

PENGUJIAN PENGARUH PENAMBAHAN ATTAPULGITE SEBAGAI VISCOSIFIER TERHADAP SIFAT FISIK LUMPUR PEMBORAN

Adam Ariyanto¹, Risna^{1*}, M.Nur Mukmin¹

¹Teknik Perminyakan,
Sekolah Tinggi Teknologi
Migas

*E-mail: imanuellrisna@yahoo.com

ABSTRACT

The success of a drilling operation depends on the conditions and mud system used. Changes in the physical properties of the mud are caused by contamination from NaCl, which occurs when drilling penetrates a high-salt dome and enters the drilling mud. The purpose of this research is to investigate the effect of adding Bentonite and Attapulgate additives on the properties of drilling mud. This research uses an experimental method. The results show that the density of the mud remains constant in the range of 1.04-1.06 ppg, even when Attapulgate is added up to 4 grams, because the use of barite remains at 25 grams. The addition of Attapulgate increases the plastic viscosity from 13 cp in sample 1 to 24 cp in sample 5, increases the yield point from 30 lb/100ft² to 62 lb/100ft², making the mud more effective in transporting drill cuttings. Conclusion The addition of Attapulgate in the amount of 1-4 grams shows an increase in various parameters. Attapulgate is effective as an additive for controlling filtration loss, with test results showing a decrease in filtrate volume in all samples.

Keywords: Testing, Attapulgate, Viscosifier, Physical Properties, Drilling Mud

ABSTRAK

Faktor keberhasilan suatu operasi pemboran terletak pada kondisi dan sistem lumpur yang digunakan. Berubahnya sifat fisik lumpur diakibatkan kontaminasi dari NaCl yang terjadi saat pemboran menembus kubah garam yang tinggi masuk kedalam lumpur pemboran. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan *additive Bentonite* dan *additive Attapulgate* terhadap properties lumpur pemboran. Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Hasil Penelitian ini adalah Hasil menunjukkan bahwa kepadatan lumpur tetap konstan pada kisaran 1,04–1,06 ppg meskipun attapulgate ditambahkan hingga 4 gram, karena penggunaan barit tetap sebesar 25 gram. Penambahan attapulgate meningkatkan viskositas plastik dari 13 cp pada sampel 1 menjadi 24 cp pada sampel 5, meningkatkan titik luluh dari 30 lb/100ft² menjadi 62 lb/100ft², sehingga lumpur lebih efektif mengangkut serpihan bor. Kesimpulan penelitian ini adalah Penambahan attapulgate sebanyak 1–4 gram menunjukkan peningkatan pada berbagai parameter. Attapulgate efektif sebagai aditif pengontrol kehilangan filtrasi, dengan hasil pengujian menunjukkan penurunan jumlah filtrat pada semua sampel.

Kata kunci: Pengujian, attapulite, viscosifier, sifat fisik, lumpur pemboran

PENDAHULUAN

Pencairan minyak serta gas bumi merupakan salah satu dari bagian kegiatan lumpur pemboran, kegiatan tersebut dilakukan saat eksplorasi maupun saat pengembangan. Salah satu faktor yang menentukan keberhasilan suatu operasi pemboran terletak pada lumpur bor. Hambatan yang sering terjadi pada operasi pemboran meliputi terjepitnya suatu rangkaian, *lost circulation* merupakan sumbatan liar dan lubang bor terjadi pembesaran sehingga menjadi pembelajaran yang harus dihadapi. Lumpur yang sering digunakan dan dilakukan pada *reservoir* batuan garam (*salt dome*) merupakan jenis lumpur *salt base mud*. Kubah garam terbentuk karena lapisan garam yang sangat tebal yang terbentuk *mineral halite* salah satu penyebab berubahnya sifat fisik lumpur adanya material-material yang tidak diinginkan masuk kedalam lumpur pada saat operasi pemboran, salah satu kontaminasi yang sering terjadi adalah kontaminasi dari *Nacl* yang terjadi saat pemboran menembus kubah garam akibat dari kontaminasi garam yang cukup tinggi atau akibat air formasi yang berkadar garam yang tinggi masuk kedalam lumpur pemboran, sehingga dapat mengubah Viskositas, *yield point*, *filtration loss* dan dapat menurunkan pH serta membuat mud cake tebal pada lumpur tersebut, yang akan membuat kondisi lumpur menjadi tidak aman dan efisien (API Specification 13A, 2020). Tindakan pengendalian yang telah dilakukan sebelumnya ialah penelitian dengan pemanfaatan polimer alami, contohnya seperti pemanfaatan pati singkong sebagai *fluid loss control agent* (Novriansyah, 2021) dan *development of new formation for enhancing the rheological and filtration characteristics of low solids WBMs* (Ali dkk, 2021).

Untuk mengatasi masalah yang terjadi maka dapat dilakukannya penambahan polimer alami selain karena harganya yang murah juga sebagai *Viscosifier* (pengental) yang efektif untuk pengontrol *Filtration loss*. Polimer dicampur dengan cairan dasar untuk meningkatkan viskositas, mengurangi kehilangan filtrat, flokulasi, stabilisasi serpih dan meningkatkan daya dukung lumpur. Polimer alami sebagai peningkat rheology dan sebagai pengendali kehilangan cairan pada lumpur pengeboran yang telah banyak digunakan sebelumnya (Ricky, dkk, 2022). Berdasarkan uraian tersebut maka peneliti ingin mengetahui additive yang mampu mengurangi *lost circulation* dan mampu menaikkan viskositas lumpur pemboran. Penelitian tersebut meliputi sifat fisik lumpur (*Density*, *Plastic Viscosity*, *Yield Point*, *Gel Strength*, *Filtration Loss*, *pH Index* dan *Mud Cake*) *additive* yang digunakan pada penelitian ini adalah *bentonite*, dan *attapulgit* (*Hydrous Magnesium Silicate*). Penggunaan *Bentonite* pada penelitian ini karena dapat mengontrol viskositas dan sebagai *fluid loss control agent* sedangkan penggunaan *attapulgit* (*Hydrous magnesium silicate*) karena mampu menaikkan viskositas pada pemboran air asin serta murah dan mudah didapat. Yang mana

penelitian ini guna menentukan mana *additive* yang mampu mengembalikan keadaan lumpur yang agar mendekati *rheology* lumpur standar kembali.

Lumpur pemboran merupakan bagian penting dari operasi pengeboran dan adapun faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam pemilihan fluida yang tepat meliputi kinerja pengeboran, kondisi sumur yang akan diantisipasi, keselamatan personel, biaya dan pembuangan serpihan lumpur (Evelyn dkk, 2019). Lumpur pemboran yaitu cairan yang membantu menghilangkan sisa-sisa pengeboran dari dasar lubang sumur selama operasi pengeboran dan membantu mengangkatnya ke permukaan (Kusworo dkk, 2023). Secara umum lumpur pemboran dikategorikan menjadi beberapa jenis yaitu lumpur berbasis air, lumpur berbasis minyak dan lumpur berbasis udara/gas. Ada beberapa fungsi lumpur pemboran ialah membersihkan dasar lubang, mendinginkan dan melumasi bit serta rangkaian lubang bor, mengangkat serpih bor, melindungi dinding bor dan padatan lainnya saat sirkulasi dihentikan, membantu dalam mengevaluasi produktivitas formasi, menunjang berat dari rangkaian bor, menghantarkan daya hidrolika lumpur ke bit, mencegah dan menghambat adanya korosi (Ricky dkk, 2022).

Sifat serta komposisi lumpur mempunyai pengaruh terhadap kegiatan pemboran. Pada daerah batuan lunak diperlukan pengendalian sifat lumpurnya, namun pada daerah batuan keras tidak terlalu diperlukan dilakukan pengendalian sifat lumpur sehingga dapat digunakan juga air biasa. Ciri geologis suatu daerah juga menjadi acuan jenis lumpur yang dipakai (Rubiandini, 2009). densitas membantu menyeimbangkan serta menahan tekanan formasi. Jika densitas terlalu tinggi maka akan menyebabkan kehilangan sirkulasi, atau lumpur hilang ke formasi, jika densitasnya terlalu rendah maka terjadinya *kick*. Densitas lumpur harus disesuaikan dengan kondisi dari formasi yang akan dibor untuk menghindari masalah. Viskositas plastik membantu sebagai indikator pengaruh kandungan padatan terhadap kekentalan suatu lumpur. Ukuran padatan, kandungan dan suhu mempengaruhi viskositasnya, yang merupakan parameter kenaikan *solid* di lumpur. Viskositas plastik adalah tahanan aliran yang dihasilkan oleh gesekan antara benda padat yang berbeda dilubang bor (Saputra, 2021).

Pengukuran pH berupa pH meter, untuk menentukan nilai asam atau basa dari *filtrate* yang bereaksi dengan komposisi kimia pada bahan yang dipakai pada lumpur, pH dengan nilai aman adalah 7, asam <7 dan basa >7. Bila nilai bersifat asam maka mengakibatkan terjadinya korosi dan mengakibatkan rapuhnya pada alat dan rangkaian pipa pengeboran lainnya (Hamid A, 2017).

Berbagai *additive* dari bahan kimia baik yang diproduksi khusus untuk keperluan lumpur pemboran maupun bahan kimia umum dan mineral dibutuhkan untuk memberikan karakteristik

pada lumpur pemboran. Menurut (Rubiandini, 2010), bahan-bahan tersebut dikelompokkan sebagai berikut:

1. Viscosifier (Pengental): Bentonite, CMC dan Polymer.
2. Weighting Material (Pemberat): Barite, Calcium Carbonate.
3. Thinner (Pengencer): Phosphates, Lignite, Lignosulfonate.
4. Filter Recuder: Starch, CMC, PAC.
5. Lost Circulation Material: Granullar, Flake, Fibrous.
6. Additif Khusus: Flocculant, Corrosion Control, Defoamer.

Menurut (Inemugha dkk, 2019), Polimer ditambahkan dengan tujuan agar suatu sistem lumpur pemboran berguna untuk memaksimalkan performa lumpur hingga mencapai target pemboran yang diharapkan. Polimer ditambahkan dengan tujuan agar suatu sistem lumpur. Lumpur pemboran berguna untuk memaksimalkan performa lumpur sehingga mencapai target pemboran yang diharapkan. Polimer memiliki fungsi lain yaitu sebagai *viscosifier* (pengental). Sifat dasar dari lumpur berbasis air dikaitkan dengan penggabungan cairan dasar, partikel padat tersuspensi, dan bahan-bahan kimia. Partikel padatan tersuspensi bereaksi secara kimia dengan fluida dasar untuk mengontrol sifat lumpur. Polimer viscosifier adalah polimer yang memiliki berat molekul tinggi, bercabang dan larut dalam air. Penggunaan polimer untuk melengkapi dan lebih baik karena dapat memodifikasi sifat lumpur pengeboran dan juga menjaga viskositas, oleh karena itu polimer yang digunakan ialah polimer yang mudah larut dalam air.

Bentonite merupakan bahan dasar yang sering digunakan dalam pembuatan lumpur pemboran, dimana bentonite memberikan pengurangan nyata dalam kebutuhan bahan dan membuat kinerja lumpur lebih baik seperti memberikan *viskositas* yang memadai pada suspense lumpur dan juga memebrikan *control filtrasi* , hanya saja kualitas bentonite sangat beragam tergantung pada perusahaan yang membuatnya sehingga perlu dilakukan Analisa pengujian kualitas suatu bentonite. Bentonite adalah suatu tipe *monmorillinite* dengan mineral-mineral seperti *kwarsa*, *kalsit*, *dolomite*, *feldspars*, dan mineral lainnya yang punya tempat khusus pada pembicaraan lumpur karena sifatnya yang dapat mengembang dalam air. Bentonite merupakan lempung *plastic* yang mempunyai kandungan mineral *monmorillinite* lebih dari 85% dengan rumus kimianya Al_2O_3 , $4SiO_2 \times H_2O$.

Efektivitas *Attapulgite* jika dibandingkan dengan viscosifier lain memerlukan pertimbangan berbagai factor dan konteks aplikasi. *Attapulgite*, sebuah mineral lempung *Phyllosilikat*, yang memiliki sifat-sifat unik yang membuatnya berguna sebaia *viscosifier*, tetapi performanya relative terhadap *viscosifier* lain bergantung pada aplikasi spesifik. Tidak ada satu *Viscosifier* pun yang

secara universal lebih baik daripada lainnya. Pemilihan yang tepat tergantung pada kebutuhan aplikasi, kondisi lingkungan dan parameter kinerja yang diinginkan.

Attapulgate dapat menghasilkan viskositas jika digunakan pada air asin. Viskositas yang dihasilkan oleh *attapulgate* terjadi antara mekanisme dan tidak terjadi proses hidrasi. Secara kimiawi, *attapulgate* adalah merupakan hydrous magnesium silicate. Struktur kristalnya yang unik putus menjadi partikel-partikel yang berbentuk seperti jarum pada saat mengalami gaya geser (*shearing*), dengan tingkat viskositas nya tergantung dari ukuran partikel-partikelnya. Partikel *attapulgate* yang ukurannya acak cenderung membentuk struktur menumpuk, sehingga menghasilkan viskositas yang penting dalam membersihkan serbuk bor didasar lubang. Akan tetapi partikel-partikel yang berbentuk seperti jarum tersebut tidak dapat berfungsi sebagai filtration control, sehingga untuk mengontrol filtration loss harus ditambahkan bahan-bahan seperti starch atau *polyanionic cellulose*. *Attapulgate* memiliki sifat koloid yang sangat baik seperti ketahanan terhadap suhu tinggi, ketahanan terhadap garam dan alkali. Selain itu, *attapulgate* mempunyai karakter plastis dan perekat tertentu.

Proses pengujian sifat-sifat fisis lumpur dan Langkah-langkah pengujiannya menurut (API Specification 13A, 2020) dimulai dari proses pengujian densitas, pengujian gel strength, pengujian plastic viscosity, pengujian yield point, pengujian pH, pengujian Filtration loss and mud cake.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan di Laboratorium Sekolah Tinggi Teknologi Minyak dan Gas Bumi Balikpapan. Metode penelitian ini adalah metode eksperimen serta metode pengumpulan dan menggunakan metode primer yaitu hasil pengujian di laboratorium juga referensi dari paper. Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk dapat mengetahui pengaruh penambahan polimer guar gum sebagai viscosifier yang fungsinya ialah sebagai peningkat sifat fisik lumpur pemboran dengan melakukan pengujian lumpur pemboran yang meliputi pengujian densitas, plastic viscosity, yield point, gel strength, filtration loss, mud cake dan pH filtrat.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan beberapa additive dalam proses pembuatan sampel lumpur yang mempunyai peran pendukung lainnya untuk menjaga sifat fisik lumpur sesuai spesifikasi yang telah ditentukan seperti additive NaOH (sebagai pengontrol pH) untuk mempertahankan kondisi lumpur tetap dalam keadaan basa, Biocide (menjaga additive yang mudah terdegradasi) menjaga additive

Artikel diterima 28 Februari 2025. Online 30 Maret 2025.

yang berbahan dasar alami agar tidak mudah terdegradasi, Bentonite (sebagai pengental) untuk menjaga keadaan lumpur tetap dalam keadaan viscos, Starch (mencegah filtration loss berlebih) untuk air filtrat yang keluar tidak terlalu banyak dan mencegah menebalnya mud cake, Pac-Lv (mencegah filtration loss) sama seperti starch tetapi tidak meningkatkan viscos secara signifikan, Barite (sebagai bahan pemberat) untuk bahan pemberat dan KCL (sebagai pengontrol reaksi kimia).

Pengujian Desain Lumpur

Pada penelitian ini dilakukan pengujian sampel lumpur pemboran yang masing-masing mengandung Attapulgate dan Bentonite dengan lumpur standar (sampel 1), 1 gram (sampel 2), 2 gram (sampel 3), 3 gram (sampel 4), dan 4 gram (sampel 5) yang ditambahkan dengan aditif lainnya dan air. Sampel yang telah diuji masing-masing dibuat dengan campuran Attapulgate dan Bentonite yang berbeda untuk dapat melihat perubahan hasilnya. Pada table 4.8 terdapat komposisi volume yang terdiri dari 1 sampai 5 sampel dan pada tabel 4.9 dapat dilihat komposisi weight yang terdiri dari sampel 1 sampel 5 dan pada tabel 4.10 dapat dilihat hasil pengujian sifat fisik lumpur yang terdiri dari sampel 1 sampel.

Pengujian Densitas

Dibawah ini Tabel 1 penjelasan hasil dan pembahasan dari tabel hasil penelitian untuk menentukan perbandingan antara masing-masing lumpur dengan variasi yang berbeda-beda.

Tabel 1. Pengujian Densitas

No	Sampel	Berat Attapulgate (gr)	Mud Weight (ppg)
1	Sampel 1	0	1,04
2	Sampel 2	1	1,05
3	Sampel 3	2	1,06
4	Sampel 4	3	1,06
5	Sampel 5	4	1,05

Densitas dapat menggambarkan gradien hidrostatik dari lumpur dalam satuan psi/ft, tetapi dilapangan biasanya dipakai satuan pound per (*ppg*) dan diukur dengan alat *mud balance*.

Densitas lumpur ditentukan dengan persamaan :

$$p = m / v$$

keterangan :

p = Densitas lumpur, *ppgm*

m = Berat lumpur, *pound*

v = Volume lumpur, *gallon*

Pada Tabel 1 menunjukkan massa dari lumpur yang telah diteliti untuk menentukan densitas lumpur tersebut dengan komposisi tanpa menggunakan attapulgate dan dengan menggunakan komposisi attapulgate variasi 1 gr, 2 gr, 3 gr, dan 4 gr *attapulgate*.

Dalam penelitian ini tidak menunjukkan adanya perbedaan densitas yang signifikan diantara kelima sampel dikarenakan penggunaan komposisi barite sebagai pemberat sebanyak 25.00 gr dan komposisi volume 350 mL pada semua sampel. Pada penelitian (Faisal dkk, 2024) dikatakan bahwa setiap penambahan barite sebagai bahan pembobot dengan konsentrasi (4,5,6 dan 8)% dapat meningkatkan kepadatan lumpur seiring dengan peningkatan berat barite yang digunakan. Apabila densitasnya kecil dapat mengakibatkan masuknya fluida dari formasi ke lubang sumur tetapi jika densitasnya besar dan melebihi tekanan hidrostatik sumur maka akan terjadinya lumpur menghilang ke dalam formasi.

Pengujian *Plastic Viscosity*

Plastic viscosity adalah ketahanan aliran yang diakibatkan oleh adanya gesekan antar partikel padatan didalam lumpur, baik padatan cairan maupun gesekan antar lapisan cair, hasil PV didapatkan dari alat *fann vg* meter. Hasil pembacaan *dial reading* pada putaran 600 rpm dikurangi *dial reading* pada putaran 300 rpm, dapat ditunjukkan sebagai berikut.

$$\mu_p = C600 - C300$$

Keterangan :

μ_p = *Plastic Viscosity, cp*

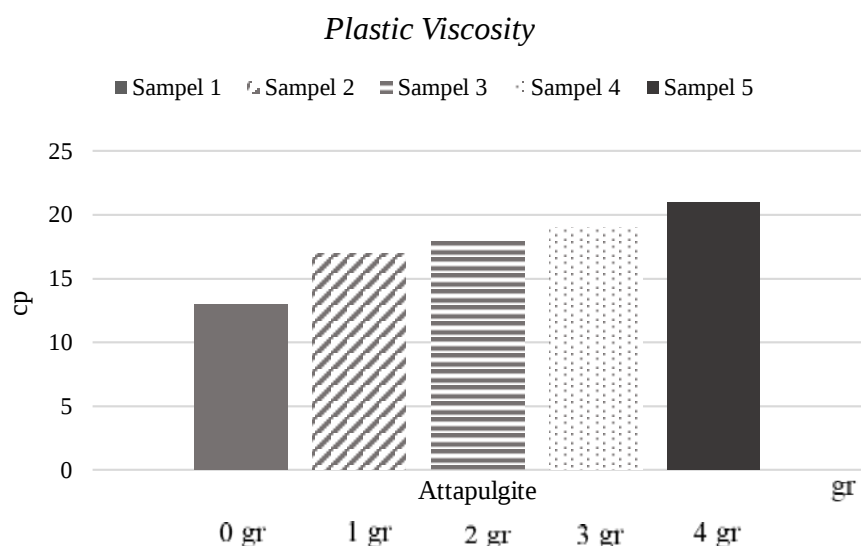
$C600$ = Pembacaan *Dial Reading 600 rpm*

$C300$ = Pembacaan *Dial Reading 300 rpm*

Dibawah ini akan menjelaskan hasil dan pembahasan dari tabel dan grafik dari hasil penelitian untuk menentukan perbandingan antara masing-masing lumpur dengan variasi yang berbeda-beda.

Tabel 2 Pengujian *Plastic Viscosity*

No	Sampel	Berat Attapulgate (gr)	<i>Plastic Viscosity</i> (cp)
1	Sampel 1	0	13
2	Sampel 2	1	17
3	Sampel 3	2	18
4	Sampel 4	3	19
5	Sampel 5	4	21



Gambar 1. Grafik *Plastic Viscosity*

Pada Tabel 2 serta Gambar 1 memperlihatkan kenaikan plastic viscosity pada tiap sampel lumpur dan dari hasil penelitian tersebut pada sampel 1 didapatkan nilai yaitu 13 cp, pada sampel 2 didapatkan nilai yaitu 17 cp, pada sampel 3 didapatkan nilai yaitu 18 cp, pada sampel 4 didapatkan nilai yaitu 19 cp dan pada sampel 5 didapatkan nilai yaitu 21 cp.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka komposisi lumpur dengan penambahan attapulgate mengalami kenaikan, bahwa semakin bertambahnya massa attapulgate, maka padatan menjadi banyak dan membuat gesekan antara padatan meningkat. Namun, jika viskositas lumpur berkurang atau rendah pengangkatan serpihan bor menjadi terhambat serta dapat membuat serpihan bor tertinggal didalam lubang bor yang membuat rangkaian pipa terhambat atau terjepit.

Pengujian *Yield Point*

Yield point merupakan sifat yang menunjukkan gaya elektrokimia antar cairan-cairan, atau

padatan-padatan maupun antar cairan-padatan. Berhubungan dengan, pengangkatan cutting saat pemboran berlangsung, kehilangan tekanan di annular serta kontaminasi. Alat pengukuran YP adalah *fann vg* meter atau *viscosimeter* dengan satuan lb/100 ft². YP didapatkan dari hasil pembacaan *dial reading* pada putaran 300 rpm dikurangi dengan PV.

$$Y_P = C_{300} - \mu_p$$

Keterangan :

Y_P = yield point, lb/100 ft²

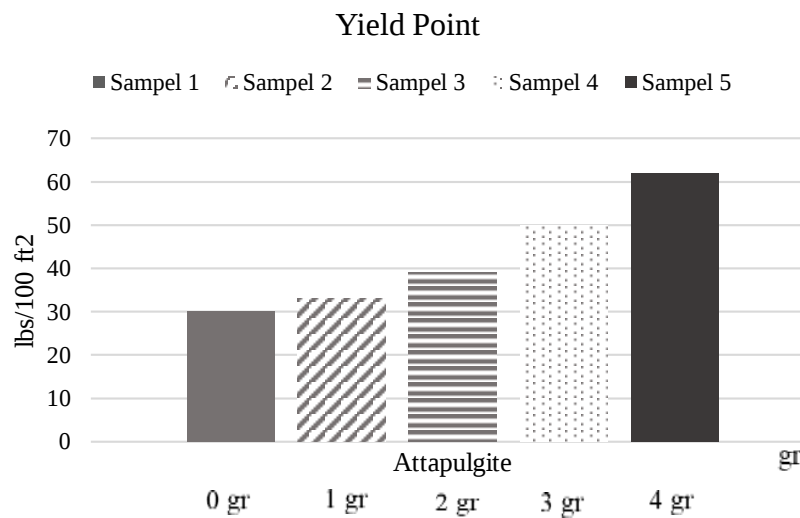
C_{300} = Pembacaan *dial* 300 RPM

μ_p = plastic viscosity, cp

Dibawah ini akan menjelaskan hasil dan pembahasan dari tabel dan grafik dari hasil penelitian untuk menentukan perbandingan antara masing-masing lumpur dengan variasi yang berbeda-beda.

Tabel 3. Pengujian *Yield Point*

No	Sampel	Berat Attapulgate (gr)	Yield Point (lbs/100 ft ²)
1	Sampel 1	0	30
2	Sampel 2	1	33
3	Sampel 3	2	39
4	Sampel 4	3	50
5	Sampel 5	4	62



Gambar 2. Grafik *Yield Point*

Pada Tabel 3 dan pada Gambar 2 menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada yield point dari tiap sampel dan dari hasil penelitian tersebut pada sampel 1 didapatkan nilai yaitu 30 lb/100ft², pada sampel 2 didapatkan nilai yaitu 33 lb/100ft², pada sampel 3 didapatkan nilai yaitu 39 lb/100ft², pada sampel 4 didapatkan nilai yaitu 50 lb/100ft², dan pada sampel 5 didapatkan nilai 62 lb/100ft².

Dalam penelitian ini kenaikan yield point sangat tinggi hingga mencapai 62 lb/100ft² dengan massa attapulgate sebanyak 4 gr. Sedangkan lumpur tanpa menggunakan attapulgate mendapatkan nilai yang kecil sebesar 30 lb/100ft². Nilai yield point dengan sampel attapulgate 1-4 gr telah memenuhi standar API (Saputra, 2021).

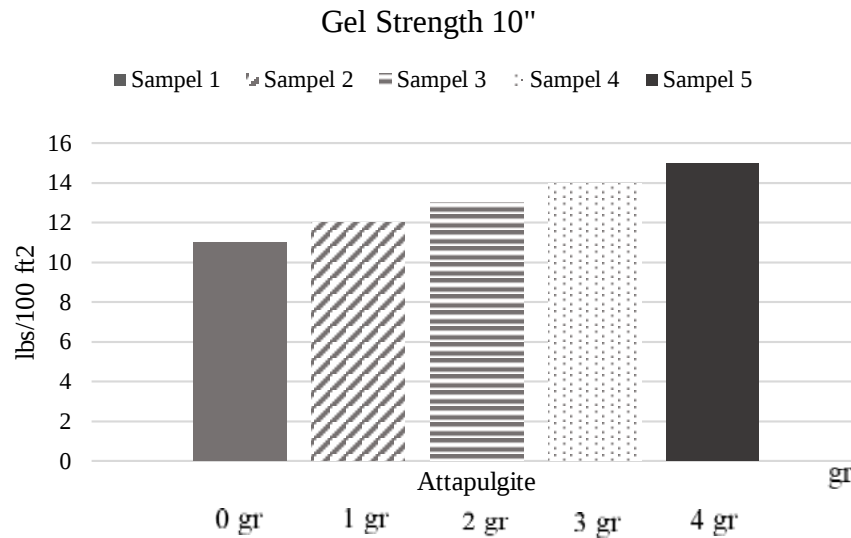
Pengujian Gel Strength

Gel strength yang ideal ialah yang memenuhi standar dari spesifikasi yang dibutuhkan, karena jika terlalu tinggi gel strength dapat memberatkan kinerja pompa pemboran saat memulai kembali sirkulasi lumpur dari dihentikan. Kekuatan *gel strength* dapat di klasifikan dalam dua bagian yaitu : *gel strength* 10 detik dan *gel strength* 10 menit, dengan satuan lbs/100ft² menggunakan *fann vg* meter.

Dibawah ini akan menjelaskan hasil dan pembahasan dari tabel dan grafik dari hasil penelitian untuk menentukan perbandingan antara masing-masing lumpur dengan variasi yang berbeda-beda.

Tabel 4. *Pengujian Gel Strength*

No	Sampel	Berat Attapulgate (gr)	<i>Gel Strength</i> (lb/100 ft ²)
1	Sampel 1	0	11
2	Sampel 2	1	12
3	Sampel 3	2	13
4	Sampel 4	3	14
5	Sampel 5	4	15



Gambar 3. Grafik Pengujian *Gel Strength*

Pada Tabel 4 serta Gambar 3 menunjukkan adanya kenaikan yang tidak terlalu signifikan dari sampel 1 nilai yang didapatkan yaitu 11 lb/100ft², pada sampel 2 nilai yang didapatkan yaitu 12 lb/100ft², pada sampel 3 yang didapatkan nilai yang didapatkan yaitu 13 lb/100ft², pada sampel 4 nilai yang didapatkan yaitu 14 lb/100ft², dan pada sampel 5 nilai yang didapatkan yaitu 15 lb/100ft².

Dalam penelitian ini dapat dilihat perbedaannya pada gel strength menunjukkan nilai gel strength yang didapat mengalami kenaikan karena setiap penambahannya yang mengalami kenaikan dikarenakan sifat dari attapulgate tersebut sebagai viscosifier yang dijadikan pengental. Berdasarkan spesifikasi API sampel lumpur dengan 1-4 gr attapulgate telah memenuhi standar minimal gel strength [7]. Gel Strength ialah ketahanan lumpur pemboran terhadap padatan bor (potongan bor) dan material pemberat ketika sirkulasi lumpur dihentikan (Ekpo dkk, 2023).

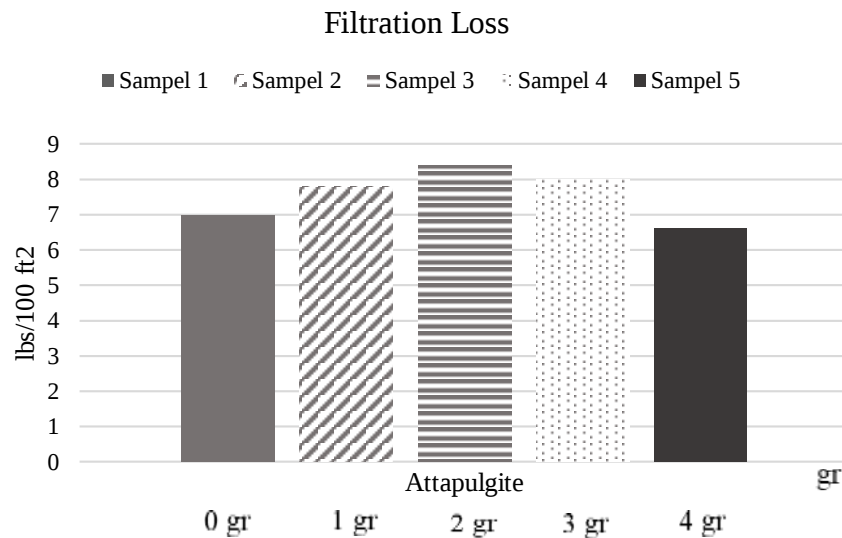
Pengujian *Filtration Loss*

Pada dasarnya ada 2 jenis *filtration* yang terjadi selama pemboran yaitu *static filtration* dan *dynamic filtration*. *Static filtration* terjadi jika lumpur pemboran dalam keadaan diam, dan *dynamic filtration* terjadi ketika lumpur pemboran dalam keadaan disirkulasikan.

Dibawah ini akan menjelaskan hasil dan pembahasan dari tabel dan grafik dari hasil penelitian untuk menentukan perbandingan antara masing-masing lumpur dengan variasi yang berbeda-beda.

Tabel 5. Pengujian *Filtration Loss*

No	Sampel	Berat Attapulgate (gr)	<i>Filtration loss</i> (mL)
1	Sampel 1	0	7
2	Sampel 2	1	7,8
3	Sampel 3	2	8,4
4	Sampel 4	3	8
5	Sampel 5	4	6,6



Gambar 4. Grafik *Filtration Loss*

Pada Tabel 5 serta Gambar 4 didapatkan hasil yang telah diperoleh dari hasil pengujian filtrat dan mengalami penurunan filtrate. Dari sampel 1 terlihat filtrat. yang dihasilkan sebanyak 7 mL kemudian setelah ditambahkan attapulgate pada sampel lumpur terjadi kenaikan filtrate dilihat pada sampel 2 menunjukkan nilai 7,8 mL, sampel 3 menunjukkan filtrat sebanyak 8,4 mL, sampel 4 menunjukkan sebanyak 8 mL, dan sampel 5 menunjukkan sebanyak 6,6 mL

Pada penelitian ini berdasarkan standar API sampel lumpur dengan 1-4 gr attapulgate sudah sesuai dengan spesifikasi filtration loss yang dimana standarnya ialah harus kurang dari 15 mL/30 menit. Dapat dilihat bahwa attapulgate bisa dikatakan sebagai pengontrol filtrate yang bagus dikarenakan penambahannya yang dapat mengurangi filtrate yang keluar dan akan dapat mengurangi masalah yang akan terjadi pada proses pemboran seperti kehilangan cairan pada lumpur pemboran.

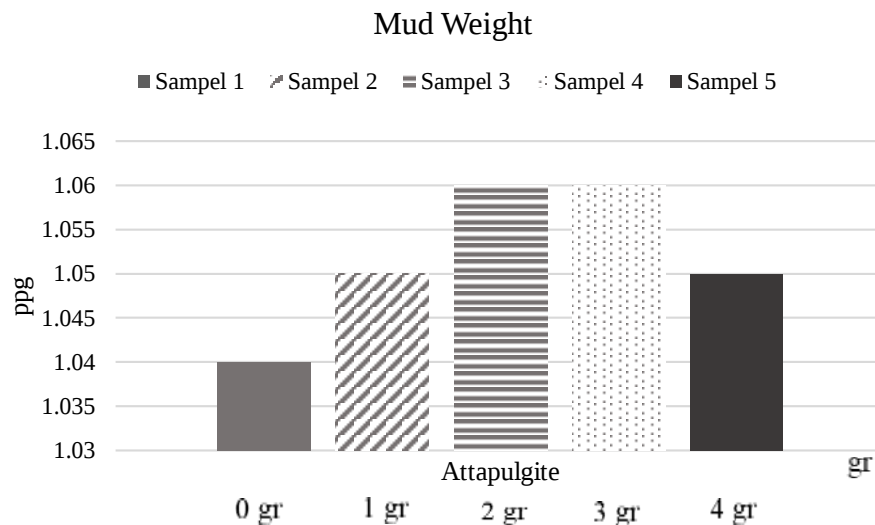
Pengujian Mud Cake

Mud cake yang tipis merupakan bantalan yang baik antara pipa dan permukaan lubang pemboran. *Mud cake* yang tebal akan terjadi penyempitan lubang pemboran sehingga sulit diangkat dan diputar, sedangkan filtratnya akan menyusup ke formasi dan akan menyebabkan damage pada formasi.

Dibawah ini akan menjelaskan hasil dan pembahasan dari tabel dan grafik dari hasil penelitian untuk menentukan perbandingan antara masing-masing lumpur dengan variasi yang berbeda-beda.

Tabel 6. Pengujian *Mud Cake*

No	Sampel	Berat Attapulgate (gr)	<i>Mud Cake</i> (mm)
1	Sampel 1	0	0,13
2	Sampel 2	1	0,17
3	Sampel 3	2	0,17
4	Sampel 4	3	0,18
5	Sampel 5	4	0,17



Gambar 5. Grafik *Mud Weight*

Pada Tabel 6 serta Gambar 5 didapatkan hasil yang telah diperoleh dari hasil pengujian adanya kenaikan pada nilai mud cake dari hasil penelitian tersebut didapatkan hasil pada sampel 1 menunjukkan nilai mud cake 0,13 mm, pada sampel 2 menunjukkan nilai 0,17 mm, pada sampel 3 menunjukkan hasil 0,17 mm, pada sampel 4 menunjukkan hasil 0,18 mm, dan sampel 5 menunjukkan hasil 0,17 mm.

Pada penelitian ini sampel lumpur dengan penambahan attapulgate mengalami kenaikan

dengan lumpur yang tidak menggunakan attapulgite. Yang dimana pada sampel 2-5 telah memenuhi spesifikasi standar API dengan batas maximum ialah 2 mm. Mud cake diuji menggunakan alat jangka sorong untuk mengetahui ketebalannya. Mud cake yang tipis memberikan bantalan yang bagus untuk pipa bor dan permukaan lubang. Jika lebih tebal maka dapat menimbulkan masalah yaitu menjepit pipa bor sehingga sulit untuk diputar dan diangkat.

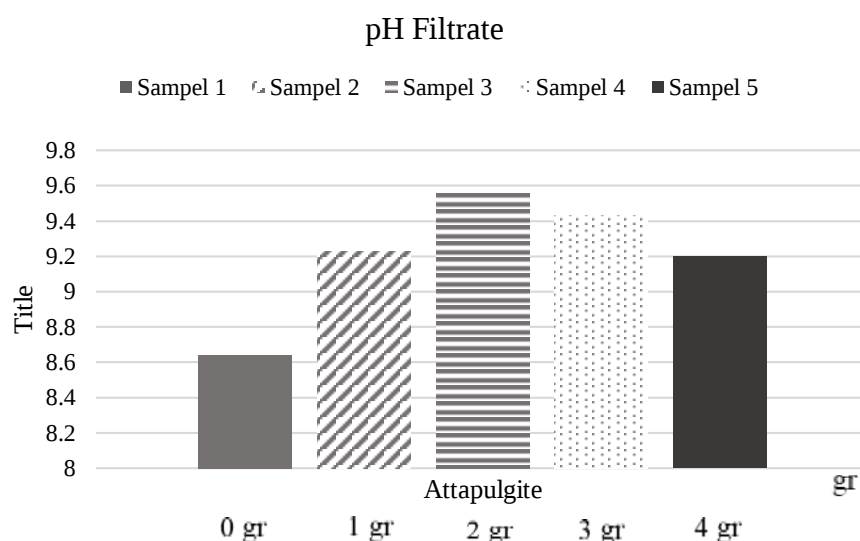
Pengujian pH Filtrate

Pengukuran pH berupa pH meter, untuk menentukan nilai asam atau basa dari *filtrate* yang bereaksi dengan komposisi kimia pada bahan yang dipakai pada lumpur, pH dengan nilai aman adalah 7, asam <7 dan basa >7 . Bila nilai bersifat asam maka mengakibatkan terjadinya korosif dan mengakibatkan rapuhnya pada alat dan rangkaian pipa pengeboran lainnya.

Dibawah ini akan menjelaskan hasil dan pembahasan dari tabel dan grafik dari hasil penelitian untuk menentukan perbandingan antara masing-masing lumpur dengan variasi yang berbeda-beda.

Tabel 7. Tabel pH Filtrate

No	Sampel	Berat Attapulgite (gr)	Yield Point (lbs/100 ft ²)
1	Sampel 1	0	30
2	Sampel 2	1	33
3	Sampel 3	2	39
4	Sampel 4	3	50
5	Sampel 5	4	62



Gambar 6. Grafik *pH Filtrate*

Pada tabel 7 serta gambar 6 didapatkan hasil yang diperoleh dari hasil pengujian pH filtrate yang menunjukkan pada sampel 1 yaitu 8.64, pada sampel 2 yaitu 9.23, pada sampel 3 yaitu 9.56, pada sampel 4 yaitu 9.43 dan pada sampel 5 yaitu 9.2. Nilai netral pH adalah 7, asam <7 dan basa >7 .

Pada penelitian ini pH filtrate yang telah diuji semuanya dari sampel 1-5 mengalami penurunan dan telah memenuhi standar spesifikasi API yang dimana nilai standarnya ialah minimal 7. Dari penelitian ini pH filtrate diuji menggunakan alat pH meter untuk mengetahui nilai pHnya. Nilai netral pH adalah 7, asam <7 , dan basa >7 . Bila nilai bersifat asam maka akan mengakibatkan terjadinya korosif dan mengakibatkan rapuhnya rangkaian alat pipa pengebor.

Pada penelitian ini pH filtrate yang telah diuji semuanya dari sampel 1-5 mengalami penurunan dan telah memenuhi standar spesifikasi API yang dimana nilai standarnya ialah minimal 7. Dari penelitian ini pH filtrate diuji menggunakan alat pH meter untuk mengetahui nilai pHnya. Nilai netral pH adalah 7, asam <7 , dan basa >7 . Bila nilai bersifat asam maka akan mengakibatkan terjadinya korosif dan mengakibatkan rapuhnya rangkaian alat pipa pengeboran.

Tabel 8. Tabel Komposisi Volume (mL) Desain Lumpur

Aditif	Sg (g/mL)	Volume (ml)				
		Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5
Fresh Water	1,00	327,93	327,93	327,93	327,93	327,93
Caustic Soda	2,13	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Biocide	1,05	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Bentonite	2,50	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42
Starch	1,50	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67
Pac-LV	1,50	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33
Barite	4,20	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95
XCD Polymer	1,60	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
KCl	1,98	10,10	10,10	10,10	10,10	10,10
Attapulgate	1,02	0	0,98	1,96	2,94	3,92
Total		350	350,96	351,92	352,88	353,84

Tabel 9. Komposisi Weight (gr) Desain Lumpur

Aditif	Weight (gr)					Waktu Pengadukan (menit)
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5	
Fresh Water	327,93	327,93	327,93	327,93	327,93	0
Caustic Soda	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	1
Biocide	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1
Bentonite	1,25	1,20	1,15	1,10	1,05	7
Starch	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	7

Pac-LV	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	7
Barite	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	3
XCD Polymer	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	8
KCl	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	3
Attapulgate	0	1,00	2,00	3,00	4,00	7
Total	382,53	383,48	384,43	385,38	386,33	44

Tabel 10. Hasil Pengujian Sifat Fisik Lumpur

MUD PROPERTIES	ATTAPULGITE				
	Sampel1	Sampel2	Sampel3	Sampel4	Sampel5
Mud Weight Sg	1,04	1,05	1,06	1,06	1,05
Rheology @ 120 F 600 rpm	56	62	65	66	67
Rheology @ 120 F 300 rpm	43	45	47	47	46
Rheology @ 120 F 200 rpm	34	35	38	34	39
Rheology @ 120 F 100 rpm	26	26	27	24	28
Rheology @ 120 F 6 rpm	9	9	9	8	10
Rheology @ 120 F 3 rpm	7	7	7	6	8
Plastic Viscosity cp	13	17	18	19	21
Yield Point lbs/100 ft ²	30	33	39	50	62
Gel Strength 10' lbs/100 ft ²	10	10	10	9	10
Gel Strength 10" lbs/100 ft ²	11	12	13	14	15
Filtrate API (100 psi) mL/30 min	7,0	7,8	8,4	8,0	6,6
pH Filtrate	8,64	9,23	9,56	9,43	9,20
Mud Cake (mm)	0,13	0,17	0,17	0,18	0,17

Kesimpulan

Pengujian penambahan attapulgate dengan berat 1-4 gr mengalami kenaikan. Seperti pada pengujian plastic viscosity pada sampel 1 didapat nilai 13 cp sedangkan pada sampel 2-5 meningkat dengan nilai 17-21 cp, pada pengujian yield point pada sampel 1 didapat nilai 30 lb/100ft² sedangkan pada sampel 2- 5 meningkat dengan nilai 33-62 lb/100ft², pada pengujian gel strength pada sampel 1 didapat nilai 11 lb/100ft² sedangkan pada sampel 2-5 meningkat dengan nilai 12-15 lb/100ft², pada pengujian mud cake pada sampel 1 didapat dengan nilai 0.13 mm sedangkan pada sampel 2-5 meningkat dengan nilai 0.17 mm. Tetapi pada pengujian densitas pada sampel 1-5 mengalami penurunan nilai didapat nilai 1.04-1.05 ppg dan pada pengujian pH filtrate pada sampel pada sampel 1-5 didapat nilai 7-6.6. Dan Attapulgate dapat digunakan sebagai aditif pengontrol filtration loss. Pada pengujian sampel 1-5 didapatkan hasil yang telah diperoleh dari hasil pengujian filtrat dan mengalami penurunan filtrate.

PENGAKUAN DAN UCAPAN TERIMA KASIH

Kami bersyukur penelitian dan paper ini dapat dituntaskan dengan tepat waktu, hal ini tidak lepas dari dukungan Lembaga dalam memberikan kesempatan untuk mengambil dan mnegolah data di Laboratorium STT Migas Balikpapan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, I., Ahmad, M., & Ganat, T. (2021). Development of a new formulation for enhancing the rheological and filtration characteristics of low-solids WBMs. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 205, 108921.
- API Spesification 13A. Purchasing Guidelines Handbook. American Petroleum Institute. 2010
- Ekeinde, E. B., Okoro, E. E., Dosunmu, A., & Iyuke, S. (2019). Optimizing aqueous drilling mud system viscosity with green additives. *Journal of Petroleum exploration and production technology*, 9, 315-318.
- Ekpo, V., Livinius A., Usanga I. (2023). Evaluating The Suitability of Cocoa Pod Husk as Fluid Loss Control Agent in Water Base Mud. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology*, (7)16210-16215.
- Faisal, R., Kamal, I., Salih, N., & Pr  at, A. (2024). Optimum formulation design and properties of drilling fluids incorporated with green uncoated and polymer-coated magnetite nanoparticles. *Arabian Journal of Chemistry*, 17(2), 105492.
- Hamid, A. (2017). Studi Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Lost Circulation Material (LCM) dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Rheologi Lumpur. *PETRO: Jurnal Ilmiah Teknik Perminyakan*, 6(1), 12-20.
- Inemugha, O., Chukwuma, F., Akaranta, O., & Uyigue, L. (2019). The effect of pH and salinity on the rheological properties of drilling mud formulation from natural polymers. *International Journal of Engineering and Management Research (IJEMR)*, 9(5), 126-134..
- 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.
- Novriansyah, A. (2021). Experimental analysis of cassava starch as a fluid loss control agent on drilling mud. *Materials Today: Proceedings*, 39, 1094-1098.
- Ricky, E., Mpelwa, M., Wang, C., Hamad, B., & Xu, X. (2022). Modified corn starch as an environmentally friendly rheology enhancer and fluid loss reducer for water-based drilling mud. *SPE Journal*, 27(02), 1064-1080.
- Rubiandini, R. (2009). Teknik Operasi Pemboran Vol: 1. Penerbit: ITB, Bandung.

- Rubiandini, R. (2010). Teknik Pemboran: Drill-016b Percobaan II Viskositas, Gel Strength dan Atmosfer Filtration Loss. *Bandung: ITB*.
- Saputra, R. F. (2021). *Studi Laboratorium Pengaruh Penambahan Xanthan Gum Dan Carboxymethyl Cellulose Terhadap Lumpur Pemboran Sebagai Loss Circulation Material* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).