



Uji Laboratorium: Analisis Nilai Filtrasi High Pressure Water Based Mud pada Sumur Sunset

Romauli Tiurma Hutabarat¹✉, Muhammad Rizqie Fathan¹, Baiq Maulinda Ulfah¹

⁽¹⁾ Program Studi Teknik Perminyakan, Sekolah Tinggi Teknologi Migas Balikpapan, Indonesia

DOI: 10.31004/jutin.v8i4.50275

✉ Corresponding author:

[rthutabarat05@gmail.com]

Article Info	Abstrak
<p><i>Kata kunci:</i> <i>Filtrate;</i> <i>Lost Circulation;</i> <i>HPWBM;</i> <i>LCM;</i></p>	<p>Filtrasi lumpur pemboran berperan penting dalam menjaga kestabilan dinding sumur dan mencegah kehilangan cairan berlebih selama proses pemboran. Jika tidak terkendali, filtrasi dapat merusak formasi dan mengganggu operasi. Penelitian ini membahas efektivitas <i>High – Pressure Water Based Mud</i> (HPWBM) dengan tambahan CaCo_3 dan <i>Fracseal</i> sebagai upaya mengurangi filtrasi serta membentuk <i>mud cake</i> yang baik. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi kinerja filtrasi HPWBM pada berbagai ukuran sumur dalam kondisi <i>High – Pressure High Temperature</i> (HPHT). Pengujian ini dilakukan sesuai standar API ($\leq 10 \text{ ml/30menit}$). Hasil menunjukkan nilai filtrasi trayek 26" adalah 4,6 ml/30menit, trayek 17-1/2" adalah 3,8 ml/30menit, trayek 12-1/4" adalah 4,0 ml/30menit, dan trayek 8-1/2" adalah 2,4 ml/30menit. Semua nilai berada di bawah batas API, dengan kecenderungan menurun pada kedalaman lebih dalam. Penelitian ini menegaskan bahwa HPWBM dengan CaCo_3 dan <i>Fracseal</i> mampu mengendalikan filtrasi, menjaga kestabilan sumur, serta meningkatkan efisiensi dan keamanan pemboran.</p>
<p><i>Keywords:</i> <i>Filtrate;</i> <i>Lost Circulation;</i> <i>HPWBM;</i> <i>LCM;</i></p>	<p>Abstract <i>Drilling mud filtration plays an important role in maintaining wellbore stability and preventing excessive fluid loss during the drilling process. If uncontrolled, filtration can damage formations and disrupt operations. This study discusses the effectiveness of High-Pressure Water-Based Mud (HPWBM) with the addition of CaCo_3 and <i>Fracseal</i> as an effort to reduce filtration and form a good mud cake. The purpose of this study is to evaluate the filtration performance of HPWBM in various well sizes under HighPressure High-Temperature (HPHT) conditions. This test was conducted in accordance with API standards ($\leq 10 \text{ ml/30 minutes}$). The results show that the filtration rate for the 26" trajectory is 4.6 ml/30 minutes, the 17-1/2" trajectory is 3.8 ml/30 minutes, the 12-1/4" trajectory is 4.0 ml/30 minutes, and the 8-1/2" trajectory is 2.4 ml/30 minutes. All values were below the API limit, with a decreasing trend at greater depths. This study confirms that HOWBM with CaCo_3</i></p>

and Fracseal can control filtration, maintain well stability, and improve drilling efficiency and safety.

1. PENDAHULUAN

Lumpur pemboran adalah fluida khusus yang digunakan dalam proses pengeboran sumur minyak, gas, atau panas bumi. Cairan ini dipompa dari permukaan melalui pipa bor, keluar melalui mata bor, lalu kembali ke permukaan melalui ruang antara pipa bor dan dinding sumur. Peran lumpur dalam pengeboran migas sangat penting karena berpengaruh besar terhadap keelamatan, efisiensi, serta kesuksesan operasi pengeboran. Lumpur pemboran merupakan bagian yang sangat vital dalam kegiatan pengeboran minyak, gas bumi, maupun panas bumi.

Lumpur pemboran atau *drilling mud* merupakan komponen utama dalam kegiatan pengeboran minyak, gas bumi, maupun panas bumi. Fluida ini bukan sekedar air biasa, melainkan sistem yang terdiri dari cairan dasar, bahan padat, serta bahan kimia yang dipilih secara khusus agar sesuai dengan kondisi batuan dan teknik pengeboran. Lumpur dipompakan dari permukaan ke dalam sumur melalui pipa bor, keluar melalui mata bor, lalu kembali ke permukaan melalui ruang antara pipa bor dan dinding sumur. Fungsi lumpur pemboran sangat beragam dan saling terkait. Fungsi utamanya adalah mengangkat serpihan batuan atau *cuttings* dari hasil pemotongan mata bor ke permukaan agar lubang tidak terlalu kotor. Selain itu, lumpur bekerja sebagai bahan pendingin dan pelumas untuk mata bor serta rangkaian alat bor yang bekerja di kedalaman, sehingga usia alat bisa bertahan lebih lama. Dari segi keselamatan, lumpur juga memiliki peran penting dalam mengontrol tekanan hidrostatik agar cairan alam seperti gas, minyak, maupun air tidak masuk ke dalam sumur, sehingga risiko terjadinya *kick* atau *blowout* dapat dicegah.

Analisis sifat fisik dari lumpur pemboran sangat penting untuk memahami dan mengelola berbagai faktor yang memengaruhi kinerja pengeboran. Beberapa sifat fisik yang perlu diperhatikan meliputi berat lumpur, sifat aliran (*rheologi*), titik pengendapan pada kecepatan rendah (LSYP), filtrasi, dan lapisan lumpur (*mud cake*). Sifat filtrasi dan *mud cake* berkaitan dengan cara lumpur bersentuhan dengan formasi berpori, serta dapat memengaruhi aliran lumpur ke dalam formasi. Dua metode yang digunakan untuk menguji kehilangan filtrasi adalah API *Filter Press* dan HPHT. *Mud cake* yang baik akan menutupi dinding sumur sehingga mampu menghalangi keluarnya fluida ke formasi sekaligus mencegah terjadinya kebocoran jika terjadi getaran.

Sebelum digunakannya lumpur pemboran dengan formulasi yang kompleks seperti sekarang, biasanya air digunakan untuk mengangkat *cuttings* dari sumur. Namun, air kini tidak lagi dianggap efektif dalam mengatasi berbagai tantangan selama proses pengeboran. Lumpur pemboran pada umumnya dibagi menjadi tiga jenis utama, yaitu berbasis air, berbasis minyak, dan berbasis sintetik. Berbagai jenis formula seperti polimer KCl, polimer KCl PHPA, dan HPWBM kini populer digunakan pada lumpur berbasis air karena efektif dalam mengatasi permasalahan pada formasi. Keunggulan dari HPWBM adalah biaya produksinya lebih rendah serta aspek keselamatan yang lebih baik. Lumpur berbasis minyak memiliki keunggulan dalam menjaga integritas formasi dan tahan terhadap suhu tinggi. Pilihan ketiga adalah menggunakan lumpur berbasis sintetik, yang lebih ramah lingkungan dibandingkan lumpur berbasis minyak, tetapi biaya produksinya lebih mahal dan membutuhkan pengelolaan yang ketat untuk mencegah korosi.

Filtrasi yang tinggi pada lumpur pemboran bisa menyebabkan berbagai masalah berbahaya selama pemboran. Pengujian nilai filtrasi memiliki batasan dalam pengujinya. Batas yang digunakan adalah Batas Standar API, batas standar API maksimal sekitar 10 ml per 30 menit adalah nilai baku yang menunjukkan jumlah cairan filtrasi yang terlepas dari lumpur pemboran selama uji tekanan dan waktu tertentu. API Filtrate adalah parameter yang mengukur jumlah cairan yang keluar dari lumpur pemboran ke formasi dalam waktu 30 menit di bawah tekanan standar, biasanya sekitar 100 psi, menggunakan alat *filter Press*. Nilai ini menunjukkan kemampuan lumpur pemboran dalam membentuk lapisan *mud cake* yang bagus. Batas standar API untuk filtrat adalah kurang dari atau sama dengan 10 ml dalam 30 menit. Artinya, lumpur pemboran yang diuji tidak boleh melepasan lebih dari 10 ml cairan dalam waktu tersebut. Jika volume filtrat melebihi batas tersebut, bisa menyebabkan masalah teknis. Jika filtrasi terlalu banyak, akan terbentuk *mud cake* yang tebal dan tidak rata di dinding lubang bor. Kondisi ini meningkatkan kemungkinan *differential sticking*, yaitu situasi di mana pipa bor tertinggal karena perbedaan tekanan antara lumpur dan lapisan batuan. Selain itu, filtrasi tinggi juga bisa membuat fluida lumpur masuk ke lapisan batuan berpori, yang berpotensi merusak kemampuan batuan untuk mengalirkan fluida. Akibatnya, hasil produksi dari sumur bisa menurun karena terjadi *formation damage*.

Masalah lain yang terjadi akibat filtrasi tinggi adalah ketidakstabilan lapisan batuan, terutama pada lapisan lempung atau serpih yang sensitif. Masuknya fluida pemboran ke dalam lapisan ini bisa mempercepat pembengkakan dan terurai batuan. Hal ini tidak hanya menghambat kecepatan pemboran, tetapi juga meningkatkan risiko dinding sumur retak atau runtuh. Selain itu, filtrasi yang tidak terkendali bisa menyebabkan hilangnya sirkulasi fluida, karena cairan mudah mengalir ke celah atau zona yang memiliki pori besar.

Untuk mencegah masalah – masalah yang kemungkinan akan terjadi tadi, tentu saja kita harus memperhatikan berbagai bahan aditif dalam merancang lumpur pemboran yang produktif dan mampu mengatasi permasalahan yang timbul. Bahan aditif harus memenuhi spesifikasi wajib dari sumur, di antaranya :

- *Water* : berfungsi sebagai fase dasar (*base fluid*) untuk melarutkan dan mencampurkan seluruh bahan aditif lumpur.
- *Polyamine (Dimethylamine copolymer)*: dapat berfungsi menjadi penghambat lumpur yang baik, karena kemampuannya mencegah penyerapan air pada formasi *shale* dan lempung.
- *Bentonite* : *natrium montmorilonit* yang digunakan untuk meningkatkan viskositas lumpur dan mengurangi rembesan air pada formasi berpori.
- *PAC – LV* : polimer viskositas rendah yang larut dalam air pada berbagai suhu, berfungsi sebagai pengikat untuk membantu menjaga kestabilan formasi di sekitar sumur.
- *Soltex* : aditif garam kalium yang diformulasikan dari natrium aspal sulfonat, berfungsi menjaga kontrol filtrasi API dan HPHT serta memperkuat *filter cake*.
- *Fracseal* : serat halus dari selulosa organik, berguna untuk mengatasi pipa terjepit, menstabilkan serpih dan lapisan batubara, meningkatkan permeabilitas balik, serta berpotensi menjadi *Lost Circulation Material (LCM)* yang baik.
- *CaCo₃* (medium) : digunakan sebagai LCM untuk mengendalikan kehilangan lumpur serta menambah berat lumpur.
- *Pati (Starch)* : berfungsi sebagai *viscosifier* untuk menambah viskositas lumpur serta membantu pengangkatan *cuttings*.

Memilih jenis lumpur dan aditif yang tepat sangat penting untuk mengurangi masalah yang mungkin terjadi selama proses pemboran. Semua faktor harus diperhatikan dalam merancang lumpur pemboran yang baik agar operasi pengeboran berjalan aman, optimal, dan mengurangi risiko masalah yang bisa muncul.

2. METODE

Penelitian ini menguji kemampuan filtrasi dari lumpur berbasis *High – Performance Water Based Mud* (HPWBM) yang diperbaiki menggunakan beberapa bahan utama sebagai bahan penahan kebocoran (*Lost Circulation Material/LCM*). Lumpur yang digunakan telah dibuat sesuai dengan standar yang ditentukan, lalu dilakukan pengujian dengan menggunakan API *Filter Press* pada tekanan 100 psi. Berikut ini adalah bahan – bahan yang digunakan dalam merancang lumpur pemboran tersebut :

Tabel 1. Formula Lumpur

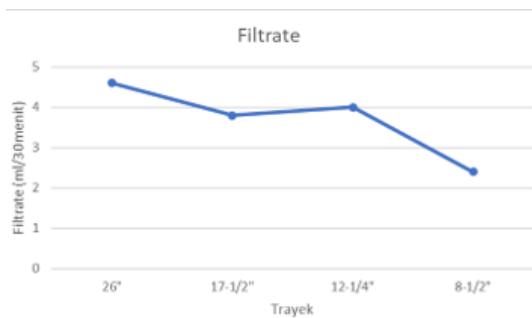
Bahan	TRAYEK			
	Trayek 26"	Trayek 17-1/2"	Trayek 12-1/4"	Trayek 8-1/2"
	Massa (gr)	Massa (gr)	Massa (gr)	Massa (gr)
<i>Fresh Water</i>	299,83	282,26	254,96	220,90
<i>Bentonite</i>	3,00	1,25	2,00	5,00
<i>PAC - LV</i>	1,50	1,60	2,250	7,00
<i>Soltex</i>		6,00	6,00	6,00
<i>Fracseal</i>		6,00	6,00	8,00
<i>CaCo₃</i>		10,00	10,00	10,00
<i>Starch</i>	3,50	3,00	2,00	0,00
<i>Polyamine</i>		7,91	7,91	7,91

Dengan menggunakan bahan – bahan yang ada, metode ini tidak hanya membantu dalam mendapatkan data tentang filtrasi, tetapi juga penting dalam menilai kinerja lumpur pemboran di setiap bagian sumur. Hasil yang di dapat dari pengujian ini diharapkan dapat membantu dalam memilih formula lumpur yang baik untuk mengatasi permasalahan yang ada, seperti *lost circulation*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2. Hasil Pengujian

Trayek	API <i>Filtrate</i> Spec	(ml/30menit) Result
26"	Record	4,6
17-1/2"	Record	3,8
12-1/4"	Record	4,0
8-1/2"	Record	2,4



Gambar 1. Grafik Trayek vs Filtrat

Dalam formula lumpur pemboran, CaCO_3 dan *Fracseal* memiliki peran penting sebagai bahan tambahan untuk mengatasi masalah *lost circulation* dan meningkatkan kualitas lumpur pemboran. CaCO_3 (Kalsium Karbonat) digunakan sebagai aditif pada lumpur pemboran, baik pada lumpur berbasis air (*Water Based Mud*) maupun lumpur berbasis minyak (*Oil Based Mud*). Penambahan CaCO_3 dalam lumpur pemboran membantu menurunkan volume filtrat yang hilang, sehingga mengurangi pembentukan *Mud Cake* yang berlebih dan menjaga kestabilan lubang bor. CaCO_3 berkerja dengan menutup pori – pori atau rekahan kecil di formasi sehingga mencegah fluida lumpur masuk ke dalam formasi tersebut. Sedangkan *Fracseal* adalah bahan *Lost Circulation Material* (LCM) berupa serat halus yang digunakan bersama dengan CaCO_3 dalam lumpur pemboran untuk menangani *Lost Circulation* akibat rekahan pada dinding lubang bor. *Fracseal* berfungsi sebagai *bridging agent* yang efektif menutup zona rekahan dan pori – pori formasi agar lumpur tidak terbuang ke dalam formasi, sehingga membantu mencegah *lost circulation*. Kombinasi *Fracseal* dan CaCO_3 dalam lumpur pemboran terbukti dapat menurunkan jumlah filtrat yang hilang dengan signifikan.

Pengujian filtrasi dilakukan menggunakan alat API *Filter Press* dengan tekanan 100 psi selama 30 menit. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan *High – Pressure Water Based Mud* (HPWBM) yang dicampurkan dengan CaCO_3 dan *Fracseal* mampu mengendalikan kehilangan cairan secara efektif pada setiap tingkat pemboran. Hasil pengujian tersebut menunjukkan hasil bahwa pada trayek 26" memiliki nilai sebesar 4,6 ml/30menit. Dimana nilai ini menunjukkan bahwa lumpur sudah mampu membentuk lapisan *mud cake* yang cukup baik untuk menghambat aliran cairan ke formasi dangkal. Kemudian pada trayek 17-1/2" memiliki nilai sebesar 3,8 ml/30menit. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan CaCO_3 dan *Fracseal* dalam lumpur berperan penting dalam meningkatkan kontrol filtrasi. Pada trayek 12-1/4", nilai filtrasi yang didapat adalah 4,0 ml/30menit. Angka ini masih tergolong aman dan stabil, meskipun trayek ini mengalami suhu yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa lumpur HPWBM tetap mampu menjaga stabilitas sifat filtrasi meskipun terdampak kondisi *High Pressure High Temperature*. Dan pada trayek 8-1/2", nilai filtrasi yang di dapat sebesar 2,4 ml/30menit. Nilai ini merupakan nilai yang terendah dari semua trayek. Dalam hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *High – Pressure Water Based Mud* (HPWBM) yang digabungkan dengan CaCO_3 dan *Fracseal* dalam lumpur berperan penting dalam meningkatkan kontrol filtrasi, mengendalikan kehilangan cairan di sumur produksi dengan tekanan suhu tinggi,

dan juga membantu menutup pori – pori formasi secara lebih rapat, sehingga laju aliran filtrat menjadi lebih rendah. Tingkat filtrat yang rendah juga menandakan terbentuknya lapisan *mud cake* yang tipis, padat, dan rapat, sehingga mampu memperkuat dinding sumur dan mencegah kehilangan cairan total.

Nilai filtrasi dalam pengujian lumpur pemboran mengalami penurunan ketika di tambahkan bahan aditif yaitu *Fracseal* dan CaCo_3 . Penurunan ini terjadi karena kedua bahan tersebut berfungsi sebagai *Lost Circulation Material* (LCM) yang efektif dalam mengendalikan kehilangan cairan. *Fracseal*, yang terbuat dari serat selulosa organik halus, dapat menutup celah, rekanan atau pori – pori besar pada formasi dengan cara membentuk lapisan tipis di sepanjang dinding sumur. Lapisan ini berperan sebagai penghalang sehingga aliran fluida ke dalam formasi bisa diminimalkan. Sementara itu CaCo_3 berfungsi sebagai material pengisi (*bridging agent*) dengan ukuran partikel yang berbeda – beda, sehingga bisa masuk ke dalam celah atau pori – pori kecil formasi. Keberadaan CaCo_3 membantu membentuk lapisan *mud cake* yang lebih rapat, kuat, dan kedap, sekaligus meningkatkan densitas lumpur agar mampu menyeimbangkan tekanan formasi. Gabungan antara *Fracseal* yang menutup retakan dan CaCo_3 yang mengisi pori – pori menyebabkan permeabilitas lapisan *mud cake* menurun secara signifikan, sehingga jumlah cairan yang keluar dari lumpur (nilai filtrat) menjadi lebih kecil.

Hal ini terbukti melalui hasil pengujian yang terdapat dalam hasil pengujian, dimana penggunaan *Fracseal* dengan CaCo_3 mampu menurunkan nilai filtrat secara berurutan. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penambahan *Fracseal* dan CaCo_3 sangat efektif dalam mengendalikan filtrasi, mempertahankan stabilitas dinding sumur, serta mencegah terjadinya kehilangan sirkulasi yang berlebihan.

4. KESIMPULAN

Hasil uji menunjukkan nilai filtrasi API lumpur *High – Performance Water Based Mud* (HPWBM) yang digabungkan dengan CaCo_3 dan *Fracseal* berada dalam batas standar API $\leq(10 \text{ ml}/30\text{menit})$, dengan nilai filtrasi menurun pada trayek yang lebih dalam. Formulasi ini efektif mengurangi kehilangan cairan dan membentuk *mud cake* yang cukup baik. Sistem HPWBM dengan LCM bekerja baik di kondisi *High Pressure High Temperature* (HPHT). Selain mengendalikan filtrasi, formulasi ini meningkatkan stabilitas dinding sumur dan mencegah kehilangan cairan parsial maupun total. Kesimpulannya, HPWBM yang dimodifikasi dengan CaCo_3 dan *Fracseal* adalah solusi

5. REFERENSI

- Pasarrin, Y. R., Amiruddin, A., Ulfah, B. M., Laby, D. A., & Afifah, R. S. (2024). STUDI LABORATORIUM ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN FRACSEAL DAN KALSIUM KARBONAT (CACO_3) UNTUK MENGATASI LOST CIRCULATION TERHADAP LUMPUR PEMBORAN. *PETROGAS: Journal Of Energy And Technology*, 6(1), 7-11.
- Khalid, I., Trisa, W., Novrianti, N., & Novriansyah, A. (2023). ANALYSIS THE EFFECT OF CONCENTRATION AND TEMPERATURE OF BAGASSE AS LOST CIRCULATION MATERIAL (LCM) ON DRILLING MUD RHEOLOGY. *PETRO: Jurnal Ilmiah Teknik Perminyakan*, 12(3), 131-148.
- Kusworo, Z. A., Silviana, S., & Putranto, T. T. (2023). Penggunaan Tepung Tapioka Sebagai Pengganti Bentonit Pada Lumpur Pemboran Berbahan Dasar Air. *Jurnal Profesi Insinyur Indonesia*, 1(2), 45-51.
- Ahmed Hullio, I., Tunio, A. H., Akhtar, W., Memon, M. A., & Gabol, N. M. (2024). Enhancing the Rheological and Filtration Performance of Water-Based Drilling Fluids Using Silane-Coated Aluminum Oxide NPs. *ACS omega*, 10(1), 955-963
- Al-Ziyadi, H., & Verma, A. (2025). Smart Additives for Fluid Loss Control in Water-Based Drilling Fluid: A Review of Recent Developments. *Petroleum Research*.
- Jasper Deebari, U., Iloke, E., Elizabeth, C. N., Kinigoma, B. S., & Jasper, M. Improved Filtration Loss Control of WaterBased Mud Using Coconut Shell Nanopowder.
- Ramadhan, R. (2016, April). Optimasi penggunaan polymer Ultrahib dalam sistem water base mud di sumur RRX11 lapangan RRX. In *Seminar Nasional Cendekianwan 2015*. Trisakti University.