



# Studi Pengaruh Kontaminasi Properti Rheology Water Based Mud di Lapangan Sunyu

**Abdullah Rizky  
Agusman**

Universitas Bhayangkara Jakarta  
Raya, Indonesia

---

**Corresponding author:**

Abdullah Rizky Agusman,  
Universitas Bhayangkara Jakarta  
Raya, Indonesia.  
abdullah.rizky@dsn.ubharajaya.ac.id

---

**Article Info :**

**Article history:**

Received: November 3, 2022  
Revised: November 10, 2022  
Accepted: November 29, 2022  
Published: November 30, 2022

---

**Keywords:**

Keywords 1; *Rheology*  
Keywords 2; *Mud Contamination*  
Keywords 3; *Water based mud*

---

**Kata Kunci:**

Kata Kunci 1; *Rheology*  
Kata Kunci 2; *Kontaminasi Lumpur*  
Kata Kunci 3; *Water Based Mud*

---

**Abstract**

*This project focuses on Investigation of effect of contaminants on the Rheological Properties of Water-based Drilling Mud. For any drilling operation to be termed successful, care must be taken during the selection and application of the drilling fluid which are key factors that should be considered. Any actions contrary to carefully selection and application of drilling fluids could have very dire consequences. Based on the experiment work done on water base mud system to ascertain the effect of contaminants (salt, silica sand, cement and carbonate) on the rheological properties and performance of the mud, it shows that the presence of a contaminant on the drilling mud either reduces or increases the rheological properties of the mud system and in turn affects the rate of penetration, its performance and also poses serious drilling problems. It was observed that the presence of Sodium salt in the mud system increased the fluid loss into the formation. It was further observed that while Apparent Viscosity, Gel Strength increases as the mass increase from 1g to 5g, the pH and Plastic Viscosity almost did not change. The Yield point increases little. With Cement as contaminant, it shows all rheological properties of the mud increased markedly, as the quantity of the cement used is increased from 1g to 5g and the pH does not change. Silica contamination has not showed any marked effect on the nature of the drilling mud. In fact, the more the amount of the contaminant (Silica) is added, the closer its properties are to the blank sample that do not have contaminants. The carbonate effect is largely on the Gel strength which decreases as the amount of added carbonate increases. The pH has no charges, which also means carbonate keeps the mud in its alkaline state, as it was the case with cement.*

---

**Abstrak**

*Penelitian ini berfokus pada Investigasi pengaruh kontaminan pada Sifat Reologi Lumpur Pengeboran Berbasis Air. Agar setiap operasi pengeboran dikatakan berhasil, kehati-hatian harus dilakukan selama pemilihan dan penerapan cairan pengeboran yang merupakan faktor kunci yang harus dipertimbangkan. Setiap tindakan yang bertentangan dengan pemilihan dan penerapan cairan pengeboran dengan hati-hati dapat menimbulkan konsekuensi yang sangat mengerikan. Berdasarkan percobaan yang dilakukan pada sistem lumpur berbasis air untuk memastikan pengaruh kontaminan (garam, pasir silika, semen dan karbonat) terhadap sifat reologi dan kinerja lumpur, menunjukkan bahwa adanya kontaminan pada lumpur pemboran baik mengurangi atau meningkatkan sifat reologi sistem lumpur dan pada gilirannya mempengaruhi laju penetrasi, kinerjanya dan juga menimbulkan masalah pengeboran yang serius. Diamati bahwa adanya garam Natrium dalam sistem lumpur meningkatkan kehilangan cairan ke dalam formasi. Diamati lebih lanjut bahwa sementara Viskositas Tampak, Gel Strength meningkat seiring*

*dengan peningkatan massa dari 1g menjadi 5g, pH dan Viskositas Plastik hampir tidak berubah. Yield point sedikit meningkat. Dengan Semen sebagai kontaminan, ini menunjukkan semua sifat reologi lumpur meningkat secara nyata, karena jumlah semen yang digunakan meningkat dari 1g menjadi 5g dan pH tidak berubah. Kontaminasi silika belum menunjukkan efek nyata pada sifat lumpur pemboran. Faktanya, semakin banyak jumlah kontaminan (Silika) yang ditambahkan, semakin dekat sifatnya dengan sampel blanko yang tidak memiliki kontaminan. Efek karbonat sebagian besar pada Gel Strength yang menurun dengan meningkatnya jumlah karbonat yang ditambahkan. PH tidak memiliki muatan, yang juga berarti karbonat menjaga lumpur tetap dalam keadaan basa, seperti halnya semen.*

---

---

## Pendahuluan

Setiap kali hidrokarbon ditemukan di beberapa formasi bawah permukaan, kedengarannya menarik bagi semua pihak yang terlibat tetapi pada kenyataannya, kami tidak dapat memastikan keberadaan hidrokarbon tanpa membuat lubang ke zona target. Dengan demikian, pengeboran sumur minyak dan gas merupakan usaha yang berisiko tinggi dan menantang dengan beberapa masalah terkait. Terlepas dari tantangan ini, sumur masih dibor secara global dan hanya mengalami operasi pengeboran yang lambat atau tidak sama sekali belakangan ini karena penurunan harga minyak global. Ini adalah tujuan dari setiap operator lapangan untuk mendapatkan minyak atau gas dari batuan reservoir ke fasilitas produksi permukaan dengan cara yang aman dan hemat biaya sehingga memaksimalkan keuntungan dengan mengurangi biaya pengeboran jumlah sumur yang diperlukan untuk mengalirkan cairan reservoir.

Penyebab pengeboran sumur ke zona target, ada beberapa masalah terkait yang mungkin terjadi seperti kehilangan sirkulasi, kerusakan formasi, tendangan dan jika tidak dikendalikan dapat mengakibatkan ledakan, pipa macet, ketidakstabilan lubang dll yang dapat dicegah. dengan menggunakan lumpur bor yang memadai. Selain itu, pembersihan lubang yang buruk dapat menyebabkan berkurangnya tingkat penetrasi, hilangnya sirkulasi cairan, dan peningkatan torsi putar, pecahnya formasi dan pipa macet (Hussain et al, 2010). Oleh karena itu, untuk berhasil mengebor sumur ke pay zone reservoir diperlukan formulasi cairan pemboran yang tepat yang merupakan teknik kontrol sumur utama untuk mengatasi tekanan formasi sebagai pendalaman sumur. Lumpur pemboran dipandang sebagai darah kehidupan dari setiap operasi pemboran yang menyiratkan bahwa lumpur pemboran harus memiliki beberapa sifat yang diperlukan (baik fisik maupun kimia) untuk menahan berbagai kondisi sumur yang dihadapi dengan variasi yang lebih besar.

Setiap operasi pengeboran putar menyiratkan tiga sistem yang bekerja secara bersamaan dalam mengebor lubang; sistem berputar yang memutar mata bor, sistem pengangkat yang menaikkan dan menurunkan tali bor ke dalam lubang, dan sistem sirkulasi yang berfungsi memindahkan cairan dari batang bor, keluar dari mata bor dan naik lagi ke lubang di permukaan (Van Dyke & Baker 1998). Fluida ini juga disebut fluida pengeboran, dalam bentuk cairnya dapat berupa air atau campuran air dan minyak, tanah liat dengan beberapa bahan tambahan. Campuran ini dalam istilah pengeboran disebut lumpur pengeboran oleh operator pengeboran, untuk selanjutnya istilah "cairan pengeboran" dan "lumpur pengeboran" akan digunakan secara bergantian.

Perlu dicatat bahwa beberapa kontaminan seperti semen, garam dapat dicegah dari mencemari sistem lumpur dengan penerapan aditif pada lumpur asalkan tidak ditambahkan secara berlebihan karena aditif yang berlebihan berdampak buruk pada sifat lumpur sementara beberapa dari aditif ini adalah tak terduga dan tak terduga untuk kontaminan konsentrasi meningkat secara bertahap.

Oleh karena itu, kontaminan lumpur pemboran dapat didefinisikan sebagai bahan apapun yang menyebabkan perubahan sifat lumpur yang tidak diinginkan ketika dimasukkan ke dalam sistem lumpur. Padatan adalah kontaminan yang paling mendominasi. Selain itu, ketika ada terlalu banyak padatan yang berasal dari formasi, hal itu akan menghasilkan nilai sifat reologi yang tinggi dan juga penurunan laju pengeboran. Sifat dari beberapa kontaminan adalah kimia dan dengan demikian, memerlukan perlakuan kimia khusus untuk mengembalikan sifat lumpur ke sifat aslinya dengan beberapa tingkat toleransi teknik; tetapi tidak selalu 100% mungkin untuk sepenuhnya menghilangkan kontaminan dari sistem lumpur tetapi dapat dikurangi hingga toleransi kesalahan minimum. Suatu fluida pemboran dikatakan terkontaminasi bila terdapat intrusi bahan asing ke dalam sistem fluida pemboran atau berasal dari pengolahan sistem fluida pemboran yang berlebihan dengan aditif (yaitu aditif lumpur yang salah) sehingga menyebabkan perubahan sifat yang tidak diinginkan (misalnya viskositas, densitas, hasil). titik, kekuatan gel, filtrasi dll) dari lumpur pengeboran (Mahmood dan Khaled, 2012)

Rheologi dapat didefinisikan sebagai ilmu deformasi dan perilaku aliran semua jenis materi (yaitu dari

gas ke padatan). Istilah ini adalah koin dari dua kata Yunani; “rheo” yang berarti mengalir dan “logos” yang berarti ilmu atau logika. Rheologi fluida pemboran sebenarnya berkaitan dengan hubungan antara laju aliran dan tekanan/temperatur aliran serta pengaruh karakteristik aliran fluida.

Properti ini, atau dikenal sebagai properti aliran, menggambarkan karakteristik aliran lumpur pada kondisi aliran yang berbeda. Untuk memprediksi atau mengetahui efek dari aliran ini, perilaku aliran lumpur di berbagai titik penting dalam sistem sirkulasi lumpur harus diketahui. Kategori fluida pemboran ditentukan oleh perilaku fluida ketika dikenai gaya yang diterapkan (tegang geser).

Ilmu dan keahlian pemboran sumur bergantung pada penerapan lumpur pemboran untuk alasan-alasan tertentu yang meliputi penghilangan serbuk bor ke permukaan dan pemeliharaan stabilitas lubang sumur. Artinya pemilihan lumpur pemboran tergantung pada perilaku formasi yang akan dibor. Pencemaran cairan pemboran merupakan proses yang terus menerus selama pemboran sumur dan masalah yang timbul dari operasi pemboran seperti kick/blowout, pipa macet, sirkulasi hilang, ketidakstabilan lubang, dan kerusakan formasi dll, seringkali sebagai akibat dari kontaminasi. Kontaminan pada lumpur bor mengubah sifat-sifatnya yang mengakibatkan kinerja lumpur bor tidak memadai. Beberapa masalah dengan kontaminan ini adalah: penambahan padatan dalam cairan pemboran, yang dapat meningkatkan viskositas, kehilangan cairan, endapan filter dan kekuatan gel yang akibatnya menyebabkan kehilangan sirkulasi dan endapan lumpur. Juga, Konsentrasi tinggi natrium klorida dalam lumpur berbasis bentonit menghasilkan penghalang energi dan menghasilkan beberapa flokulasi. Jadi, dalam jumlah kecil, natrium klorida mengentalkan lumpur air tawar dan juga meningkatkan laju filtrasi.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Pemahaman yang komprehensif tentang berbagai sifat cairan pengeboran dan kontaminan
- Laboratorium penentuan efek kontaminan pada sifat dan kinerja cairan pengeboran.
- Tentukan kontaminan mana yang akan memiliki pengaruh signifikan pada sifat fluida pengeboran.
- Bagian ini difokuskan pada studi sebelumnya yang dilakukan oleh penulis yang berbeda yang telah menyelidiki pengaruh kontaminan pada kinerja lumpur pemboran.

Ada beberapa jenis lumpur bor yang digunakan dalam operasi pengeboran sehari-hari. Beberapa sumur membutuhkan jenis lumpur yang berbeda untuk digunakan karena sifat formasi yang ditemui di berbagai bagian lubang sumur, atau kombinasi dengan sistem lumpur lainnya. The Oilfield Glossary mengklasifikasikan berbagai fluida pengeboran ke dalam beberapa kategori besar seperti: “udara, udara/air, udara/polimer, lumpur berbasis air (WBM), lumpur berbasis minyak (WBM), fluida berbasis sintetis (SBM)”. Penggunaan lumpur ini disesuaikan dengan kebutuhan operasi pemboran, sehingga dicapai pemboran yang efektif dengan biaya yang efisien (M. Mahlil et al, 2022).

Olufemi et al (2011) melakukan pekerjaan untuk secara eksperimental menyelidiki perubahan sifat aliran lumpur berbasis minyak setelah intrusi kontaminan dan berdasarkan hasil mereka, mereka menyimpulkan bahwa mempertahankan kepadatan lumpur yang rendah meminimalkan viskositasnya, dan ketika tekanan di dalam annulus lubang sumur berkurang yang disebabkan oleh sirkulasi fluida, meminimalkan ketebalan kue filter. Dalam skenario di mana ada penyegelan cake filter yang tebal atau aliran yang membatasi, tekanan di bawah mata bor meningkat dan dapat mengakibatkan hilangnya sirkulasi lumpur. Mereka juga menyimpulkan bahwa ketika serbuk bor dihilangkan, kekentalan plastik berkurang dan penurunan kekentalan plastik akan meningkatkan kekentalan laju geser rendah yang akan membawa serbuk yang lebih besar dan lebih mudah dilepas ke permukaan.

Ali dkk. (2013) menyelidiki pengaruh kontaminasi garam NaCl pada sifat reologi lumpur bor bentonit dan dari hasil yang mereka peroleh, mereka menyimpulkan bahwa viskositas plastik dan resistivitas listrik berkurang dengan peningkatan kandungan garam. Basirat et al (2013) juga melakukan penelitian serupa dan menyatakan bahwa untuk sistem lumpur yang terkontaminasi, ada sekitar 30% peningkatan kehilangan filter dan 86% penurunan resistivitas dibandingkan dengan sampel yang sama tanpa kontaminasi. Selanjutnya, hasil yang diperoleh Hassiba dan Amani (2013) menunjukkan bahwa kontaminasi NaCl meningkatkan tegangan geser/laju geser sedangkan kontaminasi KCl menurunkan kurva tegangan geser/laju geser lumpur berbasis air.

Hussain et al (2010) menyatakan bahwa dalam proses pemboran, salah satu masalah utama yang mempengaruhi operasinya adalah pembersihan lubang yang buruk atau tidak memadai yang dapat mengakibatkan hilangnya sirkulasi, mengurangi laju penetrasi, pecahnya formasi, pipa menempel dan torsi putar tinggi antara lain. Oleh karena itu, mereka mendefinisikan pembersihan lubang sebagai kemampuan lumpur pemboran untuk mengangkut serbuk bor dari lubang ke permukaan dan juga menanggulangi serbuk bor jika terjadi penghentian sirkulasi.

Remillard (2010) menyelidiki pengaruh nanopartikel pada kinerja cairan pemboran dan hasil yang diperoleh dari penelitian laboratoriumnya menunjukkan bahwa dalam waktu 15 menit, sekitar 100% kontaminan hidrogen sulfida dapat dihilangkan dari lumpur pemboran berbasis air dengan penambahan skala nano. Seng oksida ke lumpur pengeboran, sedangkan seng oksida curah hanya menghilangkan 2,5% setelah 90 menit perawatan.

Jamal et al (2013) juga melakukan pekerjaan serupa dengan menggunakan nanopartikel pada lumpur pemboran; mereka menyatakan bahwa, pada suhu dan tekanan yang lebih tinggi, penambahan partikel nano ke sistem lumpur pengeboran menghasilkan pemeliharaan sifat reologi lumpur yang lebih baik. Oleh karena itu, teknologi nano dapat digunakan untuk meningkatkan sifat cairan pengeboran.

Seperti yang dinyatakan oleh Bourgogne A.T. Jr (1986); Menyatakan bahwa cairan pemboran secara langsung atau tidak langsung terkait dengan sebagian besar masalah pemboran dan gambaran tentang efek ini tidak dapat terlalu ditekankan. Juga, keberadaan lempung terhidrasi di dalam air memiliki efek yang tidak diinginkan serta efek yang diinginkan pada proses pengeboran putar. Pengurangan tingkat penetrasi dan peningkatan kehilangan tekanan gesekan diamati ketika kandungan tanah liat dari cairan pengeboran meningkat.

Selain itu, pH lumpur yang tinggi diinginkan untuk menekan laju korosi, penggetasan hidrogen dan kelarutan  $Ca^{2+}$  dan  $Mg^{2+}$ . Juga, pH tinggi adalah lingkungan yang menguntungkan bagi banyak aditif kontrol viskositas organik, pH lumpur yang paling dipertahankan antara 9,5 dan 10,5 dan bahkan pH yang lebih tinggi dapat digunakan jika  $H_2S$  diantisipasi.

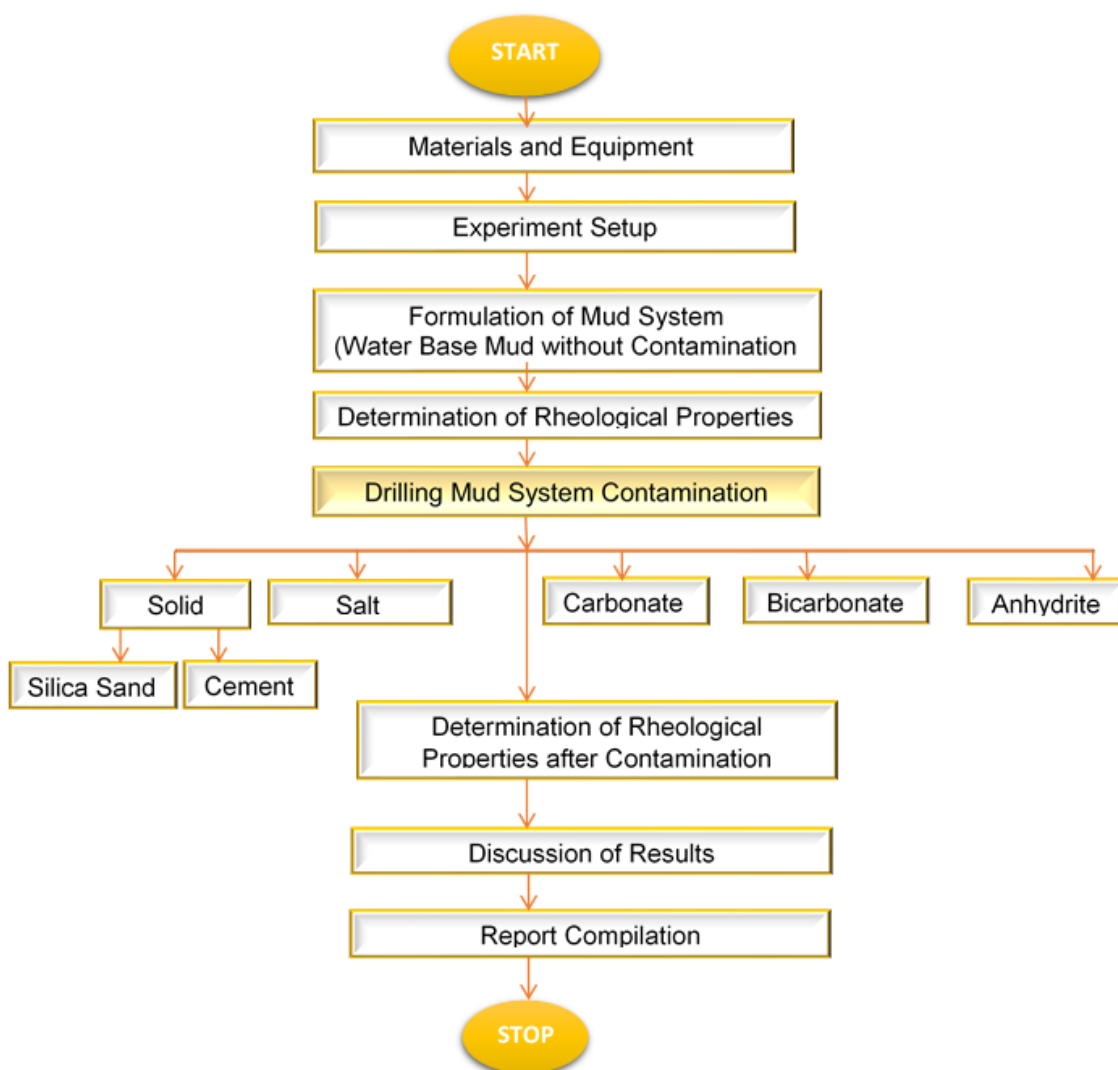
Medermonth John (1973), menyatakan dalam bukunya yang berjudul "Drilling mud and fluid additives" bahwa kontaminan selalu dijumpai pada setiap tahapan operasi pemboran. Mereka juga ada di formasi yang dibor, pasokan air dan bahan yang digunakan dalam merumuskan dan mempertahankan sifat cairan pengeboran. Mereka dapat dengan cepat mengubah karakteristik fisik dan kimia lumpur pengeboran. Perlu dicatat bahwa tingkat keparahan masalah yang dialami tergantung pada jenis kontaminan, tingkat kontaminasi, dan jenis lumpur bor yang digunakan.

Ezzat dkk. (1997) menyatakan bahwa pertumbuhan mikroba di dalam lumpur dapat mengakibatkan kontaminasi pada sumur dan zona dekat lubang sumur yang menyebabkan pengotoran, korosi dan pengasaman reservoir yang mungkin terjadi selama operasi selanjutnya. Juga, jika pertumbuhan bakteri ekstensif, konsumsi polimer organik yang signifikan dapat terjadi dan dapat mengakibatkan hilangnya sifat reologi lumpur. Mereka selanjutnya mengidentifikasi kontaminasi bakteri sebagai penyebab masalah berikut: korosi mikrobiologis tubular dan saringan sumur; penyumbatan biomassa di sumur injeksi dan di formasi; dan produksi hidrogen sulfida jauh di dalam formasi, menyebabkan reservoir souring.

Dari literatur di atas, terlihat jelas bahwa pada setiap titik proses pemboran, lumpur pemboran harus terus dipantau. Hal ini karena efek buruk kontaminan yang akan ditimbulkan pada pengebor jika tidak terdeteksi dini dan ditangani dengan benar dalam jangka panjang, akan menyebabkan peningkatan biaya pengeboran sehingga mengurangi keuntungan yang diharapkan.

### **Metode Penelitian**

Bahan, peralatan dan pendekatan desain metodologi eksperimental untuk penelitian ini disajikan dan disajikan dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Alur Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil eksperimen, analisis data, dan diskusi disajikan. Ini memberikan pemeriksaan menyeluruh dari pengamatan eksperimental dan hasil tes.

Karena cairan/lumpur pemboran adalah darah kehidupan dan kontrol sumur utama dari setiap operasi pengeboran, menyiratkan bahwa cairan pemboran dengan sifat reologi yang stabil diperlukan dalam operasi pemboran. Fluida ini meninggalkan lubang/tangki lumpur ke formasi dan kembali ke lubang lumpur melalui ruang annular. Saat sumur dibor lebih dalam, lumpur bertemu dengan formasi yang berbeda dan mungkin terkontaminasi dalam prosesnya. Oleh karena itu, diperlukan pemantauan yang cermat terhadap parameter yang memungkinkan lumpur menjalankan fungsinya secara memadai.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari percobaan laboratorium penelitian ini, ditemukan bahwa sifat reologi dan filtrasi lumpur bor dasar air yang diformulasikan dipengaruhi oleh intrusi kontaminan. Diindikasikan bahwa kontaminan ini meningkatkan atau menurunkan viskositas plastik, titik luluh, pH kekuatan gel, filtrat API, kandungan pasir, air, methylene blue test (MBT), alkalinitas lumpur dan filtrat, kandungan klorida dan kalsium untuk lumpur bor yang digunakan. sampel yang juga mempengaruhi efisiensi analisa.

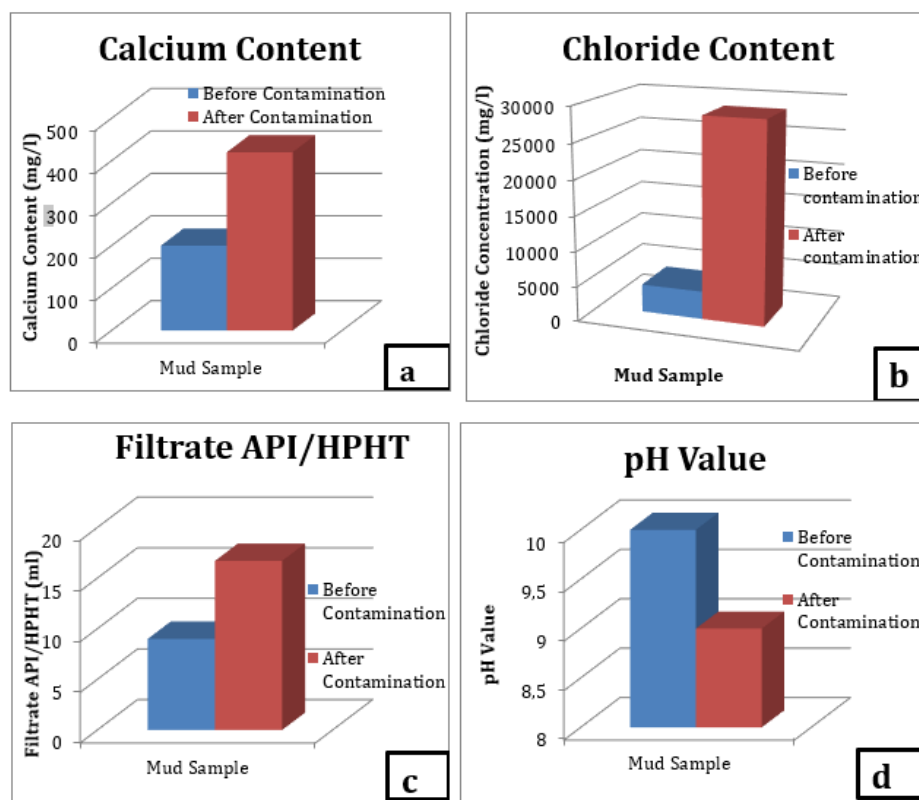
**3.1. Pengaruh Properti terhadap Laju Penetrasi dan Lubang Bor**

Kekuatan gel dibutuhkan untuk menanggulangi cutting yang dibor selama perjalanan dan juga untuk menanggulangi material yang berat. Ini juga memiliki bantalan langsung pada swab dan tekanan lonjakan yang dibuat saat menarik keluar atau masuk ke lubang dengan pipa dan tekanan pompa awal yang diperlukan untuk menghentikan sirkulasi. Peningkatan kekuatan gel yang diamati pada pengeboran sumur dapat menunjukkan bahwa lumpur terlalu banyak menebal selama perjalanan. Ini meningkatkan tekanan sirkulasi putus dan tidak memungkinkan pelepasan stek yang efisien di permukaan. Oleh karena itu, lumpur harus diolah atau mungkin uji geser suhu tinggi harus dijalankan untuk mendapatkan bukti yang mendukung.

Pemindahan cutting yang berlebihan dari lubang dapat menyebabkan washout pada formasi yang tidak terkonsolidasi. Juga, padatan yang dibor menghasilkan filter cake yang lebih lembut dan lebih tebal. Tingkat yang berlebihan dapat meningkatkan viskositas lumpur dan mengurangi tingkat penetrasi. Peningkatan viskositas lumpur dapat menurunkan laju penetrasi dan efisiensi penghilangan padatan. Sistem kehilangan cairan yang santai cenderung memberikan penetrasi yang lebih cepat dan mengurangi atau mencegah efek merusak pada formasi yang ditembus. Cake yang tipis dan keras mengurangi drag dan torsi/

### 3.2. Kontaminasi Garam

Biasanya mudah untuk mendeteksi garam saat memasuki sistem lumpur saat pengeboran. Begitu mencemari lumpur, akan terjadi peningkatan kandungan klorida pada filtrat, peningkatan reologi; khususnya titik luluh, peningkatan kehilangan cairan, dan kemungkinan penurunan pH dan alkalinitas dan hasil yang diamati menunjukkan peningkatan sifat reologi (Tabel A1 dalam lampiran). Juga diamati bahwa adanya garam kalsium dalam sistem lumpur meningkatkan kehilangan cairan ke dalam formasi. Dengan demikian, jika sumber garamnya adalah aliran air asin, kemungkinan juga terjadi penurunan densitas lumpur dan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sumber pencemaran garam bukanlah aliran air asin. Terjadi peningkatan drastis pada kandungan klorida (Gambar 4d) yang akan membutuhkan biaya pengolahan yang tinggi dan jika biaya pengolahannya terlalu tinggi, lumpur dapat diubah menjadi sistem lumpur lain yang mentolerir masalah garam.



Gambar 4.1. Lumpur Terkontaminasi Garam : (a) Calcium Content, (b) Chloride Content, (c) API/HPHT Filtrate, (d) pH Value

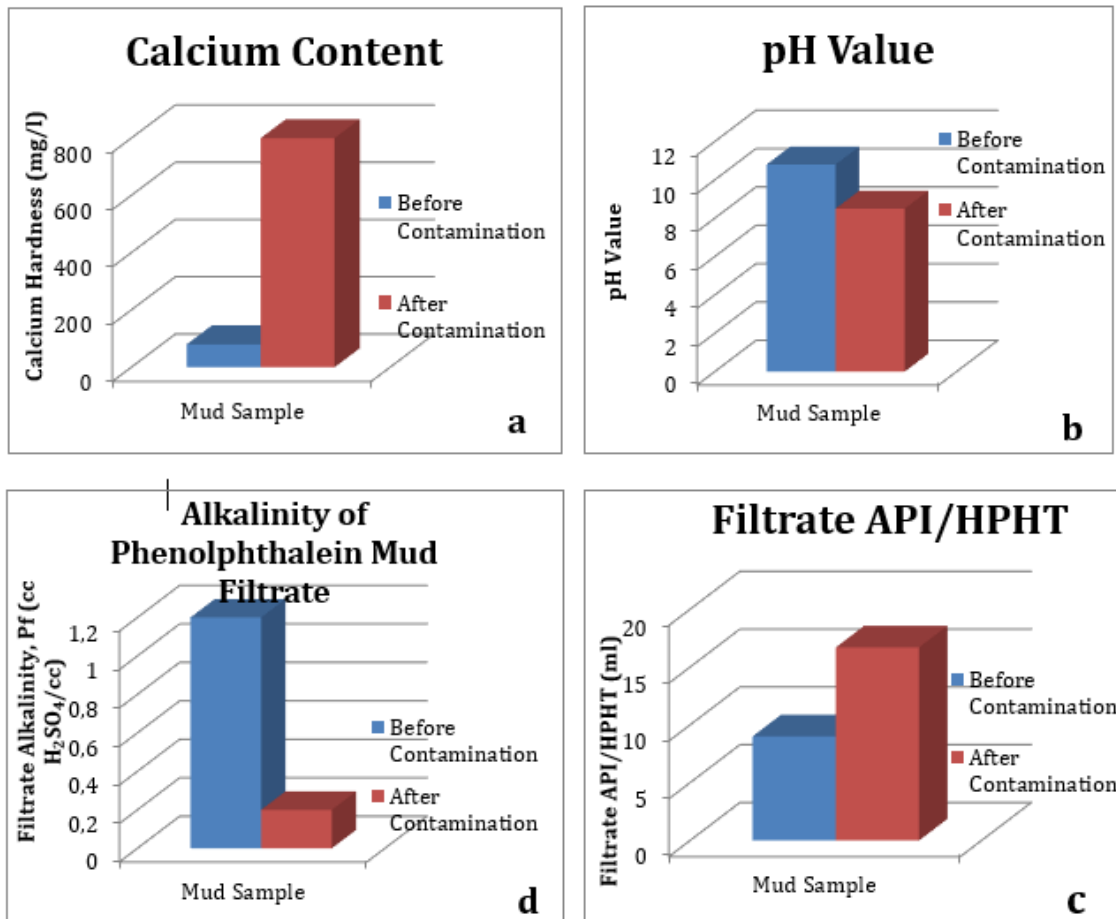
Selain itu, jika sistem lumpur tidak diolah secara memadai dan peningkatan konsentrasi garam lebih lanjut akan mendistorsi fungsi lumpur. Oleh karena itu, berikut adalah beberapa perawatan yang direkomendasikan:

- Tambahkan dengan pengencer untuk mengurangi viskositas, kekuatan gel, dan titik luluh.
- Sesuaikan pH dengan soda kaustik.
- Tambahkan polimer untuk kehilangan filtrat.
- Jika konsentrasi garam dipertahankan, atau sistem dipecah menjadi sistem garam jenuh bentonit atau polimer pra-hidrasi harus digunakan untuk mempertahankan viskositas.
- Jika kandungan padatan tanah liat dari cairan terlalu tinggi, pengenceran air mungkin juga diperlukan.

### 3.3. Kontaminasi Anhydrite

Metode umum untuk mengebor formasi anhidrit adalah menyesuaikan pH menjadi 9,5 dan menambahkan pengencer. Hal ini juga diperlukan untuk mempertahankan MBT yang rendah. Dengan

menggunakan metode ini, cairan gipsum rendah dapat dibuat dan kehilangan filtratnya dikontrol dengan polimer. Biasanya tidak ekonomis untuk mengolah kalsium dari sistem yang sangat terkontaminasi. Beberapa sifat untuk mengidentifikasi kontaminasi anhidrit adalah: Hasil yang ditunjukkan pada Gambar 4.2a-d menunjukkan peningkatan filtrat API/HTHP, penurunan nilai pH, penurunan alkalinitas filtrat, Pf/Mf dan peningkatan kandungan kalsium secara drastis. Variasi sifat ini merupakan indikasi intrusi anhidrit ke dalam sistem lumpur. Rincian pengaruh sifat reologi ditunjukkan pada Tabel A1.



Gambar 4.2: Lumpur terkontaminasi Anhydrite : (a) Calcium content (b) pH (c) API/HPHT filtrate (d) Filtrate Alkalinity, Pf

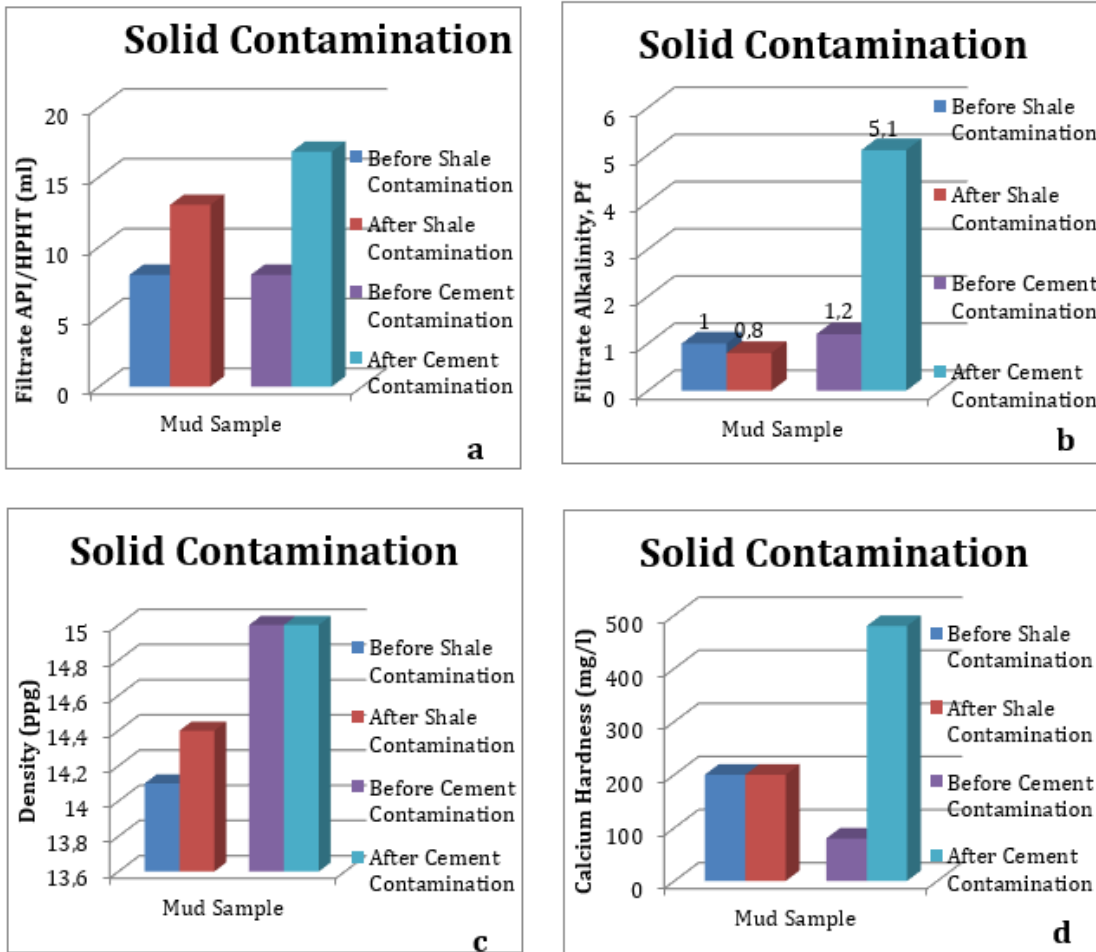
Rekomendasi untuk kontaminasi Anhydrite :

- Dapat dikontrol dengan menambahkan soda abu ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) jika pH di bawah 9,5. (Jika pH di atas 9,5, gunakan soda bikarbonat)
- Setelah menambahkan soda abu, dispersan kimia biasanya ditambahkan untuk membantu mengurangi viskositas dan kekuatan gel.
- Masalah tambahan dapat ditemui jika sejumlah besar soda abu ditambahkan. Natrium sulfat yang larut cenderung menumpuk dan menyebabkan "gel abu".

#### 3.4. Kontaminasi Padatan Pasir Silika dan Semen

Sifat-sifat untuk mengidentifikasi ketika sistem lumpur terkontaminasi dengan lempung/serpih adalah: peningkatan padatan, peningkatan kapasitas tukar kation (KTK) atau MBT, penurunan alkalinitas, peningkatan densitas. Sedangkan kasus semen ditandai dengan kenaikan filtrat API/HTHP, kenaikan pH, kenaikan Pm/Pf dan tingginya kalsium. Hasil yang diamati ketika sistem lumpur terkontaminasi serpih dan semen menunjukkan kecenderungan yang berbeda di beberapa properti. Pada kontaminasi serpih, alkalinitas filtrat menurun tetapi meningkat dengan cepat pada kontaminasi semen (Gambar 4.3b). Tidak ada perubahan kandungan kalsium untuk kontaminasi serpih/lempung tetapi peningkatan pesat sebesar 500% untuk

kontaminasi semen (Gambar 4.3d) dan hasil lainnya masing-masing ditunjukkan pada Gambar 4.3a & c dan Tabel A2. Aditif perawatan yang direkomendasikan di bawah ini.



Gambar 4.3: Lumpur terkontaminasi padatan (Shale & Cement): (a) API/HPHT filtrate (b) Filtrate Alkalinity, Pf (c) Density (d) Calcium content

Rekomendasi untuk clay atau shake terkontaminasi :

- Menaikkan pH dan Tambahkan air
- Buang dengan pengencer
- Maksimalkan penggunaan peralatan kontrol padatan
- Tambahkan lignit/polimer terlarut untuk kontrol filtrasi (HP-HT)

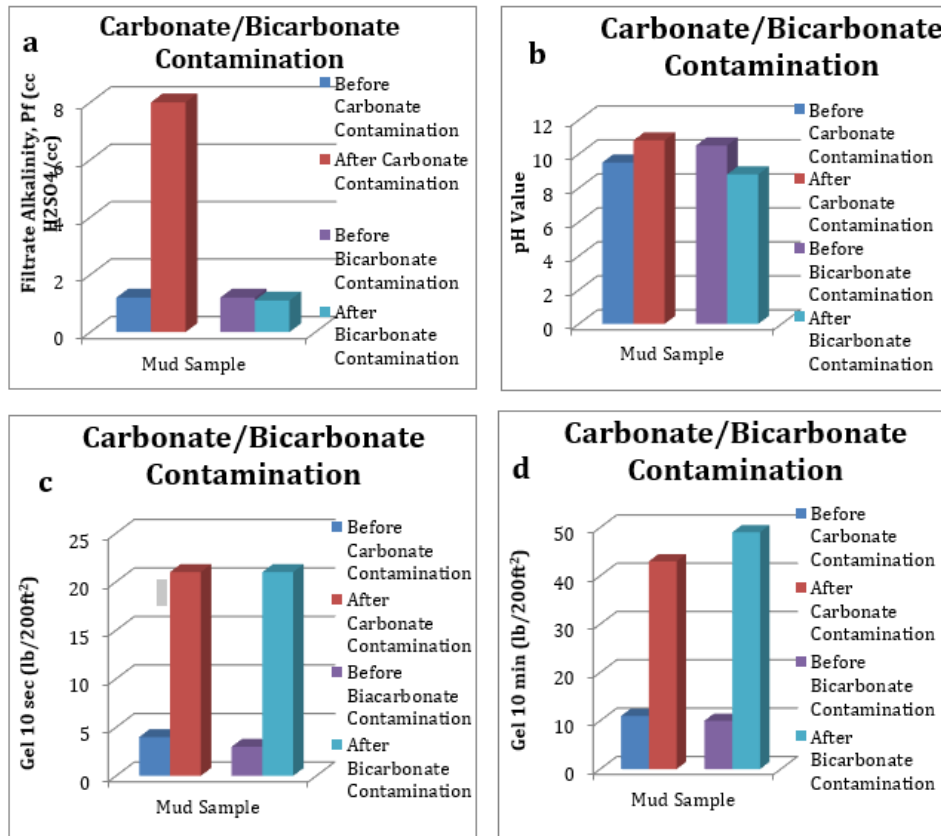
Rekomendasi untuk semen terkontaminasi padatan :

Pretreatment cairan untuk efek samping semen dapat menyebabkan masalah karena sangat sedikit semen keras yang akan bereaksi dengan soda bikarbonat. Perawatan berlebihan pencegahan ini dapat menyebabkan masalah pembentukan gel. Perawatan kontaminasi semen dapat menelan biaya lebih dari 100% dari biaya cairan harian rata-rata. Jika kontaminasi parah, sistem kapur harus dipertimbangkan. Oleh karena itu, suguhan yang direkomendasikan adalah:

- Tambahkan soda bikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>) untuk mengendapkan kalsium.
- Kontrol kekerasan total filtrat antara 150 - 200 mg/L untuk menghindari over treatment
- Soda bikarbonat akan menurunkan pH
- Sebagian besar cairan membutuhkan pH di atas 9,5 agar efektif
- Tambahkan pengencer untuk kontrol reologi
- Tambahkan air untuk dehidrasi dan barit untuk menjaga berat badan

### 3.5. Kontaminasi Karbonat dan Bikarbonat

Untuk mengidentifikasi kontaminan karbonat dan bikarbonat dalam sistem lumpur, akan ada indikasi kekuatan gel tinggi, filtrat tinggi, Mf tinggi, tidak ada kalsium tetapi dalam kasus kontaminasi karbonat, Pf tinggi dan rendah untuk kontaminasi bikarbonat. Hasil pengamatan pada Gambar 4.4 a-d dan Tabel A3 menunjukkan kecenderungan yang sama dalam variasi sifat untuk identifikasi kontaminasi karbonat dan bikarbonat. Nilai pH menunjukkan kecenderungan terbalik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4b dimana nilai pH meningkat untuk kontaminasi karbonat dan menurun untuk kontaminasi bikarbonat. Dengan demikian, agar lumpur tetap berfungsi optimal, aditif perawatan perlu dimasukkan ke dalam sistem lumpur jika biaya perawatan masih dalam toleransi ekonomi.



Gambar 4.4: Lumpur terkontaminasi Carbonate dan Bicarbonate:  
(a) Filtrate Alkalinity, Pf (b) pH (c) 10 sec gel strength (d) 10 min gel strength

Rekomendasi untuk kontaminasi karbonat :

- Tambahkan Gypsum ( $\text{CaSO}_4$ ) untuk menghilangkan karbonat dengan mengendapkannya sebagai  $\text{CaCO}_3$ , dan turunkan pH menjadi 9,5 - 10,5 (hanya ion  $\text{OH}^-$ )
- Pantau total lb/bbl ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) gipsium yang ditambahkan ke sistem. Terlalu banyak  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  dalam sistem akan menyebabkan masalah viskositas
- Tambahkan pengencer sesuai kebutuhan untuk dispersi kimia
- Tambahkan air untuk dehidrasi
- Kapur dan gipsium dapat ditambahkan bersama-sama untuk mencapai pH yang tepat dan untuk mengendapkan  $\text{CaCO}_3$  dari sistem.

Rekomendasi untuk kontaminasi bikarbonat :

- Tingkatkan pH dengan kapur [ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ] pH 9,5 hingga 10,0 Mungkin perlu menambahkan kapur dengan soda kaustik ( $\text{NaOH}$ )
- Pertahankan kekerasan total 150 hingga 200 mg/L dalam filtrat untuk menyangga masalah sehingga tidak terulang kembali. Ini biasanya mudah diperoleh dengan perawatan jeruk nipis
- Tambahkan pengencer untuk pendispersi kimia tanah liat dan kontrol reologi
- Tambahkan air untuk dehidrasi

### DAFTAR PUSTAKA

- H Brown, E., Kermit, (1977). The Technology of Artificial Lift Method", Volume 2a, Oklahoma; Pennwell Publishing Company.
- Brown, E., Kermit (1980). The Technology of Artificial Lift Method", Volume 3a, Oklahoma; Pennwell Publishing Company.
- Data-data Lapangan Sumur X Lapangan Offshore Y. (2019-2021).
- Gabor, Takack. (2009). Electric Submersible Pump Manual Desingn, Operations and Maintenance. United States of America: Gulf Publishing Company.
- Weatherford. (2005). Artificial Lift System.