurnal Ilmiah Teknik Perminyakan*, 2(1), pp. 12-26.
- Rizaldi, L. O. M., 2019. *Pengaruh Tekanan Terhadap Jumlah Cake pada Proses Filtrasi CaCO<sub>3</sub> Menggunakan Alat Filtration Plate and Frame*, Semarang: Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro. *Skripsi*.
- Sajjadian, M., Motlagh, E. E. & Daya, A. A., 2016. Laboratory Investigation to Use Lost Circulation Material in Water Base Drilling Fluid as Lost Circulation Pills. *International Journal of Mining Science (IJMS)*, 2(1), pp. 33-38.
- Veronika, A. O. & Rohmawati, L., 2022. Sintesis CaCO<sub>3</sub> dari Dolomit Bangkalan dengan Metode Leaching. *Sains dan Matematika*, 7(1), pp. 39-42.
- Zakky, Z., Satiyawira, B. & Samsol, S., 2015. *Studi Laboratorium Pemilihan Additif Penstabil Shale di Dalam Sistem Lumpur Kcl-polimer Pada Temperatur Tinggi*. Jakarta, Universitas Trisakti. *Skripsi*.