

**PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP SIFAT FISIK SISTEM LOW SOLID MUD
DENGAN PENAMBAHAN ADITIF BIOPOLIMER DAN BENTONITE EXTENDER**

Oleh :

Ir. Bayu Satiyawira, M.Si

¹ *Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti.*

Abstak

Lumpur pemboran merupakan bagian yang sangat penting di dalam suatu kegiatan pemboran. Pemboran dapat berjalan dengan lancar, aman, dan ekonomis sangat dipengaruhi oleh kondisi dan sistem lumpur pemboran yang digunakan. Kondisi yang dimaksud adalah sistem lumpur dan sifat fisik lumpur tersebut sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan dan mengetahui pengaruh berbagai temperatur terhadap sifat-sifat fisik low solid mud (low solid mud) dengan penambahan aditif biopolimer dan bentonite extender. Pengamatan hasil laboratorium menggunakan alat roller oven sebagai media untuk simulasi mengkondisikan lumpur seakan-akan berada di dalam sumur untuk melihat perubahan sifat fisik lumpur pada berbagai temperatur, hasil uji laboratorium menunjukkan dengan kenaikan temperature pengujian maka sifat fisik lumpur pemboran seperti densitas, viskositas, Plastic Viscosity, Yield Point, Dial Reading 600 RPM, Dial Reading 300 RPM, dan Gel Strength mengalami perubahan nilai pengukuran mengikuti perubahan temperatur.

Kata Kunci : *Sifat Fisik Sistem Low Solid Mud*

PENDAHULUAN

Lumpur pemboran merupakan salah satu faktor penunjang keberhasilan dalam operasi pemboran suatu sumur. Penentuan komposisi serta pemilihan jenis dari suatu lumpur pemboran yang akan digunakan pada pemboran suatu formasi tertentu harus tepat, sehingga dapat menunjang kelancaran dan menentukan keberhasilan operasi pemboran tersebut serta menghindari dari kesulitan yang dapat timbul. Selain itu dengan menggunakan jenis lumpur pemboran yang sesuai dengan kondisi formasi yang akan ditembus akan diperoleh laju penembusan yang optimal dan juga akan menekan biaya operasi pemboran seminimal mungkin.

Komposisi dan sifat fisik lumpur sangat berpengaruh terhadap suatu proses pemboran, karena salah satu faktor yang menentukan berhasil tidaknya suatu pemboran adalah tergantung pada lumpur bor yang akan digunakan. Kecepatan pemboran, efisiensi, keselamatan, dan biaya pemboran sangat tergantung dari lumpur pemboran yang digunakan, oleh karena itu berbagai faktor pemboran yang ada lumpur pemboran mutlak diperlukan pada proses tersebut.

Dalam suatu operasi pemboran baik pada sumur migas atau sumur panas bumi sering dijumpai adanya temperatur yang sangat tinggi. Temperatur yang tinggi akan mengakibatkan perubahan sifat rheologi lumpur pemboran yaitu Plastic Viscosity, Yield Point, dan Gel Strength.

Berdasarkan masalah diatas, maka studi laboratorium pengaruh berbagai temperatur terhadap sifat-sifat rheologi low solid mud perlu dilakukan dengan metode Roller Oven yaitu untuk mengkondisikan lumpur didalam sumur pada temperatur tinggi yang telah ditentukan. Hal ini penting untuk dimengerti bagi lulusan teknik perminyakan agar dapat mengetahui lumpur yang baik yang akan digunakan selama proses pemboran.

TEORI DASAR

Lumpur pemboran adalah fluida yang dipergunakan untuk membantu operasi pemboran yaitu untuk membersihkan dasar lubang sumur dari serbuk bor dan mengangkatnya ke permukaan, dengan demikian pemboran dapat berjalan dengan lancar. Lumpur pemboran yang digunakan saat

ini pada awalnya berasal dari pengembangan penggunaan air untuk mengangkat serbuk bor.

Seiring dengan berkembangnya teknologi pemboran, lumpur pemboran mulai digunakan pada proses pemboran. Pada bab ini akan dibahas mengenai jenis lumpur pemboran, komposisi lumpur pemboran, fungsi lumpur pemboran, sifat-sifat fisik lumpur pemboran, dan problema pemboran yang berhubungan dengan lumpur bor

• Fungsi Lumpur Pemboran

1. Membersihkan dasar lubang.
2. Mengangkat serpih bor.
3. Mendinginkan dan melumasi pahat dan rangkaian bor.
4. Melindungi dinding lubang.
5. Menjaga dan mengimbangi tekanan formasi.
6. Menahan serpih bor dan padatan lainnya saat sirkulasi dihentikan.
7. Membantu dalam mengevaluasi produktivitas formasi.
8. Menunjang berat dari rangkaian bor.
9. Menghantarkan daya hidrolika lumpur ke pahat.
10. Mencegah dan menghambat korosi.

• Sifat – Sifat Fisik Lumpur Pemboran

1. **Berat Lumpur** : mengontrol tekanan formasi, mencegah gugurnya formasi dan hilangnya cairan. Alat yang digunakan yaitu mud balance.
2. **Viscositas** : mengetahui sifat kekentalan relative dan mengangkat padatan bor. Alat yang digunakan yaitu marsh funnel.
3. **Plastic Viscosity** : mengukur gaya gesek antara padatan, cairan dan yang berhubungan dengan konsentrasi padatan dalam lumpur. Alat yang digunakan yaitu fann VG meter.
4. **Yield Point** : mengukur gaya elektrokimia antara padat-padat, cair didalam lumpur. Alat yang digunakan fann VG meter.
5. **Gel Strength** : menunjukkan kemampuan lumpur didalam menahan atau mengapungkan serpih bor pada saat tidak dalam proses pemboran. Alat yang digunakan yaitu fann VG meter.
6. **Laju Tapisan** : mengetahui jumlah cairan yang masuk ke formasi. Alat yang digunakan yaitu HTHP Filtration Loss.

7. **Mud Cake** : berhubungan dengan konsentrasi padatan, sifat kimia dan kestabilan lumpur. Alat yang digunakan yaitu Filter pressure.

• **Komposisi Lumpur Pemboran**

1. Fasa cair (air atau minyak).
2. *Reactive solids* (padatan yang bereaksi dengan air membentuk koloid).
3. *Inert solids* (zat padat yang tidak bereaksi).
4. Fasa kimia.

• **Jenis Lumpur Pemboran**

1. Lumpur Berbahan Dasar Air (Water Base Mud)
2. Lumpur Berbahan Dasar Minyak (Oil Base Mud)
3. Lumpur Berbahan Dasar Udara atau Gas (Gaseous Mud)

• **Sistem Lumpur Pemboran**

Ada tiga jenis sistem lumpur pemboran yaitu :

1. *Fresh water – gel*
2. *KCl – polymer*
3. *lignosulfonate*

Pada penelitian yang dilakukan di laboratorium digunakan sistem lumpur *Fresh water – gel* atau sistem low solid mud (low solid mud).

Sistem lumpur ini biasa disebut juga dengan spud mud yang biasa digunakan untuk memberi formasi pada bagian atas conductor casing. Fungsi utamanya adalah mengangkat cutting. Spud mud dibuat dari pencampuran air dan bentonite, sistem lumpur ini disebut juga sistem low solid mud (low solid mud) yang bahan utamanya adalah air dan bentonite, karena bila bentonite bercampur dengan air maka akan membentuk koloid.

Keuntungan penggunaan sistem low solid mud (*low solid mud*) yaitu :

- Membentuk sifat fisik yang baik,
- Biaya yang dikeluarkan relatif lebih murah,
- Tidak mudah korosif (asam).

Sedangkan kerugian dari penggunaan sistem low solid mud (*low solid mud*) yaitu:

- Tidak bisa menembus formasi yang keras,
- Tidak tahan terhadap temperatur yang tinggi,

- Butuh penambahan additif untuk melanjutkan pemboran yang lebih dalam.

Sistem lumpur ini adalah sistem lumpur yang paling banyak digunakan dalam operasi pemboran. Bahan dasarnya berupa air (*water base mud*) dimana air sebagai fasa cair (kontinyu) dan sebagai pelarut atau penahan materi-materi didalam lumpur. Secara mendasar lumpur air mempunyai tiga komponen :

1. Fasa air
Fasa kontinyu dan merupakan bahan utama dari lumpur.
2. Fasa padatan aktif
Setiap padatan yang mempunyai kemampuan untuk berubah sifat-sifat fisika dan kimia didalam lumpur misalnya : *bentonite* dan kapur.
3. Fasa padatan inert
Setiap padatan yang tidak bereaksi dan tidak aktif secara fisika atau kimia didalam lumpur, misalnya : *barite* dan pasir.

Bentonite itu sendiri digunakan sebagai bahan dasar lumpur pemboran. Pada dasarnya bentonite terbuat dari bahan lempung (clay) yang bersifat Na-montmorillonite dan Ca-montmorillonit. Na-montmorillonite sangat baik digunakan sebagai bahan dasar lumpur pemboran karena mampu mengembang (swelling) sampai delapan kali jika direndam dalam air. Kemampuan mengembang yang cukup besar akan membentuk suatu larutan dengan viskositas yang cukup besar, hal ini penting untuk membersihkan dasar lubang dan juga dapat membentuk suatu lapisan dinding lubang yang elastic (mud cake), yang melindungi dinding lubang agar tidak runtuh. Bentonite merupakan gabungan lempung (clay) yaitu kumpulan mineral dan bahan-bahan koloid seperti : illit, kaolinit, siderite, chloride, attapulgite dan terbanyak adalah montmorillonite (85-90%).

Telah diketahui juga bahwa bentonite menghidrasi dalam air dengan ukuran yang bervariasi. Hidrasi bentonite berbentuk dalam lembaran-lembaran silica dan alumina dengan aturan yang berbeda-beda untuk membentuk lapisan dari masing-masing clay. Partikel clay ini bisa terdiri dari satu macam lapisan atau sampai tak terhingga yang saling tumpuk menyerupai sebuah deck kartu-kartu yang diikat bersama-sama dalam suatu gaya residual. Ketika tersuspensi dalam air, clay akan memperlihatkan bermacam-macam derajat

swellingnya. Molekul bentonite terdiri dari tiga layer yaitu sebuah layer alumina dan layer silika yang berada diatas dan dibawah layer alumina.

Plate (lempengan) bentonite bermuatan negatif dan mempunyai kation-kation yang berlawanan dan bergabung dengannya. Jika kation-kation ini adalah sodium (Na), maka clay tersebut disebut Sodium Montmorillonite, jika kalsium (Ca) maka disebut Calcium Montmorillonite. Satu persen bentonite dihidrasi di dalam air tawar mempunyai pengaruh mengentalkan sama dengan 19% barite. Oleh karena itu bentonite dapat didispersikan dan dikembangkan dalam jumlah yang kecil menghasilkan sifat fisik yang memungkinkan fluida membawa barite dengan fraksi yang besar dalam suspensi.

• Pengaruh Penambahan Additif

Di dalam lumpur pemboran selain terdiri atas komponen pokok lumpur, maka ada material tambahan yang berfungsi mengontrol dan memperbaiki sifat-sifat lumpur agar sesuai dengan formasi yang dihadapi selama operasi pemboran. Berikut ini ada beberapa bahan kimia yang menjadi campuran yaitu untuk mengontrol berat jenis lumpur, mengontrol viskositas, mengontrol plastic viscosity, mengontrol gel strength, membentuk mud cake yang baik serta menurunkan laju tapisan.

1. Pengaruh Penambahan Soda Ash
Soda ash ini mempunyai fungsi sebagai bahan yang berguna untuk menetralkan kandungan Ca^{+} di dalam air, dimana air itu sendiri merupakan bahan kontinyu pembuat lumpur.
2. Pengaruh Penambahan Caustic Soda
Caustic Soda merupakan bahan tambahan pembuat lumpur yang digunakan untuk meningkatkan daya pemecah gumpalan terhadap lempung. Selain itu Caustic Soda dapat mencegah terlarutnya ion OH serta dapat mengontrol pH lumpur atau menaikkan pH lumpur dan merubah sifat aliran yang mengakibatkan ketidakstabilan di lubang bor.
3. Pengaruh Penambahan Biopolimer
Biopolimer yang digunakan pada percobaan ini sejenis XCD-Polimer. Biopolimer disebut juga sebagai polimer organik atau polimer alami yang berasal dari bakteri XCD yang

dapat memproses molekul karbohidrat menjadi suatu gugus polisakarida yang kompleks sekali dengan berat molekul sangat tinggi. Biopolimer berguna untuk mengontrol atau menaikkan *viscositas*, *Plastic Viscosity*, *Yield Point* dan *Gel Strength*. Akan tetapi biopolimer tidak dapat mengontrol *water loss* apabila harus mengontrol *water loss*, maka biopolimer membutuhkan penambahan additif.

4. Pengaruh Penambahan Bentonite Extender.
Bentonite Extender disebut juga sebagai polimer organik atau polimer alami yang kegunaannya untuk membantu bentonite mengontrol atau menaikkan *viscositas*, *Plastic Viscosity*, *Yield Point* dan *Gel Strength*. Fungsi utama dari bentonite extender ini adalah additif pengganti dari bentonite yang pemakaiannya lebih sedikit di banding dengan bentonite.
5. Pengaruh Penambahan Pac-R
Pac-R merupakan additif yang berasal dari hasil modifikasi kimia dari fiber atau pulp kayu yang menghasilkan polymer pengontrol laju tapisan, *viscositas*, dan melindungi koloid. Pac-R merupakan additif tambahan yang dipakai pada sistem lumpur ini yang berguna untuk mengontrol *water loss* Pac-R sendiri bisa digunakan di dalam air asin maupun di dalam air tawar.

• Sistem Lumpur KCl-Polimer

Dasar dari sistem ini adalah *anionic* pengkapsulan (*encapsulating*) *polymer fluid* yaitu polimer yang membungkus serbuk bor (*cutting*) pada saat pembersihan lubang.

Keuntungan penggunaan sistem lumpur KCl-Polimer diantaranya yaitu :

- Laju penembusan yang baik,
- Tidak mendispersi *cutting*,
- Memberikan stabilitas lubang yang baik.

Sedangkan kerugian dari penggunaan sistem lumpur KCl-Polimer yaitu :

- Korosif,
- Memerlukan biaya yang tinggi,

- Densitas tidak bisa dinaikkan melebihi 12,5 ppg tanpa masalah *rheology* dan harus *disperse*.
- **Sistem Lumpur Lignosulfonate Mud**
 Sistem lumpur jenis ini merupakan bentuk yang paling sederhana dari lumpur dispersi berbahan dasar air tawar dan bersifat non inhibitif. Pada penggunaan lumpur ini, jumlah *clay* akan selalu meningkat disebabkan lumpur ini sangat dispersif. *Lignosulfonate Mud* dapat menyebabkan kerusakan formasi akibat dari filtratnya. Filtrat *Lignosulfonate Mud* memasuki zona produktif yang mengandung lempung akan menyebabkan terjadinya dispersi (pengembangan) sehingga terjadi penyumbatan pori-pori formasi.

 Keuntungan penggunaan sistem lumpur lignosulfonate yaitu :
 - Mudah dalam pembuatan dan relatif lebih sedikit menggunakan bahan kimia,
 - Mempunyai efek penurunan laju penembusan (karena memiliki banyak partikel yang berukuran < 1 mikron),
 - Sesuai untuk lumpur dengan berat jenis tinggi.
 - Dapat dipakai pada temperatur tinggi. Sedangkan kerugian dari penggunaan sistem lumpur lignosulfonate yaitu :
 - Tidak dapat dipakai pada pemboran formasi batuan yang keras,
 - Tidak dapat dipakai pada operasi pemboran yang cepat karena terlalu banyak serbuk bor (*cutting*) yang dihasilkan.

• **Problema Pemboran yang Berhubungan Dengan Lumpur Bor**

Proses pemboran tidak selalu berjalan dengan lancar, sering kali terjadi hambatan yang dapat mengakibatkan kerugian yang cukup besar. Dalam hal ini yang dimaksud dengan hambatan adalah hambatan yang terjadi dalam lubang bor. Beberapa problema yang sering terjadi pada operasi pemboran, yaitu:

1. Terjepitnya rangkaian pipa bor (termasuk juga torsi dan gesek).
2. Hilang aliran (statis, dinamis, rembesan).
3. Ketidakstabilan shale (interaksi lumpur dengan shale).
4. Kontaminasi lumpur bor.
5. Korosi pipa bor.

METODE YANG DIGUNAKAN

Metode yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah dengan metode percobaan di laboratorium. Agar lumpur pemboran berfungsi dengan baik, maka lumpur tersebut harus dikontrol sifat-sifat fisiknya dengan menentukan berat jenis, *rheology*, plastic viscosity, yield point, gel strength, viskositas, water loss, apparent viscosity, dan PH lumpur. Langkah-langkah yang harus dilakukan:

1. Pembuatan lumpur
2. Lumpur di aduk dengan waktu dan kecepatan yang bervariasi, serta diperhatikan waktu penambahan biopolimer dan ben-ex.
3. Uji Rheologi dan sifat fisik lumpur :
 - a. Densitas
Alat :Mud Balance
 - b. Plastic Viscosity
Alat :Fann VG Meter
 - c. Gel Strength
Alat :Fann VG Meter
 - d. Apparent Viscosity
Alat :Fann VG Meter
 - e. Yield Point
Alat :Fann VG Meter
4. Uji ketebalan mud cake dengan Filtration Loss
5. Uji ketahanan lumpur terhadap temperature dengan Roller Oven

Alat-alat yang digunakan :

Tabel 1.

Peralatan Yang Digunakan untuk Pengujian

No	Alat	Fungsi
1	Timbangan Digital	Untuk menimbang dari bahan yang akan digunakan
2	Mixer	Untuk membuat lumpur yang akan diukur sifat fisiknya
3	Mud Balance	Untuk mengukur berat jenis dari lumpur pemboran
4	Fann VG Meter	Untuk mengukur sifat fisik lumpur pemboran seperti q600, q300, <i>Plastic Viscosity</i> , <i>Yield Point</i> dan <i>Gel Strength</i>
5	API Filter Press.	Untuk mengetahui filtration loss dan mud cake yang terdapat pada lumpur pemboran
6	pH Stripe.	Untuk mengukur sifat keasaman atau kebasaaan suatu cairan (lumpur bor)

7	Roller Oven.	Sebagai media untuk simulasi mengkondisikan lumpur seakan-akan berada di dalam sumur dengan temperatur dan waktu yang telah ditentukan
---	--------------	--

Tabel 2.

Bahan – bahan digunakan

No.	Komposisi	Fungsi
1	Fresh Water	Bahan utama untuk membuat lumpur.
2	Soda Ash	Menetralkan Ca ⁺ di dalam air pembuat lumpur, sehingga jika terkena air formasi yang mengandung Ca tinggi lumpur tetap dalam keadaan stabil.
3	Bentonite	Menaikkan viskositas, mengontrol water loss dan membentuk mud cake yang baik.
4	Caustic Soda	Mengontrol pH lumpur.
5	Ben-ex	Membantu penggunaan bentonite untuk meningkatkan sifat-sifat fisik lumpur.
6	Pac – R	Meningkatkan viskositas dan mengontrol water loss.
7	Biopolimer	Menaikkan atau mengontrol viskositas, PV, YP dan Gel Strength.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan analisa perbandingan dari dua jenis lumpur dengan komposisi yang berbeda serta penambahan beberapa additive. Setiap jenis lumpur dibagi dalam empat variabel yang menjadi komposisi lumpur A, B1, B2, B3, C1, C2, C3 dan D.

Densitas lumpur pemboran merupakan salah satu sifat lumpur yang sangat berpengaruh karena peranannya yang berhubungan langsung dengan fungsi lumpur sebagai penahan tekanan formasi. Adanya densitas lumpur pemboran yang terlalu besar dapat mengakibatkan lumpur hilang ke dalam formasi (*loss circulation*), sedangkan bila terlalu kecil maka akan menimbulkan semburan liar (*blow out*). Oleh karena itu, densitas harus disesuaikan dengan formasi yang akan ditembus. Dalam penelitian, penurunan densitas terlihat dengan adanya kenaikan temperatur yang diukur dengan

menggunakan alat *mud balance*. Jika diperhatikan pada tabel 4.4 dapat dilihat terjadi penurunan densitas seiring kenaikan temperatur. Spesifikasi standar untuk densitas pada temperatur 80⁰ F (suhu ruang) adalah 8,50 – 8,70 ppg, pada temperatur 200⁰ F adalah 8,50 – 9,0 ppg dan pada temperatur 320⁰ F adalah 8,50 – 9,50 ppg. Apabila diamati dalam penelitian maka komposisi lumpur B1, B2, B3, C1, C2, C3 dan D yang dapat tahan sampai temperatur 320⁰ F.

Dari hasil pengujian *Plastic Viscosity* di laboratorium diperlihatkan pada tabel 4.5 dimana harga *Plastic Viscosity* didapat dari pengurangan *dial reading* 600 RPM dengan *dial reading* 300 RPM dengan menggunakan alat Fann VG Meter. Harga standar untuk *Plastic Viscosity* pada temperatur 80⁰ F (suhu ruang) adalah 12 – 20 cp, pada temperatur 200⁰ F adalah 10 – 18 cp dan pada temperatur 320⁰ F adalah 10 – 15 cp. Komposisi lumpur yang dapat tahan sampai temperatur 320⁰ F adalah lumpur B2, C2, C3 dan D.

Yield Point untuk masing-masing temperatur yang ada pada tabel 4.6 diperoleh dari pengurangan harga *dial reading* 300 RPM dengan *Plastic Viscosity*, dimana harga *yield point* pada temperatur 80⁰ F (suhu ruang) berkisar dari 20 - 45 lb/100ft², pada temperatur 200⁰ F berkisar dari 20 – 40 lb/100ft² dan pada temperatur 320⁰ F berkisar dari 15 – 25 lb/100ft². Apabila diamati dalam hasil penelitian yang disediakan oleh penulis maka komposisi lumpur B1, B2, B3, C1, C2, C3 dan D yang ideal dapat tahan sampai temperatur tertinggi.

Hasil pengujian *gel strength* 10 detik dapat dilihat pada tabel 4.7 dan dapat dilihat bahwa komposisi lumpur yang baik adalah komposisi lumpur B1, B2, C1, C2 dan C3 yang dapat tahan sampai temperatur akhir. Untuk *gel strength* 10 menit dapat dilihat pada tabel 4.8 dimana dapat dilihat bahwa komposisi lumpur B1, B2, B3, C1, C2, C3 dan D yang dapat tahan sampai temperatur akhir. Kenaikan temperatur akan menyebabkan turunnya harga *gel strength* yang mengakibatkan daya tahan serta daya rekah berkurang.

Hasil pengamatan *Water Loss* dan *Mud Cake* dapat dilihat pada tabel 4.9 dan tabel 4.10. Dapat dilihat bahwa komposisi lumpur yang masuk dalam spesifikasi standar, yaitu 4,0 – 9,0 untuk *Water Loss* dan 0,5 – 2,5 mm untuk *Mud Cake*. Hanya lumpur D yang memenuhi standar spesifikasi untuk *Water Loss*, karena adanya penambahan additif Pac-R untuk mengontrol *Water Loss* dan semua komposisi lumpur memenuhi standar spesifikasi untuk *Mud Cake*. Kenaikan temperatur menyebabkan

nilai *Water Loss* bertambah, yang bisa menyebabkan sirkulasi lumpur terhenti dan dinding formasi menebal.

Kenaikan temperatur menyebabkan menurunnya harga pH dari masing-masing komposisi lumpur pemboran yang terlihat dalam tabel 4.11. PH sangat berhubungan langsung dengan kestabilan kimia serta menjaga korosi. Adapun harga pH yang baik berdasarkan standar spesifikasi pada temperatur 80⁰ F adalah 8,5 - 11, pada temperatur 200⁰ F adalah 8,5 - 11 dan pada temperatur 320⁰ F adalah 8,5 - 9,5. Berdasarkan data tersebut maka semua komposisi lumpur pemboran masuk ke dalam standar spesifikasi sampai temperatur akhir.

Low solid mud (*low solid mud*) biasanya digunakan pada awal proses pemboran, hal ini dikarenakan lumpur jenis ini tidak tahan akan temperatur tinggi. Namun, dengan penambahan beberapa additive pada komposisi low solid mud maka lumpur ini dapat menembus sampai zona produksi. Additive yang digunakan dalam komposisi low solid mud adalah additive yang sesuai dengan kebutuhan dari formasi itu sendiri. Dalam hal ini additive yang digunakan adalah additive yang tahan akan temperatur tinggi sehingga dapat menembus zona produksi. Penggunaan casing pada zona produksi berbeda dengan zona konduktor, ukuran casing 7" dan hole 8^{1/2}".

KESIMPULAN

Dari uraian serta pembahasan yang telah penulis jelaskan, maka dapat di ambil beberapa kesimpulan dari hasil yang telah dilakukan terhadap pengaruh berbagai temperatur terhadap sifat fisik sistem low solid mud dengan penambahan ADITIF BIOPOLIMER DAN BENTONITE EXTENDER, adalah sebagai berikut :

1. Pengaruh temperatur yang tinggi menggambarkan adanya penurunan harga dari sifat fisik lumpur, karena lumpur ini tidak tahan terhadap temperatur yang tinggi. Hal ini dapat menyebabkan lumpur menjadi encer dan berakibat kurang baik pada sampel lumpur bor, oleh karena itu dibutuhkan penambahan additif untuk mengontrol sifat fisik lumpur.
2. Pada hasil pengukuran densitas, nilai standar adalah 8,50 - 9,50 ppg. Terlihat terjadi penurunan dari harga densitas seiring dengan kenaikan temperatur. Hanya

lumpur A dan C1 yang tidak memenuhi nilai standar.

3. Harga Plastic Viscosity lumpur yang sesuai spesifikasi adalah 10 - 15 cp. Seiring dengan kenaikan temperatur harga Plastic Viscosity mengalami penurunan, lumpur yang memenuhi spesifikasi adalah lumpur B2, C2, C3 dan D.
4. Nilai standar untuk Yield Point adalah 15 - 25 lbs/100ft². Semakin tinggi temperatur menyebabkan penurunan harga dari Yield Point. Lumpur B1, B2, B3, C1, C2, C3 dan D memenuhi kriteria standar.
5. Semakin tinggi temperatur menyebabkan menurunnya harga gel strength 10 detik dan gel strength 10 menit, lumpur yang ideal untuk gel strength adalah komposisi lumpur B1, B2, C1, C2 dan C3.
6. Temperatur tinggi menyebabkan tingginya harga laju tapisan (*water loss*). Hal ini disebabkan oleh kurangnya zat pengontrol laju tapisan Cl⁻ dan temperatur tinggi. Nilai standar ideal dari laju tapisan adalah 4,0 - 9,0 cc dan yang memenuhi kriteria adalah komposisi lumpur D.
7. Spesifikasi standar untuk tebal ampas (*mud cake*) adalah 0,5 - 2,5 mm. Kenaikan temperatur menyebabkan nilai dari tebal ampas meningkat. Semua komposisi lumpur memenuhi nilai standar yang ideal.
8. Penurunan pH terjadi tiap kenaikan temperatur, mayoritas komposisi lumpur masuk dalam spesifikasi nilai standar dengan range 8,5 - 9,5. Hal ini dianalisa untuk mencegah terjadinya korosi pada peralatan pemboran.
9. Setelah proses analisa uji laboratorium pengaruh temperatur tinggi terhadap sifat-sifat fisik low solid mud dilakukan, terlihat komposisi lumpur yang paling banyak masuk dalam spesifikasi standar lumpur adalah komposisi lumpur B2, C2, C3 dan D.

DAFTAR PUSTAKA

1. Baroid, N.L., "*Drilling Mud Hand Book*", N.L Industries, Inc. Houston, Texas, 1998.
2. Bourgoyne, A.T., "*Applied Drilling Engineering*", First Printing Society of Petroleum Engineers, Richardson TX, 1986.
3. Bourgoyne AT. et.al., "*Applied Drilling Engineering*", Frist Printing Society of

- Petroleum Engineers, Richardson TX, 1986.
4. Kumar, Shyam, “Mud Engineering“, Mud Services ONGC, Assam Asset, Sivasagar, India, 2008.
 5. Parlindungan, Nicholas Christian, “Studi Laboratorium Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Sifat-Sifat Rheologi Low solid mud”, Universitas Trisakti Jakarta, 2016.
 6. Rubiandini, Rudi, “Diktat Kuliah Teknik Pemboran dan Praktikum”, Institut Teknologi Bandung, 1993.
 7. Sadya, Robani. , “Diktat Teknik Lumpur Bor”, Universitas Trisakti, Jakarta, 2000.
 8. Sudarmoyo, “Penelitian Sifat-Sifat Rheologi Lumpur Pada Temperatur Tinggi”, UPN Veteran Yogyakarta.
 9. Sudrajat, Eric, “Studi Laboratorium Pengaruh Berbagai Temperatur dan Salinitas Terhadap Sifat Fisik Sistem Low solid mud (Low Solid Mud)”, Universitas Trisakti Jakarta, 2012.
 10. Zabidi, Lilik, “Penuntun Praktikum Teknik Lumpur Pemboran“, Universitas Trisakti Jakarta, 2008
 11. “Teknologi Lumpur Pemboran Minyak”, Lemigas, Jakarta, 1993.
 12. “Mud School Handbook”, MI Swaco, 2008.