

# ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN PAC-R TERHADAP KARAKTERISTIK *RHEOLOGY* LUMPUR PEMBORAN YANG TERKONTAMINASI BATUBARA

Nijusiho Manik<sup>1</sup>, Fathur Rozi<sup>2</sup>, Esterina Natalia Paidan<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Perminyakan, Sekolah Tinggi Teknologi Migas

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

## ABSTRACT

*It has been known coal contamination in drilling mud will damage the mud's performance in carrying out its function during drilling operations. To maintain the performance of the drilling mud due to coal contamination in drilling activities, it is necessary to add Polyanionic Cellulose - Refined (PAC-R). Based on the research results, the effect of coal contamination 1%, 2%, 3%, and 4% (sample B) can change the physical properties of drilling mud such as reducing the rheology value of drilling mud and increasing the filtration loss value. Therefore, the addition of PAC-R additives is needed to control the physical properties of the drilling mud. From the results, the addition of PAC-R additives of 0.3% (sample C2) and 0.5% (sample C3) can provide changes to the rheology value of drilling mud in accordance with the specifications of drilling mud with respective plastic viscosity values of 12 cps and 15 cps, yield point 18 lbs/100ft<sup>2</sup> and 18 lbs/100ft<sup>2</sup>, gel strength 10" 4 lbs/100ft<sup>2</sup> and 5 lbs/100ft<sup>2</sup> and filtration loss 5.8 ml/30min and 4.9 ml/30 min. This is because the PAC-R additive functions to reduce filtration in drilling mud and as a viscous in the mud to increase the rheology value of the mud.*

**Keywords:** Mud Drilling, Coal Contamination, Rheology Properties, PAC-R.

## ABSTRAK

Diketahui kontaminasi batubara dalam lumpur pemboran akan merusak kinerja lumpur dalam menjalankan fungsinya selama operasi pengeboran. Untuk menjaga kinerja lumpur pemboran tersebut akibat kontaminasi batubara dalam kegiatan pemboran, maka perlu penambahan *Polyanionic Cellulose - Refined* (PAC-R). Berdasarkan hasil penelitian, pengaruh dari kontaminasi batubara 1%, 2%, 3%, dan 4% (sampel B) dapat merubah sifat fisik lumpur pemboran seperti menurunkan nilai *rheology* lumpur pemboran dan menaikkan nilai *filtration loss*. Oleh karena itu dibutuhkan penambahan zat additive PAC-R untuk mengontrol sifat fisik lumpur pemboran tersebut. Dari hasil pengujian, penambahan zat additive PAC-R sebesar 0,3% (sampel C2) dan 0,5% (sampel C3) dapat memberikan perubahan terhadap nilai *rheology* lumpur pemboran sesuai dengan spesifikasi lumpur pemboran dengan nilai masing-masing nilai plastic viscosity 12 cps dan 15 cps, yield point 18 lbs/100ft<sup>2</sup> dan 18 lbs/100ft<sup>2</sup>, gel strength 10" 4 lbs/100ft<sup>2</sup> dan 5 lbs/100ft<sup>2</sup> dan filtration loss 5,8 ml/30min dan 4,9 ml/30 min. Hal ini dikarenakan zat additive PAC-R berfungsi untuk mengurangi *filtrasi* dalam lumpur pemboran dan sebagai *viscofier* dalam lumpur untuk menjadi nilai *rheologi* lumpur.

**Kata kunci:** Lumpur Pemboran, Kontaminasi Batubara, Sifat *Rheology*, PAC-R.

## PENDAHULUAN

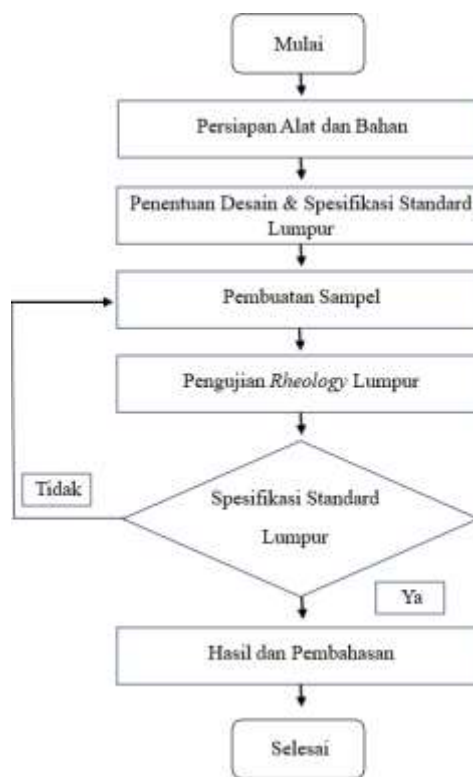
Dalam kegiatan pemboran sumur minyak dan gas, tujuan utama kegiatan pemboran ialah mencapai zona reservoir dengan aman dan efisien serta biaya terjangkau. Salah satu komponen utama dalam proses pemboran adalah *drilling fluid* (fluida pemboran) atau yang biasa disebut *drilling mud* (Haryadi, 2019; Kusworo dkk, 2023). Keberhasilan kegiatan pemboran sangat dipengaruhi oleh lumpur pemboran. Semakin baik sistem sirkulasi pada lumpur pemboran maka semakin baik pula hasil proses pemborannya. Kontaminasi dalam lumpur pemboran dapat mempengaruhi sejumlah sifat fisik lumpur, seperti menurunnya *plastic viscosity*, meningkatnya volume *filtrat*, serta memperbesar lapisan *mud cake* (Zamora, 2015). Kontaminasi dalam lumpur pemboran akan merusak kinerja lumpur dalam menjalankan fungsinya selama operasi pengeboran (Hidayat & Irfan, 2022) .

Salah satu material yang dapat mengkontaminasi lumpur pemboran adalah kontaminasi dari lapisan batubara. Kontaminasi batubara dalam lumpur pemboran dapat mempengaruhi sejumlah sifat fisik lumpur pemboran (Zamora, 2015). Batubara memiliki sifat *hydropobic* yang dimana sifat ini sulit tercampur oleh cairan (Kasim, 2023). Hal ini dapat menyebabkan lumpur yang terkontaminasi batubara pada suhu 100<sup>0</sup>F dalam lumpur pemboran dapat mempengaruhi beberapa sifat fisik lumpur seperti menurunnya *plastic viscosity* dan meningkatnya volume *filtrat*. Selain itu, batubara juga memiliki sifat *brittle* yang dapat menyebabkan formasi runtuh serta mengendap pada kedalaman tertentu (Irfan, 2022). Hal ini bisa menyebabkan masalah serius seperti *pipe stacking* dan *slaoughing shale* pada formasi.

Untuk menjaga kinerja lumpur pemboran tersebut akibat kontaminasi batubara dalam kegiatan pemboran, maka perlu penambahan *Polyanionic Cellulose - Refined* (PAC-R). PAC-R adalah salah satu *additive filtration loss control agent* yang terbuat dari hasil modifikasi kimia *pulp* kayu yang menghasilkan *polymer* yang berfungsi untuk menurunkan volume *filtrate* dan meningkatkan *viskositas* (Junianto dkk, 2017). Dalam penelitian ini akan menyelidiki pengaruh penambahan PAC-R terhadap karakteristik *rheology* lumpur pemboran yang terkontaminasi batubara. Mengingat kompleksitas interaksi antara partikel-partikel dalam lumpur yang terkontaminasi. Dampak *additive* ini sangat penting untuk meningkatkan efektivitas dan keberlanjutan operasional dalam kegiatan pengeboran. Hasil yang diperoleh menunjukkan perubahan signifikan dalam *viskositas*, *yield point*, dan sifat aliran *rheologi* lumpur, yang tentunya dapat memengaruhi kinerja operasional pemboran dalam kondisi lapangan.

## METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, perencanaan desain lumpur pemboran dilakukan dalam skala laboratorium. Metode penelitian ini untuk mengkaji pengaruh *additive* PAC-R terhadap karakteristik *rheology* lumpur pemboran yang terkontaminasi batubara. Untuk menentukan pengaruh PAC-R terhadap karakteristik rheologi lumpur yang terkontaminasi batubara, penelitian ini akan menggunakan beberapa sampel lumpur pemboran yang terkontaminasi batubara dimana konsentrasi PAC-R yang ditambahkan dalam komposisi lumpur pemboran dengan menggunakan volume sebesar 0,1 g/ml, 0,3 gr/ml, 0,5 gr/ml, dan 0,7 gr/ml.



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

Adapun prosedur penelitian dalam pengujian lumpur pemboran (Gambar 1) dilakukan dengan mempersiapkan sampel lumpur pemboran yang terkontaminasi batubara tertentu. Kemudian ditambahkan zat *additive* dengan variasi konsentrasi PAC-R ke dalam sampel lumpur pemboran yang telah terkontaminasi batubara untuk lakukan pengujian *rheology*. Pengujian *rheology* lumpur menggunakan viscometer pada berbagai kecepatan putaran untuk mendapatkan data *viscositas* dan sifat aliran (*yield point*, *gel strength*, *filtration loss*). Setiap pengujian sampel akan dilakukan pencatatan data yang mencatat perubahan *rheology* setelah penambahan PAC-R dan

Artikel diterima 10 Maret 2025. Online 30 Maret 2025.

lumpur yang tidak diberi *additive*.

Setelah data diperoleh, maka dilakukan analisis untuk melihat pengaruh penambahan zat *additive* PAC-R terhadap lumpur yang terkontaminasi batubara. Dari pengujian kemudian akan dilakukan interpretasi hasil dengan membandingkan parameter *rheology* yang telah diukur. Hasil dari interpretasi tersebut akan memberikan pertimbangan mekanisme kerja PAC-R dalam memodifikasi interaksi partikel dalam lumpur sehingga didapatkan desain lumpur pemboran yang sesuai untuk kondisi lumpur yang memiliki kontaminasi batubara.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, peneliti menyelidiki pengaruh penambahan PAC-R (*Polyanionic Cellulose - Refined*) terhadap karakteristik *rheology* lumpur pemboran yang terkontaminasi batubara dengan melakukan pengujian terhadap 9 (sembilan) jenis sampel yang terdiri dari sampel A merupakan sampel lumpur pemboran *original* tanpa kontaminasi batubara dan tanpa penambahan zat *additive* PAC-R. Kemudian sampel B yang terdiri dari 4 (empat) sampel lumpur pemboran yang terkontaminasi batubara tanpa adanya tambahan *additive* PAC-R dimana sampel B1 (lumpur pemboran terkontaminasi batubara 1%), sampel B2 (lumpur pemboran terkontaminasi batubara 2%), sampel B3 (lumpur pemboran terkontaminasi batubara 3%), dan sampel B4 (lumpur pemboran terkontaminasi batubara 4%). Selanjutnya sampel C yang terdiri dari 4 (empat) sampel yang masing-masing terkontaminasi batubara sebanyak 2% dan penambahan *additive* sebanyak 0,1% (sampel C1), 0,3% (sampel C2), 0,5% (sampel C3), dan 0,7% (sampel C4). Skenario sampel dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Sampel Pengujian Penelitian

Nama Sampel	Skenario								
	Original	Sampel kontaminasi batubara				Sampel kontaminasi batubara 2% dengan penambahan PAC-R			
		1%	2%	3%	4%	0,1%	0,3%	0,5%	0,7%
A	A1								
B		B1	B2	B3	B4				
C						C1	C2	C3	C4

Pada penelitian ini, acuan spesifikasi lumpur yang akan digunakan mengacu kepada penelitian terdahulu (Tabel 2), dimana spesifikasi lumpur yang diambil dari Sumur “N” yang merupakan sumur pengembangan (*development*) dimana terdiri dari Formasi Minas, Petani, Telisa, Upper Sihapas, dan Lower Sihapas. Interval sumur “N” pada trayek 12-¼ dengan ukuran casing

Artikel diterima 10 Maret 2025. Online 30 Maret 2025.

9-5/8” dan kedalaman 900 - 1100 ft. Salah satu formasi yang berada di sumur “N” yaitu formasi Sihapas merupakan formasi yang terdiri dari batupasir yang diselingi oleh lapisan tipis batubara. Batupasir pada formasi ini merupakan reservoir utama di Selat Malaka. Formasi ini juga ditandai oleh lapisan tipis batubara yang digunakan sebagai marker dalam penentuan sebaran formasi.

**Tabel 2.** Spesifikasi Lumpur Pemboran Pada Sumur “N” (Sumber : Nabilah, 2022)

No	Mud Properties	Spesification	Unit
1	Mud Weight	1,07 - 1,14	ppg/SG
2	Plastic Viscosity	10 - 18	cps
3	Yield Point	18 - 24	lbs/100ft <sup>2</sup>
4	Gel Strength 10’’	3 - 5	lbs/100ft <sup>2</sup>
5	Gel Strength 10’	6 - 8	lbs/100ft <sup>2</sup>
6	Filtrate API	< 6,00	ml/30 min

Berdasarkan hasil pengujian dari berbagai sampel, maka didapatkan hasil sebagai berikut :

#### 1. Densitas (*Mud Weight*)

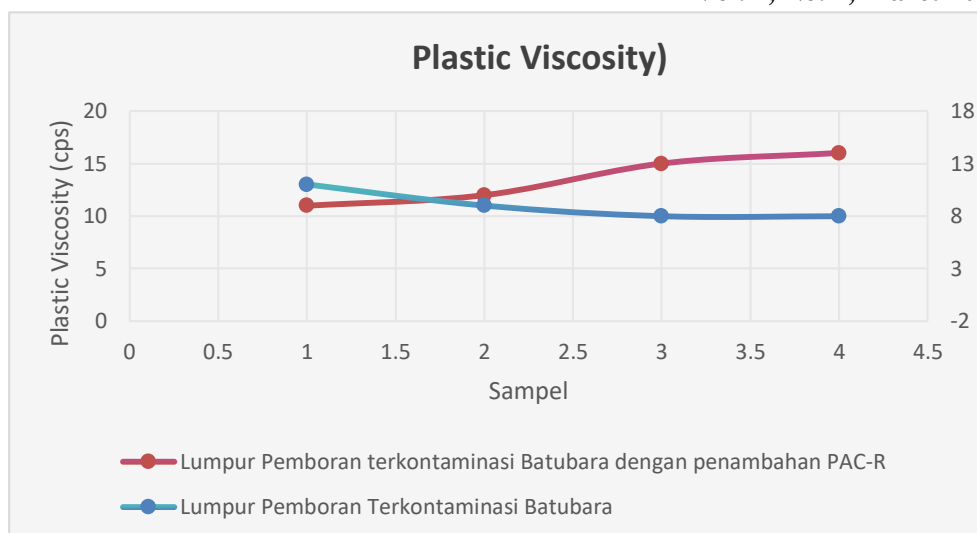
Pada sampel A, B, dan C yang telah di uji tidak ada perubahan pada nilai *mud weight*. Nilai *mud weight* tetap berada di 1,13 SG. Lumpur yang terlalu berat akan mengakibatkan timbulnya *lost circulation*. Disisi lain, apabila lumpur terlalu ringan maka akan menyebabkan *fluida* formasi masuk ke dalam lubang bor (*kick*) yang jika tidak segera diatasi akan menyebabkan terjadinya semburan liar (*blow out*). Adapun nilai *mud weight* yang diinginkan adalah berkisar antara 1,07 SG - 1,14 SG (Tabel 2) sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai *mud weight* dari seluruh sampel sudah sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.



**Gambar 2.** Hasil Pengujian *Mud Weight* pada lumpur pemboran

## 2. Plastic Viscosity

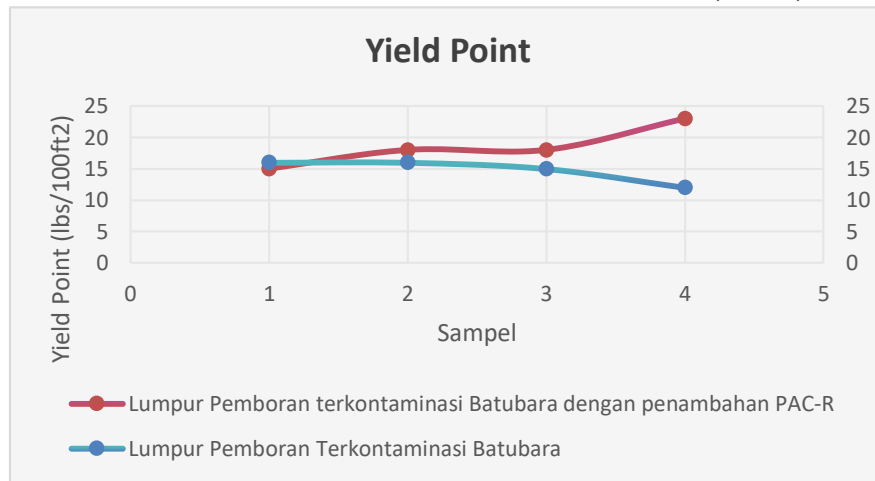
Lumpur yang terkontaminasi batubara sangat berpengaruh besar terhadap penurunan nilai *plastic viscosity*. Pada Gambar 3, terlihat bahwa nilai *plastic viscosity* pada lumpur pemboran mengalami penurunan yang sangat signifikan. Penambahan zat *additive* PAC-R sangat berdampak baik untuk mengontrol nilai *plastic viscosity* pada lumpur yang terkontaminasi batubara. Penambahan zat *additive* PAC-R membuat nilai *plastic viscosity* mengalami kenaikan. Hal ini dikarenakan *additive* PAC-R sebagai *viscofier* dalam lumpur pemboran yang memiliki sifat sebagai bahan pengental. Namun nilai *plastic viscosity* harus tetap dikontrol karena nilai *plastic viscosity* yang terlalu besar dapat mengakibatkan *cutting* sulit untuk dipisahkan dari lumpur. Sebaliknya jika nilai *plastic viscosity* terlalu kecil dapat mengakibatkan penurunan kemampuan fluida untuk mengalir. Adapun nilai *plastic viscosity* yang diinginkan adalah berkisar 10-18 cps. Sampel yang sesuai dengan spesifikasi ialah seluruh sampel C (sampel lumpu pembora terkontamias batubara dengn penambahan PAC-R).



**Gambar 3.** Hasil Pengujian *Plastic Viscosity* pada lumpur pemboran

### 3. Yield Point

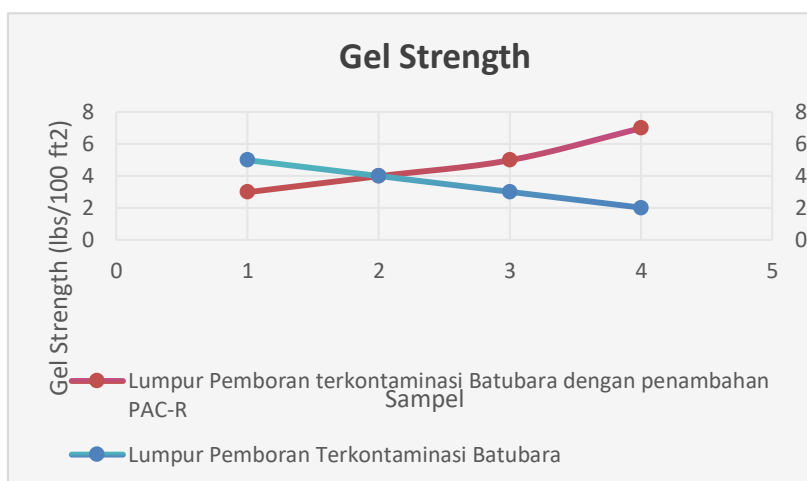
Nilai *yield point* harus selalu berada pada kondisi ideal. Karena apabila *yield point* terlalu besar, maka akan menyebabkan pompa bekerja lebih berat dari biasanya sehingga *pressure loss* juga akan semakin besar. Disisi lain, jika nilai *yield point* terlalu rendah maka dapat mengakibatkan berkurangnya daya angkat lumpur (Zakhrifady, 2018). Pada gambar 4 nilai *yield point* mengalami penurunan ketika lumpur terkontaminasi batubara. Partikel batubara tidak mudah tercampur dengan air. Hal ini menyebabkan bertambahnya viskositas dan lebih mudah mengendap. Penambahan *additive* PAC-R pada lumpur terkontaminasi batubara sangat mempengaruhi nilai dari *yield point*. Pada Gambar 4 tersebut, dengan penambahan zat *additive* PAC-R pada sampel lumpur pemboran yang terkontaminasi batubara maka nilai *yield point* mengalami kenaikan yang signifikan. *Additive* PAC-R sangat berdampak baik dalam mengontrol nilai dari *yield point* sehingga sampel yang nilai *yield point*-nya sudah memenuhi spesifikasi (18-24 lbs/100ft<sup>2</sup>) adalah sampel dengan penambahan *additive* PAC-R 0,3% (sampel C2), PAC-R 0,5% (sampel C3), dan PAC-R 0,7% (sampel C4).



**Gambar 4.** Hasil Pengujian *Yield Point* pada lumpur pemboran

#### 4. Gel Strength

Peranan PAC-R sangat baik untuk mengontrol dan menaikkan nilai dari *gel strength*. Ketika lumpur pemboran terkontaminasi batubara, maka nilai *Gel Strength* cenderung mengalami penurunan (Gambar 5). Lalu ketika ditambahkan zat additive PAC-R, maka nilai dari *Gel Strength* mengalami kenaikan yang signifikan. Akan tetapi nilai *Gel Strength* harus selalu dikontrol karena apabila nilai *gel strength* terlalu rendah maka lumpur tidak akan mampu untuk menahan *cutting* sedangkan jika nilai *gel strength* terlalu besar maka akan menyebabkan pompa bekerja terlalu keras ketika sirkulasi dimulai kembali. Adapun nilai *gel strength* yang diinginkan adalah berkisar 3 - 5 lbs/100 ft<sup>2</sup>. Sampel yang sesuai dengan spesifikasi ialah semua sampel C (sampel lumpu pembora terkontamias batubara dengan penambahan PAC-R).

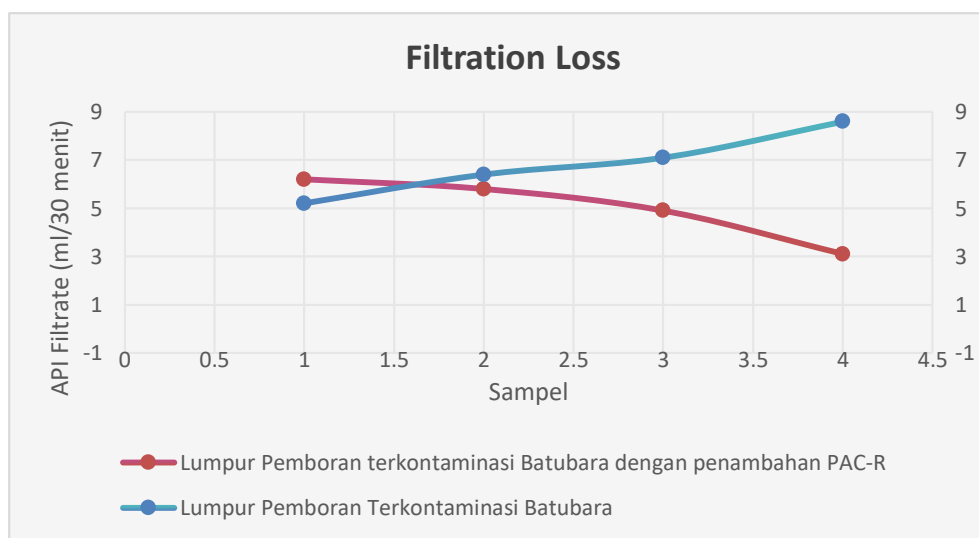


**Gambar 5.** Hasil Pengujian *Gel Strength* pada lumpur pemboran



## 5. Filtration Loss

Volume *filtrate* yang terlalu besar masuk ke dalam formasi akan menyebabkan kerusakan formasi sehingga akan mengurangi produktifitas lumpur pemboran. Volume *filtrate* yang terlalu besar juga akan menyebabkan terjadinya pipa terjepit. Pada penelitian ini, kontaminasi batubara berdampak buruk terhadap nilai API *filtrate* pada lumpur pemboran (Gambar 6). Penambahan additive PAC-R mampu untuk mengurangi nilai dari API *filtrate* yang ditunjukkan pada Gambar 6. Sehingga dapat disimpulkan bahwa zat additive PAC-R dalam lumpur pemboran yang terkontaminasi batubara dapat bertindak sebagai bahan pengontrol *filtrasi* yang baik.



**Gambar 6.** Hasil Pengujian *Filtrate* pada lumpur pemboran

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian terhadap pengujian penambahan zat *additive* PAC-R pada lumpur pemboran yang terkontaminasi batubara maka dapat disimpulkan bahwa kontaminasi batubara dalam desain lumpur pemboran akan memberikan pengaruh terhadap perubahan sifat fisik lumpur pemboran. Pada sampel B (B1 - B4) menunjukkan bahwa kontaminasi batubara dapat menurunkan nilai dari *rheology* dan menaikkan nilai *filtration loss* lumpur. Kontaminasi batubara ditambahkan ke dalam lumpur dengan variasi 1%, 2%, 3%, dan 4% sehingga menurunkan nilai *platic viscosity* dari yang standar 10 - 18 cps menjadi 8 - 11 cps, menurunkan nilai *yield point* dari standar 18 - 24 lbs/100ft<sup>2</sup> menjadi 12 - 16 lbs/100ft<sup>2</sup>, dan menurunkan nilai *gel strength* dari standar 3 - 5 lbs/100ft<sup>2</sup> menjadi 2 - 5 lbs/10ft<sup>2</sup>, serta meningkatka nilai *filtration loss* dari yang standar < 60 ml/30min meningkat menjadi 5,2 - 8,6 ml/30 min. Hal ini dikarenakan batubara memiliki sifat *hydrophobic*

Artikel diterima 10 Maret 2025. Online 30 Maret 2025.

yang tidak dapat menyerap atau menerima lumpur pemboran yang berbasis air.

Oleh karena itu diperlukan penambahan zat *additive* PAC-R untuk mengontrol sifat fisik lumpur pemboran. Pada penelitian ini, penambahan zat *additive* PAC-R yang memenuhi semua kriteria spesifikasi yaitu pada sampel C2 dan C3 dengan penambahan zat *additive* PAC-R sebesar 0,3% dan 0,5% yang memenuhi semua kriteria spesifikasi yang dibutuhkan dengan masing-masing nilai *plastic viscosity* 12 cps dan 15 cps, *yield point* 18 lbs/100ft<sup>2</sup> dan 18 lbs/100 ft<sup>2</sup>, *gel strength* 10" 4 lbs/100ft<sup>2</sup> dan 5 lbs/100ft<sup>2</sup>, *gel strength* 10' 6 lbs/100ft<sup>2</sup> dan 8 lbs/100ft<sup>2</sup> dan *filtration loss* 5.8 ml/30min dan 4.9 ml/30min. Hal ini karena zat *additive* PAC-R pada lumpur pemboran berfungsi untuk mengurangi *filtrate* dalam lumpur pemboran dan sebagai *viscofier* dalam lumpur untuk menjaga nilai dari *rheologi* lumpur pemboran.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Sekolah Tinggi Teknologi Migas khususnya Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) STT Migas dan Laboratorium STT Migas Balikpapan yang telah menyediakan sarana dan prasarana selama kegiatan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Haryadi, A. P. (2019). Analisis Penggunaan *Aerated Drilling Fluid* Saat Proses Pengangkatan *Cutting* Sumur Geothermal Hululais. *Jurnal Pertambangan*. 3(3) 7–13.
- Hidayat & Irfan, N. (2022). Analisa Komprehensif Problem Pipe Stacking Dan Penganggulangannya Pada Pemboran Berarah di Sumur "ASK-01" Lapangan "JAYA" PT. PERTAMINA EP ASSET 3. Tesis Magister, UPN Veteran Yogyakarta.
- Junianto, A., Rosyidan C., & Satyawira B. (2017). Perencanaan Lumpur Pemboran Berbahan Dasar Air Pada Sumur X Lapangan Y. *Jurnal Petro.*, 6(4), 116-124.
- Kasim, R. W. (2023). *ANALISIS BENEFISIASI BATUBARA DENGAN METODE FLOTASI KOLOM MENGGUNAKAN AIR LAUT* (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- 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.
- Nabilah, S. (2022). EVALUASI DESAIN DRILL STRING PEMBORAN BERARAH SUMUR X LAPANGAN Y. *Humantech: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 2(Special Issues 1), 97-106.
- Zakhrifady, F. M. (2018). Hidrolika Pemboran dan Pengangkatan *Cutting*. *Jurnal Petro.*, 7(1), 5-14.
- Zamora, M. I. (2015). Desain Laboratorium Fluida Pemboran Berbahan Dasar Air Untuk

Menembus Formasi Batubara. Others thesis, UPN Veteran Yogyakarta.