

DESAIN LUMPUR PEMBORAN MENGGUNAKAN *ADDITIVE BARITE* DAN *CMC INDUSTRI* UNTUK MENGATASI FORMASI SALINITAS TINGGI

TUGAS AKHIR

Diajukan guna penyusunan tugas akhir Program Studi Teknik Perminyakan

Oleh

ARI TRI WIBOWO

NPM 133210188



PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2019

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh
Nama : Ari Tri Wibowo
NPM : 133210188
Program Studi : Teknik Perminyakan
Judul Skripsi : Desain Lumpur Pemboran Menggunakan
Additive Barite dan *CMC* Industri Untuk
Mengatasi Formasi Salinitas Tinggi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Novrianti S.T., M.T (.....)

Penguji : Novia Rita, ST., MT (.....)

Penguji : Idham Khalid S.T., M.T. (.....)

Ditetapkan di : Pekanbaru
Tanggal : 23 Desember 2019

Disahkan oleh:

**SEKRETARIS PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN**

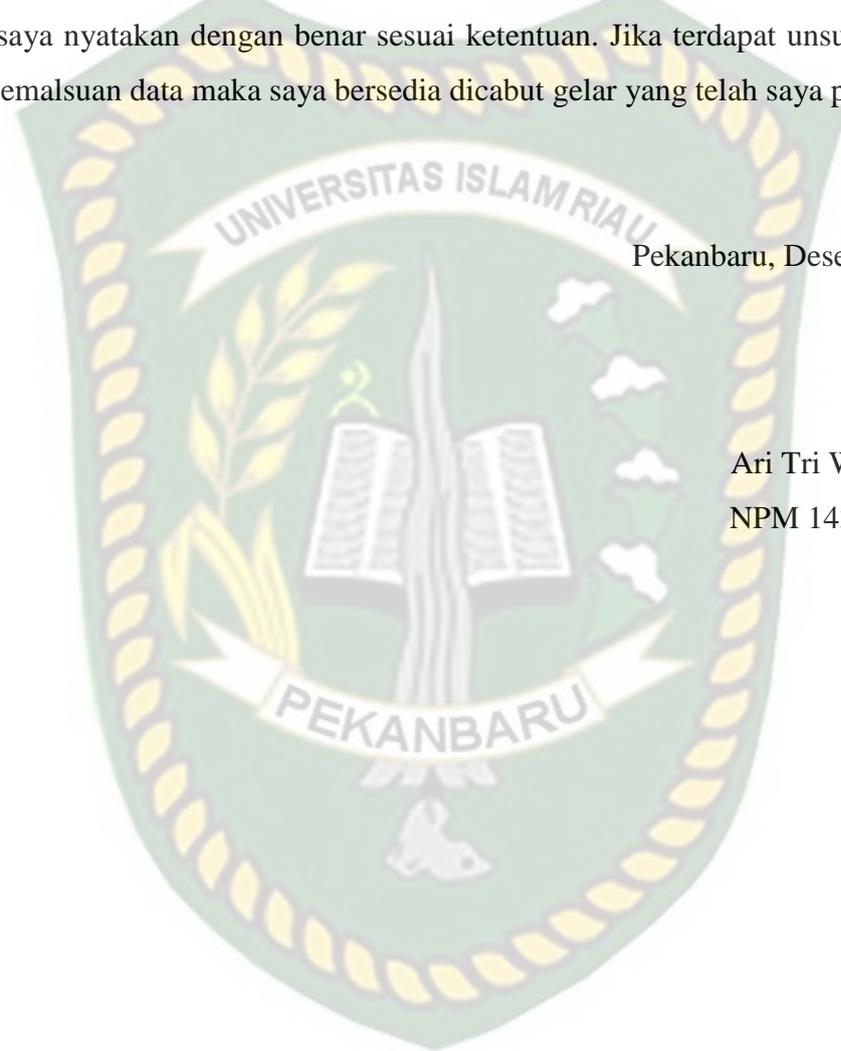
NOVRIANTI, ST., MT

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum di dalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Jika terdapat unsur penipuan atau pemalsuan data maka saya bersedia dicabut gelar yang telah saya peroleh.

Pekanbaru, Desember 2019

Ari Tri Wibowo
NPM 143210620



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya serta memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Desain Lumpur Pemboran Menggunakan *Additive Barite* dan *CMC Industri* untuk Mengatasi Formasi Salinitas Tinggi”. Tugas akhir ini disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Perminyakan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau (UIR).

Selama menjalani Program Studi Teknik Perminyakan hingga sampai dengan penyelesaian Tugas Akhir, banyak pihak yang telah membantu dan mendorong penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir. Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua, keluarga dan nenek yang memberikan kasih sayang dan doa serta dukungan penuh akan material maupun moral.
2. Ibu Novrianti, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 dan Bapak Idham Khalid S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2, yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Kepala Laboratorium Teknik Pemboran Program Studi Teknik Perminyakan Bapak Idham Khalid S.T., M.T. dan Instruktur Laboratorium Ibu Eka Kusumadewi S.T. yang telah mendukung dilakukannya penelitian.
4. Ketua Dr. Eng. Muslim, M.T. dan Sekretaris Prodi Novrianti S.T., M.T. serta dosen-dosen yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan, dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Teriring doa semoga Allah memberikan balasan atas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, Desember 2019

Ari Tri Wibowo

Universitas Islam Riau

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR GAMBAR | vi |
| DAFTAR TABEL | vii |
| DAFTAR LAMPIRAN | viii |
| DAFTAR SINGKATAN | ix |
| DAFTAR SIMBOL | x |
| ABSTRACT | xii |
| PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 LATAR BELAKANG | 1 |
| 1.2 TUJUAN PENELITIAN | 3 |
| 1.3 MANFAAT PENELITIAN | 3 |
| 1.4 BATASAN MASALAH | 3 |
| BAB II | 4 |
| TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.2.1 Penentuan Harga <i>Shear Stress</i> dan <i>Shear Rate</i> | 10 |
| BAB III | 17 |
| METODOLOGI PENELITIAN | 17 |
| 3.1 <i>FLOWCHART</i> PENELITIAN | 18 |
| 3.2 EKPERIMENTAL | 19 |
| 3.2.1 Alat dan Bahan | 19 |
| B. Prosedur Pengujian <i>Rheology</i> | 26 |
| C. Prosedur Pengujian <i>Filtration Loss</i> | 27 |
| 3.6 TEMPAT PENELITIAN | 28 |
| 3.7 JADWAL PENELITIAN | 28 |
| DAFTAR PUSTAKA | 44 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Zona rekah alami pada saat pemboran dilakukan..... | 8 |
| Gambar 2.2 | <i>Sealing Agent</i> Menutupi Zona <i>Unconsolidated Rock</i> | 10 |
| Gambar 3.1 | Diagram Alir Penelitian..... | 17 |
| Gambar 3.2 | <i>Barite</i> | 20 |
| Gambar 3.3 | <i>CMC</i> | 20 |
| Gambar 3.4 | <i>Mud Balance</i> | 21 |
| Gambar 3.5 | <i>Mud Mixer</i> | 21 |
| Gambar 3.6 | Gelas Ukur..... | 22 |
| Gambar 3.7 | Timbangan <i>Digital</i> | 22 |
| Gambar 3.8 | Jangka Sorong | 23 |
| Gambar 3.9 | <i>Fann VG Meter</i> | 23 |
| Gambar 3.10 | <i>Marsh Funnel</i> | 24 |
| Gambar 3.11 | <i>Stopwatch</i> | 24 |
| Gambar 3.12 | <i>LPLT</i> | 25 |
| Gambar 3.13 | <i>Filter Paper</i> | 25 |
| Gambar 4.1 | Grafik Nilai Rheology Sample Lumpur..... | 30 |
| Gambar 4.3 | Grafik Plastic Viscosity LS+Nacl+CM..... | 32 |
| Gambar 4.1 | Grafik Nilai Rheology Sample Lumpur..... | 32 |
| Gambar 4.3 | Grafik Plastic Viscosity LS+Nacl+CMC | 32 |
| Gambar 4.4 | Grafik Yield Point LS+Nacl+Barite | 36 |
| Gambar 4.5 | Grafik Yield Point LS+Nacl+CMC | 37 |
| Gambar 4.6 | Hasil Pengamatan Gel Strength LS+Nacl+Barite..... | 40 |
| Gambar 4.7 | Hasil Pengamatan Gel Strength LS+Nacl+CMC | 42 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------------|--|-------------------------------------|
| Tabel 3.1 | Jadwal Penelitian Tugas Akhir..... | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.1 | Komposisi Pengujian Lumpur..... | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.2 | Hasil Pengamatan <i>Gel Strength</i> 10 Detik Terhadap <i>LS+Nacl+Barite</i> 1-5 gram | 47 |
| Tabel 4.3 | Hasil Pengamatan <i>Gel Strength</i> 10 Menit Terhadap <i>LS+Nacl+Barite</i> 1-5 gram | 48 |
| Tabel 4.4 | Hasil Pengamatan <i>Gel Strength</i> 10 Detik Terhadap <i>LS+Nacl+CMC</i> 1-5 gram | 50 |
| Tabel 4.5 | Hasil Pengamatan <i>Gel Strength</i> 10 Menit Terhadap <i>LS+Nacl+CMC</i> 1-5 gram | 51 |
| Tabel 4.6 | Hasil Pengamatan <i>Mud Cake LS+Nacl+Additive</i> | 53 |
| Tabel 4.7 | Hasil Pengamatan <i>PH LS+Nacl+Additive</i> | 54 |

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I

PERHITUNGAN LUMPUR

LAMPIRAN II

TABEL HASIL PENGAMATAN



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR SINGKATAN

| | |
|------|---|
| API | <i>American Petroleum Institute</i> |
| EDS | <i>Energy Dispersive Spectrometer</i> |
| EDX | <i>Energy Dispersive X-Ray Analysis</i> |
| LPLT | <i>Low Pressure Low Temperature</i> |
| LS | Lumpur Standar |
| CMC | <i>Carboxymethyl Cellulose</i> |
| P | Probabilitas |
| RPM | <i>Rotation Per Minute</i> |
| SMF | <i>Second Marsh Funnel</i> |
| WBM | <i>Water Based Mud</i> |

DAFTAR SIMBOL

| | |
|-----------|---|
| μ | <i>Viscosity, cp</i> |
| μ_p | <i>Plastic Viscosity, cp</i> |
| Y_p | <i>Yield Point, lb/100ft²</i> |
| GS | <i>Gel Strength, lb/100ft²</i> |
| C_{600} | <i>Dial reading pada 600 RPM, derajat</i> |
| C_{300} | <i>Dial reading pada 300 RPM, derajat</i> |
| V_f | <i>Filtrate Volume</i> |
| A | <i>Filtration Area</i> |
| C_c | <i>Volume fraksi solid dalam Mud Cake</i> |
| C_m | <i>Volume fraksi solid dalam lumpur</i> |
| P | <i>Tekanan Filtrasi</i> |
| t | <i>Waktu Filtrasi</i> |
| cc | <i>Cubic Centimeter</i> |
| Q_1 | <i>Fluid loss pada waktu t_1</i> |
| Q_2 | <i>Fluid loss pada waktu t_2</i> |

DESAIN LUMPUR PEMBORAN MENGGUNAKAN *ADDITIVE BARITE* DAN *CMC INDUSTRI* UNTUK MENGATASI FORMASI SALINITAS TINGGI

ARI TRI WIBOWO
13321188

ABSTRAK

Berubahnya sifat fisik lumpur salah satu penyebabnya adalah adanya material-material yang tidak diinginkan masuk kedalam lumpur pada saat operasi pemboran, salah satu kontaminasi yang sering terjadi adanya kontaminasi dari *Nacl* akibat dari kontaminasi garam yang cukup tinggi masuk ke dalam sistem lumpur sehingga mengubah sifat dan rheology lumpur tersebut.

Beberapa *additive* berupa bahan kimia (baik yang diproduksi khusus untuk keperluan lumpur pemboran maupun bahan kimia umum) dan mineral dibutuhkan untuk mengatasi masalah formasi lumpur yang terkontaminasi *Nacl* atau pada formasi salinitas tinggi. Salah satu cara untuk mengatasi keadaan kontaminasi tersebut dengan menambahkan *additive barite* dan *cmc industri*, untuk mengetahui pengaruh penambahan *additive* tersebut terhadap sifat *rheology* lumpur pemboran yang terkontaminasi maka dilakukanlah penelitian ini. Adapun *additive* yang digunakan pada penelitian ini adalah *barite* dan *cmc industri* masing masing dengan komposisi konsentrasi masing - masing 1-5 gram. Uji *rheology* yang dilakukan adalah uji *plastic viscosity*, *yield point gel strength*, volume *filtrat*. Pengujian *filtration loss* dilakukan dengan menggunakan alat *Low Pressure Low Temperature (LPLT)*. Pengujian *rheology* seperti *plastic viscosity*, *yield point* dan *gel strength* menggunakan alat *Fann VG Meter*.

Diperoleh dari hasil penelitian menunjukkan bahwa titik optimum *rheology* lumpur setelah penambahan *additive* adalah hasil pengujian *LS+Nacl+CMC* 1-5 gram pada *CMC* konsentrasi 4 gram dengan nilai *Plastic viscosity* 10 cp, *yield point* 9 lb/100ft², dan *Gel strength* 0,5 lb/100ft² dengan rata rata *lost filtration* 9,4 ml per 10 – 60 *minute*, penggunaan *additive Barite* dan *CMC* dapat melakukan perbaikan nilai *rheology* lumpur pada kondisi lumpur yang telah terkontaminasi *Nacl*.

Kata kunci : *CMC, Barite, Salinitas, Lumpur Pemboran, Kontaminasi Nacl*

***DRILLING MUD DESIGN USING ADDITIVE BARITE AND
INDUSTRIAL CMC TO RESOLVE HIGH SALINITY
FORMATION***

**ARI TRI WIBOWO
13321188**

ABSTRACT

Changing the physical properties of mud one reason is the presence of materials that are not desirable into the mud during the drilling operation, a contamination that often occurs contamination of NaCl as a result of salt contamination high enough into the mud systems that change the properties and rheology the sludge.

Some of the additive in the form of chemicals (both produced specifically for the purpose of drilling mud and common chemicals) and minerals are needed to address the problem of contaminated sludge formation NaCl or the formation of high salinity, One way to overcome the contamination situation by adding barite and cmc additive industry, to determine the effect of the additive on rheology properties of drilling mud contaminated we conducted this study. The additive used in this study is barite and industrial cmc concentration of each composition each - each 1-5 grams. Rheology test conducted is a test of plastic viscosity, yield point, gel strength, filtrate volume. Loss filtration testing done by using a Low Pressure Low Temperature (LPLT). Rheology testing such as plastic viscosity, yield point and gel strength using a Fann VG Meter.

The results showed that the optimum point of mud rheology after the addition of additives are the test results LS + NaCl + CMC 1-5 grams of the CMC concentration of 4 grams with a value of 10 cp Plastic viscosity, yield point 9 lb / 100ft², and gel strength of 0.5 lb / 100ft² with filtrasion lost an average of 9.4 ml per 10-60 minute so that indirect use of additive Barite and CMC can make improvements in the conditions of sludge contaminated NaCl.

Keywords : *CMC, Barite, Salinity, Mud Drilling Contamination NaCl*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pencarian minyak serta gas bumi merupakan salah satu dari bagian kegiatan lumpur pemboran, kegiatan tersebut dilakukan saat eksplorasi maupun saat pengembangan. (Abdul Hamid, 2015) mengemukakan bahwa salah satu faktor yang menentukan keberhasilan suatu operasi pemboran adalah terletak pada lumpur bor. Pemboran dapat berjalan dengan cepat, aman dan ekonomis sangat dipengaruhi oleh kondisi dan sistem lumpur yang digunakan. Kondisi yang dimaksud adalah bagaimana sifat-sifat dan *rheologi* lumpur tersebut. Sedangkan sistem lumpur yang dimaksud adalah lumpur jenis tertentu yang digunakan dengan memperhatikan keadaan formasi dan lubang bor.

Menurut paparan (Zakky, Bayu Satyawira, 2015) agar suatu lumpur pemboran dapat berfungsi dengan baik lalu dapat mencegah serta menanggulangi jika terjadi masalah maka sistem lumpur yang digunakan pada suatu operasi pemboran harus disesuaikan dengan kondisi formasi serta *litologi* batuan yang ditembus. Jika terjadi hambatan pada operasi pemboran ini merupakan sesuatu yang sering terjadi, hambatan tersebut meliputi terjepitnya suatu rangkaian, terjadinya lost circulation, adanya sumbatan liar dan lubang bor terjadi pembesaran. Pada industri perminyakan ini merupakan resiko yang sering terjadi dan 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*, menerobos batuan yang ada di atasnya sehingga membentuk seperti kubah. Dalam skala waktu geologi batuan garam yang terbentuk akan tertutupi oleh sedimen di atasnya dan terkubur dalam bumi.

Berdasarkan skala geologi Indonesia merupakan wilayah pertemuan tiga lempeng. Akibat pertemuan lempeng tersebut terbentuk jalur-jalur pegunungan di

hampir seluruh pulau-pulau. Di sebelah belakang atau depan jalur pegunungan ini terbentuk cekungan tempat sedimen diendapkan. Sedimen-sedimen pengisi cekungan ini berasal dari hasil erosi wilayah pegunungan atau tempat tinggi lain di sekitar cekungan (IAGI, 2018). Cekungan-cekungan sedimen seperti itu terjadi di Sumatra, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Timor-Seram, dan Papua. Indikasi keterdapatannya kubah garam belum memungkinkan karena lingkungan pengendapan yang tidak mendukung, namun bisa diperkirakan keterdapatannya kubah garam ada di daerah akibat pertemuan lempeng dari cekungan sedimen tersebut.

Salah satu penyebab berubahnya sifat fisik lumpur adanya material-material yang tidak diinginkan masuk ke dalam lumpur pada saat operasi pemboran, salah satu kontaminasi yang sering terjadi adanya kontaminasi dari *NaCl* yang terjadi saat pemboran menembus kubah garam akibat dari kontaminasi garam yang cukup tinggi atau akibat air formasi yang berkadar garam tinggi masuk ke dalam sistem lumpur, 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 tersebut tidak aman dan efisien (*Lumpur dan Hidrolika Lumpur Pengeboran, 2013, chap.4*)

Pada penelitian yang dilakukan (Asosiasi Konservasi Industri Petroleum Lingkungan Internasional (IPLECA), Asosiasi Internasional Minyak dan Gas Produsen (OGP), 2009) diperoleh hasil bahwa *bentonite* dan *CMC* di dalam larutan *Sodium* adalah pengendali terhadap kehilangan cairan pada lumpur pemboran.

Berdasarkan uraian di atas maka peneliti tertarik untuk mengetahui *additive* pengganti yang mampu mengurangi *loss circulation* lumpur pemboran. Penelitian tersebut meliputi sifat fisik lumpur (*Density, Viskosity, Gel Strength, Filtration Lost, PH Index* dan *Mud Cake*) *Additive* yang digunakan pada penelitian ini adalah *Barite*, dan *CMC*. Penggunaan *barite* karena dapat meningkatkan *density* lumpur pemboran sedangkan penggunaan *additive CMC* karena *additive* tersebut murah, mudah didapat serta sering digunakan oleh peneliti untuk mengatasi terjadinya masalah *filtration lost* terhadap lumpur. Yang mana penelitian ini guna menentukan *additive* yang mampu mengembalikan keadaan lumpur yang

terkontaminasi *Nacl* agar mendekati *rheology* lumpur standar kembali sebelum terkontaminasi *Nacl*.

1.2 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

- 1) Menganalisis pengaruh penambahan *additive barite* dan *cmc industri* terhadap nilai *plastic viscosity*, *yield point*, *gel strength* serta *filtration loss* formasi lumpur pemboran dengan salinitas tinggi
- 2) Menganalisis pengaruh *additive barite* dan *cmc industri* terhadap nilai *mud cake* dan nilai *Ph* formasi lumpur pemboran dengan salinitas tinggi

1.3 MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengatasi terjadinya masalah *filtration lost* terhadap lumpur serta untuk menentukan *additive* yang mampu mengembalikan keadaan lumpur yang terkontaminasi *Nacl* agar mendekati *rheology* lumpur standar kembali sebelum terkontaminasi *Nacl*, sehingga dapat digunakan di industri migas pada kondisi formasi pemboran salinitas tinggi. Maka dengan mengetahui *additive* tersebut dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan pada perusahaan kedepannya sehingga meningkatkan keberhasilan, serta menjadi bahan bacaan untuk mahasiswa Universitas Islam Riau sebagai peneliti selanjutnya.

1.4 BATASAN MASALAH

Agar penulisan tugas akhir ini lebih terarah maka dalam pembahasan difokuskan kepada penambahan masing-masing *additive* penguji konsentrasi 1-5 gram pada lumpur dengan komposisi LS + 2 gram *Nacl* sebagai kontaminasi kubah garam (*salt dome*). Pada penelitian ini komposisi *Nacl* dipilih 2 gram, hal ini dikarenakan menurut standar pemakaian yang biasa dilakukan dari laporan penelitian yang biasa dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Hal ini berdasarkan pada laporan penelitian yang dilakukan oleh (Wulandari Retno, 2017).

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian yang bertujuan untuk eksplorasi sumber daya alam. Sebagaimana firman Allah Q.S: AL- Jatsiyah [12] yang berbunyi:

۱۲ تَشْكُرُونَ وَلَعَلَّكُمْ فِتْنَةٌ مِّنْ وَلَدِكُمْ فَأَجْرِ مَن يَتَّبِعُوا بِأَمْرِ رَبِّهِ فِيهِ الْفَالِكُ يَتْجَرَّى رَوَابِحَ لَكُمْ سَخَّرَ الَّذِي ﷻ اللَّهُ

“Allah-lah yang menundukkan lautan untukmu supaya kapal-kapal dapat berlayar padanya dengan seizin-Nya dan supaya kamu dapat mencari karunia -Nya dan mudah-mudahan kamu bersyukur.” (QS. Al Jatsiyah : 12)

Serta penjabaran tentang sumber daya alam di bumi dan pengembangan ilmu teknik perminyakan.

Surat Ar-Ra'd Ayat 17

جَلْبَابٍ ابْتِغَاءَ النَّارِ فِي عَلَيْهِ يُوقِدُونَ وَمِمَّا ۚ رَابِيًا زَبَدًا السَّيْلِ فَاحْتَمَلَ بِقَدْرِهَا أَوْدِيَةً فَسَأَلَتْ مَاءَ السَّمَاءِ مِنْ أَنْزَلِ فَيَمُكِّتُ النَّاسَ يَنْفَعُ مَا وَأَمَّا ۚ جُفَاءً فَيَذْهَبُ الزَّبْدُ أَفَامَ ۚ وَالْبَاطِلُ الْحَقَّ اللَّهُ يَضْرِبُ كَذَلِكَ ۚ مِثْلَهُ زَبْدٌ مِّنَ أَوْ الْأَمْثَالِ اللَّهُ يَضْرِبُ كَذَلِكَ ۚ الْأَرْضِ فِي

Terjemah Arti: Allah telah menurunkan air (hujan) dari langit, maka mengalirlah air di lembah-lembah menurut ukurannya, maka arus itu membawa buih yang mengambang. Dan dari apa (logam) yang mereka lebur dalam api untuk membuat perhiasan atau alat-alat, ada (pula) buihnya seperti buih arus itu. Demikianlah Allah membuat perumpamaan (bagi) yang benar dan yang bathil. Adapun buih itu, akan hilang sebagai sesuatu yang tak ada harganya, adapun yang memberi manfaat kepada manusia, maka ia tetap di bumi. Demikianlah Allah membuat perumpamaan-perumpamaan.

Sebagaimana firman Allah Q.S: AL-A'LA (87)

أَحْوَى غُثَاءً فَجَعَلَهُ

[87 : 5] Lalu dijadikannya (rumput-rumputan) itu kering hitam - kehitaman

Dari Q.S: AL-A'LA [87 : 4-5] Menunjukkan bahwa Allah yang menumbuhkan rumput-rumputan, lalu rumput – rumput bercampur dengan daun dan sampah yang busuk tersebut kemudian mengendap di dasar bumi dan lama kelamaan tertutup lumpur. Lumpur tersebut lambat laun berubah menjadi batuan karena pengaruh dari tekanan lapisan di atasnya. Sementara dengan meningkatnya

suhu dan tekanan, bakteri *anaerob* menguraikan sisa-sisa jasad renik menjadi minyak dan gas bumi.

2.1 PENELITIAN SEBELUMNYA

(Mustaghfirin Amin, 2013) menjabarkan kontaminasi dari *Nacl* yang terjadi saat pemboran menembus kubah garam. Akibat dari kontaminasi garam yang cukup tinggi atau akibat air formasi yang berkadar garam tinggi masuk kedalam sistem lumpur, 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 tersebut tidak aman dan efisien.

(Widyayanty, 2016) Penelitian yang dilakukan terhadap kandungan garam *Nacl* yang ditambahkan terhadap lumpur pemboran dengan berbagai kondisi temperatur, hasil yang diperoleh bahwa lumpur dengan penambahan *Nacl* mengalami penurunan sifat fisik dan sifat *rheology* seiring dengan peningkatan temperatur, memiliki penambahan nilai *mud cake* dan laju lapisan.

(Joel, OF, Durueke, UJ & Nwokoye CU, 2012) pada penelitiannya menunjukkan bahwa ketikstabilan lubang sumur pengeboran berbagai derajat akibat dari penambahan KCL sehingga mengurangi nilai-nilai *plastic viscosity* dan *yield point*. Sesuai dengan pengujian tersebut nilai *rheology* terhadap lumpur terkontaminasi *Nacl* juga mengalami penurunan.

(Joel, OF, Durueke, UJ & Nwokoye CU, 2012) metode yang dilakukan adalah pembuatan lumpur standar dengan perbandingan air 341 gram dan 4 gram *bentonite* setelah itu penambahan 13 gram *barite*, kemudian campuran diaduk dan melakukan pengujian *rheology* lumpur dengan penambahan KCL 0,1 %, 0,4 %, 1 %, 2 % dan 4 % kemudian dicatat nilai PV, YP dan dievaluasi sebagai mana berlaku dengan peningkatan nilai PV namun mengalami penurunan terhadap nilai YP.

(Olufemi A. Adekomaya, 2013) dengan judul “experimental analysis of the effect of magnesium salt water influx on the behaviour of drilling mud” berdasarkan peneliti sebelumnya memperoleh hasil bahwa penurunan progresif dalam kinerja *barite* pada lumpur yang menunjukkan bahwa air asin (garam)

mempengaruhi *hidrasi dispersi* dan *flokulasi* perilaku *viscosifier* dan bobot agen menyebabkan *dispersi* partikel.

(Petrus Arya, 2010) melakukan pengujian dengan membuat system lumpur yang terkontaminasi NaCl (*salt dome*) menjadi 6 komposisi, yang mengandung 22.5 gr attapulgite (lumpur dasar). Pada lumpur dasar dilakukan penambahan soda abu 0.3 gr, caustic soda 0.5 gr, starch 2 gr, drispac R 2 gr, lignite 5 gr, dan barite 50 gr, setiap penambahan ini sifat-sifat fisik lumpur kembali diukur. Analisa dilakukan melalui serangkaian percobaan yang dilakukan di laboratorium dan dianalisa dengan temperature 80°F, 200°F, dan 300°F menggunakan peralatan hot rolling, dari hasil pengujian didapat, pada setiap penambahan additive diukur berat jenis, viscositas, plastic viscosity, yield point, apparent viscosity, dan gel strength selalu mengalami kenaikan. Sedangkan water loss yang terjadi mengalami penurunan sehingga mud cake yang terbentuk semakin tebal.

(Rabjan prabhat, Duta Aditya, 2006) juga melakukan studi eksperimen menggubakan *additive barite* dan *hematit* dalam lumpur yang mengandung air garam hasil yang diperoleh menunjukkan nilai PV meningkat secara *progresif*.

Karboksimetil sellulosa (CMC) telah digunakan dalam lumpur pengeboran yang berhasil salt selama lebih dari setengah abad yang membuktikan kehandalannya dalam pengeboran cairan sebagai *viscosifer* dan kontrol terhadap kehilangan cairan (Young & Maas, 2001).

(Asosiasi konservasi industri petroleum lingkungan internasional (IPLECA), 2009) dalam pengujiannya diperoleh hasil bahwa *bentonite* dan *CMC* didalam larutan *Natrium* adalah pengendali terhadap kehilangan cairan pada lumpur pemboran. Dimana *Natrium* adalah suatu unsur kimia yang memiliki nomor atom 11 serta memiliki banyak mineral seperti *feldspar*, *sodalit*, *halit* (garam batu, NaCl). Setelah sekian banyak pengujian terdahulu yang membuktikan *additive CMC* berperan baik terhadap nilai *rheology* dan *viskositas* lumpur sehingga masalah lumpur terhadap kontaminasi *NaCl* diyakini mampu diatasi oleh penambahan *additive CMC*.

2.2 Rheology Lumpur Pemboran

Rheology lumpur pemboran merupakan tolak ukur sifat dasar lumpur yang berguna untuk menggambarkan kemampuan lumpur dalam menanggulangi masalah-masalah tertentu pada saat pemboran dilaksanakan, berikut merupakan *rheology* lumpur menurut Rudi Rubiandini R.S (2010).

1. Viskositas

Viskositas merupakan pengukuran dari ketahanan fluida yang diubah baik dengan tekanan maupun tegangan. Viskositas menjelaskan tentang ketahanan *internal fluida* untuk mengalir dan dapat dipikirkan sebagai pengukuran dari pergeseran *fluida* dalam hal ini *fluida* yang dimaksud ialah lumpur pemboran. Seluruh *fluida* (kecuali *superfluida*) memiliki ketahanan dari tekanan dan oleh karena itu disebut kental, tetapi *fluida* yang tidak memiliki ketahanan tekanan dan tegangan disebut *fluida* ideal.

Viscosity dan *Gel strength* merupakan bagian yang pokok dalam sifat-sifat *rheologi fluida* pemboran. Pengukuran sifat-sifat *rheologi fluida* pemboran penting mengingat efektivitas pengangkatan *cutting* merupakan fungsi langsung dari viskositas. Sifat *gel* pada lumpur juga penting pada saat *round trip* sehingga dapat mencegah *cutting* mengendap di dasar sumur yang dapat menyebabkan kesukaran pengeboran selanjutnya. Viskositas dan *gel strength* merupakan sebagian dari indikator baik tidaknya suatu lumpur.

2. Yield Point

Yield Point adalah bagian dari resistensi untuk mengalir oleh gaya tarik-menarik antar partikel. Gaya tarik menarik ini disebabkan oleh muatan-muatan pada permukaan partikel yang didispersi dalam fasa fluida. *Yield Point* merupakan gaya *dinamic* yang menahan *cutting* agar tidak kembali jatuh ke dasar sumur pada saat sirkulasi lumpur sedang berlangsung. *Yield Point* dalam 100 lb/ft² diperoleh secara langsung dari pengukuran dengan alat *Fann VG Meter*.

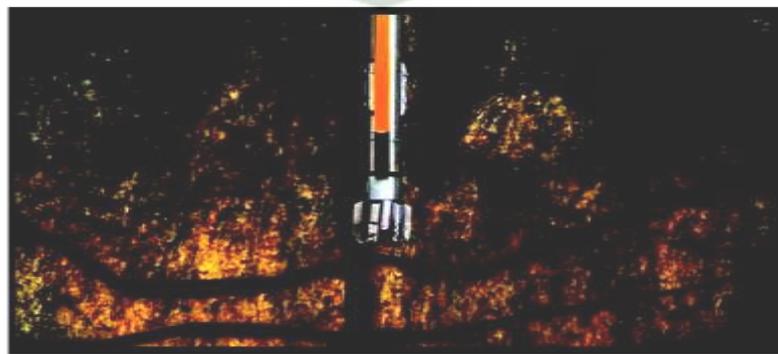
3. Gel Strength

Gel Strength ialah tahanan gel/lapisan film yang berfungsi menahan *cutting* pada kondisi *static* pada saat proses *round trip* dilakukan. Harga *Gel*

Strength dalam 100 lb/ft² diperoleh secara langsung dari pengukuran dengan alat *Fann VG Meter*. Simpangan skala penunjuk akibat digerakkannya rotor pada kecepatan 3 RPM, langsung menunjukkan harga *Gel Strength* 10 detik atau 10 menit dalam 100 lb/ft².

4. *Lost Circulation*

Ketika terjadi kontak antara lumpur pemboran dengan batuan *Porous*, batuan tersebut akan bertindak sebagai saringan yang memungkinkan fluida dan partikel-partikel kecil melewatinya. Fluida yang hilang ke dalam batuan disebut "*Filtrate*", sedangkan lapisan partikel-partikel besar tertahan di permukaan batuan disebut "*Filter Cake*". Kondisi *Lost Circulation* pada lumpur ditandai dengan tinggi level lumpur pada *mud return line* cenderung sangat sedikit dari volume lumpur yang dimasukkan di awal sirkulasi, kondisi ini sangat merugikan dikarenakan jumlah lumpur yang hilang kedalam formasi dan juga terjadinya kerusakan formasi (*Formation Damage*). Menurut (*Savari Sharat, 2015*) *Lost Circulation* fluida pemboran sebahagian atau seluruhnya yang masuk ke dalam formasi selama pemboran berlangsung. Masuknya lumpur pemboran ke dalam formasi bisa diakibatkan secara alamiah karena jenis dan tekanan formasi yang ditembus maupun secara mekanis disebabkan oleh kesalahan dalam operasi pemboran. Hal ini juga diakibatkan oleh tekanan hidrosititik lumpur naik melebihi tekanan rekah formasi yang mengakibatkan terbentuknya rekah memungkinkan lumpur untuk mengalir ke dalam rekahan tersebut.



Gambar 2.1 Zona rekah alami pada saat pemboran dilakukan

(*Lost Circulation Material and Their Evaluation*, Robert.j white, 1953)

Penyebab *Lost Circulation* di karenakan adanya celah terbuka yang cukup besar di dalam lubang bor, yang memungkinkan lumpur untuk mengalir ke dalam formasi, dan tekanan di dalam lubang bor tersebut lebih besar dari tekanan formasi. Celah tersebut dapat terjadi secara alami dalam formasi yang *cavernous, fracture, fissure, unconsolidated*, atau dikarenakan tekanan lubang bor yang terlalu besar dibandingkan tekanan formasi. Pada kondisi *lost circulation* ini terdapat beberapa metode menurut Muammar, (2009) :

1. Mengurangi Tekanan Pompa

Terjadinya *lost circulation* dapat diketahui dari *flow* sensor atau berkurangnya lumpur pada *mud pit*. Langkah yang paling utama dilakukan ialah mengatur tekanan sirkulasi lumpur antara 900 psi – 3000 psi hal ini dipergunakan untuk menanggulangi kekurangan tekanan pada saat pengaliran lumpur.

2. Mengurangi Berat Lumpur

Fungsi salah satu lumpur ialah mengimbangi tekanan formasi. Semakin besar berat lumpur maka semakin besar pula *differential pressure* antara kolom lumpur dan formasi dan lumpur dengan berat jenis tinggi yang disirkulasikan dapat menyebabkan pecahnya formasi.

3. Menaikkan *Viscosity*

Pada *shallow depth* , *lost circulation* umumnya disebabkan oleh formasi yang *porous* yang terdiri dari *coarse, gravel*, atau *cavernous*. Peningkatan viskositas dan *gel strength* dapat menanggulangi permasalahan *lost circulation*.

4. *Gel Strength*

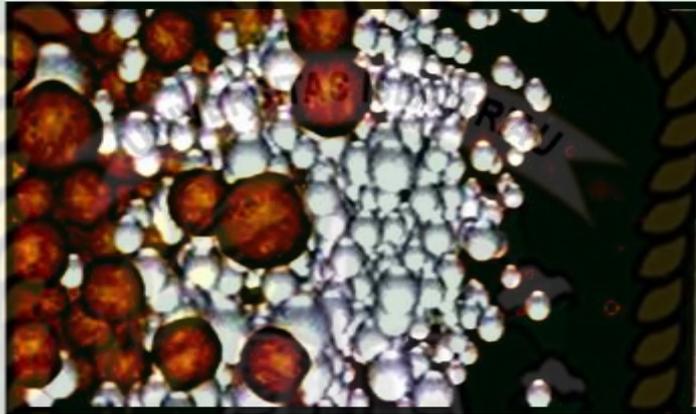
Gel Strength adalah kekuatan mengangkat dari lumpur dalam keadaan diam atau tidak mengalir. *Gel Strength* yang terlalu kecil maka lumpur tidak bisa menahan tekanan *cutting* sedangkan bila terlalu besar maka waktu memulai lagi sirkulas diperlukan pompa yang besar dimana kemungkinan dapat membuat formasi rekah atau pecah.

5. Mengurangi tekanan *Surge* lubang bor

Tekanan *surge* dihasilkan dari penurunan pipa ke dalam lubang bor yang terlalu cepat kondisi ini dapat memecahkan formasi.

6. *Sealing Agent*

Apabila 4 metode sebelumnya dikategorikan gagal, penambahan *sealing agent* dapat dilakukan, LCM (*Lost Circulation Material*) diantaranya, menambahkan material yang mampu menahan hilangnya lumpur, antara lain, *Granular, Flake, dan Fibrous* (serat).



Gambar 2.2 *Sealing Agent* Menutupi Zona *Unconsolidated Rock*
(*Lost Circulation Material and Their Evaluation*, Robert.j white, 1953)

2.2.1 Penentuan Harga *Shear Stress* dan *Shear Rate*

Harga *Shear Stress* dan *Shear Rate* masing-masing dinyatakan dalam bentuk penyimpangan skala penunjuk (*dial reading*) dan RPM motor, harus diubah menjadi harga *Shear Stress* dan *Shear Rate* dalam satuan dyne/cm² dan detik⁻¹ agar diperoleh harga viscositas dalam satuan cp (centipoise). Adapun persamaan tersebut sebagai berikut :

$$\tau = 5,077 \times C \dots\dots\dots(1)$$

$$\gamma = 1,704 \times \text{RPM} \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

$$\tau = \text{Shear Stress, dyne/cm}^2$$

$$\gamma = \text{Shear Rate, detik}^{-1}$$

$$C = \text{Dial reading, derajat.}$$

RPM = *Rotation per minute* dari rotor.

2.2.2 Penentuan Harga Viscositas Nyata (*Apparent Viscosity*)

Viscositas nyata (μ_a) untuk setiap harga *Shear Rate* dihitung berdasarkan hubungan:

$$\mu_a = \tau/\gamma x 100 \dots\dots\dots(3)$$

$$\mu_a = (300 \times C)/RPM \dots\dots\dots(4)$$

2.2.3 Penentuan *Plastic Viscosity* dan *Yield Point*

Untuk menentukan *Plastic Viscosity* (μ_p) dan *Yield Point* (Y_p) dalam *field unit* digunakan persamaan Bingham plastic berikut :

$$\mu_p = (\tau_{600} - \tau_{300})/(\gamma_{600} - \gamma_{300}) \dots\dots\dots(5)$$

$$\mu_p = C_{600} - C_{300} \dots\dots\dots(6)$$

$$Y_p = C_{300} - \mu_p \dots\dots\dots(7)$$

Dimana:

μ_p = *Plastic Viscosity*, cp.

Y_p = *Yield Point* Bingham, lb/100 ft²

C_{600} = *Dial reading* pada 600 RPM, derajat.

C_{300} = *Dial reading* pada 300 RPM, derajat.

2.2.4 Penentuan *Filtration Loss* dan *Mud Cake*

Dalam percobaan ini akan dilakukan pengukuran volume *Filtration Loss* dan tebal *Mud Cake* untuk *Static Filtration*. Standar prosedur yang digunakan adalah APIRP 13B untuk LPLT (*Low Pressure Low Temperature*). Lumpur ditempatkan dalam silinder standar yang bagian dasarnya dilengkapi kertas saring dan diberi tekanan sebesar 100 *psi* dengan lama waktu pengukuran 30 menit. *Volume Filtrate* ditampung dengan Gelas Ukur dengan *Cubic Centimeter (cc)*.

Persamaan untuk volume *Filtrate* yang dihasilkan dapat diturunkan dari persamaan Darcy, persamaannya adalah sebagai berikut:

$$V_f = A \left[\frac{2k \left(\frac{C_c}{C_m} - 1 \right) \Delta P t}{\mu} \right]^{\frac{i}{2}} \dots\dots\dots(8)$$

Dimana:

- A : *Filtration Area.*
 K : *Permeability Cake.*
 C_c : Volume fraksi solid dalam *Mud Cake* .
 C_m : Volume fraksi solid dalam lumpur.
 P : Tekanan filtrasi.
 t : Waktu filtrasi = viskositas filtrat.

Pembentukan *Mud Cake* dan *Filtration Loss* adalah dua kejadian dalam pemboran yang berhubungan erat, baik waktu, kejadiannya maupun sebab dan akibatnya. Oleh sebab itu maka pengukurannya dilakukan secara bersamaan.

Persamaan yang umum digunakan untuk *Static Filtration Loss* adalah:

$$Q_2 = Q_1 \times \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^{0,5} \dots\dots\dots(9)$$

Dimana :

- Q₁ : *Fluid loss* pada waktu t₁.
 Q₂ : *Fluid loss* pada waktu t₂.

2.3 Jenis Zat *Additive* Penyusun Lumpur

Berbagai *additive* berupa bahan kimia (baik yang diproduksi khusus untuk keperluan lumpur pemboran maupun bahan kimia umum) dan mineral dibutuhkan untuk memberikan karakteristik pada lumpur pemboran. Secara umum, menurut Rudi Rubiandini (2010), bahan-bahan tersebut dapat diklasifikasi sebagai berikut:

1. *Viscosifiers* (bahan pengental) seperti *Bentonite*, *CMC*, dan *polymer*.
2. *Weighting Materials* (Pemberat): *Barite*, *Calcium Carbonate*
3. *Thinners* (Pengencer): *Phosphates*, *Lignosulfonate*, *Lignite*, *Poly Acrylate*
4. *Filtrat Reducers* : *Starch*, *CMC*, *PAC*, *Acrylate*, *Bentonite*, *Dispersant*.

5. *Lost Circulation Materials : Granular, Flake, Fibrous, Slurries.*
6. Aditif Khusus: *Flocculant, Corrosion Control, Defoamer, pH Control, Lubrican.*

Dalam penelitian ini *additive* yang ingin digunakan untuk sample penelitian adalah *Barite, CMC*. Sample tersebut mudah di dapat dan tersedia di Laboratorium Universitas Islam Riau.

2.3.1 CMC

Karboksimetil selulosa atau *Carboxymethyl cellulose (CMC)* banyak digunakan pada berbagai industri seperti : detergen, cat, keramik, tekstil, kertas dan makanan. Fungsi *CMC* disini adalah sebagai pengental, penstabil emulsi atau suspensi dan bahan pengikat.

Filtration Loss adalah peristiwa hilangnya cairan dari suspensi semen ke dalam formasi *permeable* yang dilaluinya. Cairan ini sering disebut dengan *filtrat*. *Filtrat* yang hilang tidak boleh terlalu banyak, karena akan menyebabkan suspensi kekurangan air. *CMC* merupakan polimer alami yang efektif digunakan sebagai *filtration control* pada saat proses penyemenan dan lumpur pemboran dan *CMC* merupakan *additive* yang memadai dalam mengontrol *filtrate* pada bubuk semen untuk berbagai suhu serta *CMC* juga dianggap yang terbaik untuk mengontrol hilangnya cairan (Oloro John, 2017).

Setiawan (2005) *CMC* dengan harga DS kurang dari 0,3 hanya larut dalam larutan alkali sedangkan harga DS sama atau lebih dari 0,4 dapat larut dalam air. Ph *CMC* menjadi pertimbangan dalam penggunaannya, seperti dijelaskan (Imersion, 2007) jika pH dibawah 1 larutan menjadi tidak homogen karena terbentuk endapan. Sehingga untuk penggunaan di bidang industri, khususnya industri makanan disarankan sifat *CMC* tidak terlalu asam. Dijelaskan selanjutnya bahwa larutan *CMC* 1% biasanya mempunyai Ph 7,0 – 8,5 dan pada rentang 5-9 tidak terlalu berpengaruh terhadap *viskositas CMC*. Pada *Ph* kurang dari 3 *viskositas CMC* bertambah karena terbentuknya gel yang sedikit larut, sedang *Ph* diatas 10 *viskositas CMC* sedikit berkurang.

2.3.2 Barite (BaSO₄)

Barite merupakan *additive* yang paling umum digunakan sebagai *weighting agent*, baik untuk bubuk semen maupun dalam lumpur pemboran. Penambahan barite harus disertai pula dengan penambahan air untuk membasahi permukaan partikel barite yang besar (Jurnal Petro, 2018).

Barite (BaSO₄) adalah bahan mineral alami yang mempunyai *specific gravity* antara 4,2 sampai 4,6 dengan *indeks* kekerasan 3, kualitasnya sangat dipengaruhi oleh kadar kontamin, berwarna putih, abu-abu atau coklat. Pada umumnya *barite* yang diproduksi di U.S.A berasal dari Arkansas yang ditemukan bercampur dengan *silikat*, sehingga diperlukan proses pemisahan. *Barite* yang ditemukan di Missouri bercampur dengan clay dan formasi-formasi lunak, sehingga hanya diperlukan pencucian sebelum dihancurkan.

Endapan-endapan *barite* banyak dijumpai diseluruh dunia termasuk Indonesia. Barite digunakan untuk menaikkan densitas dari semua jenis lumpur. Densitas lumpur yang tinggi sampai 20 lb/gal dapat diperoleh dengan menambahkan *barite* seperti yang direkomendasikan oleh API Specification.

Keuntungan dari *barite* adalah dapat menaikkan densitas lumpur sehingga cukup untuk mengontrol tekanan formasi, sedangkan kerugiannya adalah suspensi *barite* memerlukan *viscositas* yang lebih tinggi dan *barite* dalam *packer fluid* yang tinggi akan menyebabkan pengendapan sehingga menyebabkan kesulitan dalam pekerjaan *workover*.

Doddy Setia Graha (1987) *barite* memiliki karakteristik sistem kristal ortorombik, belahan sempurna, sistem kekerasan 3 - 3,5, mempunyai berat jenis 4,5, seperti kilap kaca (*vitreous*), berwarna putih atau bening. Sedangkan menurut Direktorat pertambangan (1969) *barite* berbentuk butiran atau kristal, berwarna putih, kuning muda, biru, abu-abu, merah, jingga, dan berwarna jingga gelap, karakteristiknya tembus cahaya hingga jernih.

Persebaran *barite* di Indonesia ditemukan di Pasirangin provinsi Jawa Barat dan di Sermo daerah Istimewa Yogyakarta. Dalam kehidupan sehari hari barite digunakan untuk bahan cat, pewarna putih pada pabrik karet, bahan baku industri kimia, dan untuk mengatur berat jenis lumpur dalam industri minyak.

Pada umumnya *barite* ($BaSO_4$) mengandung campuran Cr, Ca, Pb, dan Ra yang senyawanya mempunyai bentuk kristal yang sama. Barite juga berbentuk sebagai *vein*, dimana kristal *barium silfat* berbentuk akibat presipitasi dari air panas subteranean. Sumber lainnya adalah produk sampingan dari penampilan bijih timbal, seng, perak, dan logam lain. Penambangan *barite* secara komersial terdapat di USA, China, India dan beberapa negara lain. Unsur pengotor *barite* adalah besi oksida, lempung dan unsur organik, yang semuanya dapat memberikan beragam warna pada warna kristal *barite* murni adalah putih atau abu-abu.

Sebagai unsur barium (Ba), *barite* juga dijumpai sangat terbatas mengandung feldspar (3 % BaO), plagioklas (7,3 % BaO), muskovit (9,9 % BaO) dan biotit (6-8 % BaO), *barite* juga dijumpai sebagai mineral ikutan (*gangue mineral*) terutama pada cebakan logam sulfida, seperti timah. Sebagian besar produksi *barite* dunia digunakan dalam industri perminyakan. Mineral *barite* banyak digunakan untuk kepentingan lumpur dan pemboran minyak dan gas bumi. Pemakaian ini mencapai 85-90 % dari produksi *barite* secara keseluruhan, sisanya digunakan sebagai batuan baku dalam industri kimia barium, sebagai bahan pengisi dan pengembang (*filler dan extender*) dan agregat semen.

2.4 Teori Tentang Salinitas

Konsep umum tentang salinitas sering diartikan sebagai kadar garam dari air laut, namun dalam secara rinci kedua hal tersebut tidak selalu benar karena konsep lain mengatakan bahwa ada perbedaan antara keduanya.

Seorang ahli bernama C. Forch, M. Knudsen dan S.P.X Sorensen pada tahun 1902 mengemukakan definisi salinitas untuk pertama kalinya, didefinisikan sebagai berat dalam gram dari semua zat padat yang terlarut dalam 1 kilo gram air, jikalau brom dan yodium digantikan dengan khlor dan jumlah yang setara, semua karbonat diubah menjadi oksidanya dan semua zat organik dioksidasikan.

DEFANT pada tahun 1961 (MAMAYEV 1975), menunjukkan bahwa salinitas air laut kira-kira 0,14 ‰ lebih kecil dibandingkan dengan kadar garam sesungguhnya yang ada di air laut. Yang dimaksud dengan garam di sini ialah istilah garam dalam pengertian kimia, yaitu semua senyawaan yang terbentuk

akibat reaksi asam dan basa. Dalam hal ini dia mengemukakan bahwa garam dalam artiannya bukan hanya garam dapur saja.

Istilah teknik untuk keasinan lautan adalah *halinitas*, dengan didasarkan bahwa halida terutama klorida adalah anion yang paling banyak dari elemen-elemen terlarut.

Pada 1978, oseanografer meredefinisikan salinitas dalam *Practical Salinity Units* (psu, Unit Salinitas Praktis) rasio konduktivitas sampel air laut terhadap larutan KCL standar. Rasio tidak memiliki unit, sehingga tidak bisa dinyatakan bahwa 35 psu sama dengan 35 gram garam per liter larutan.

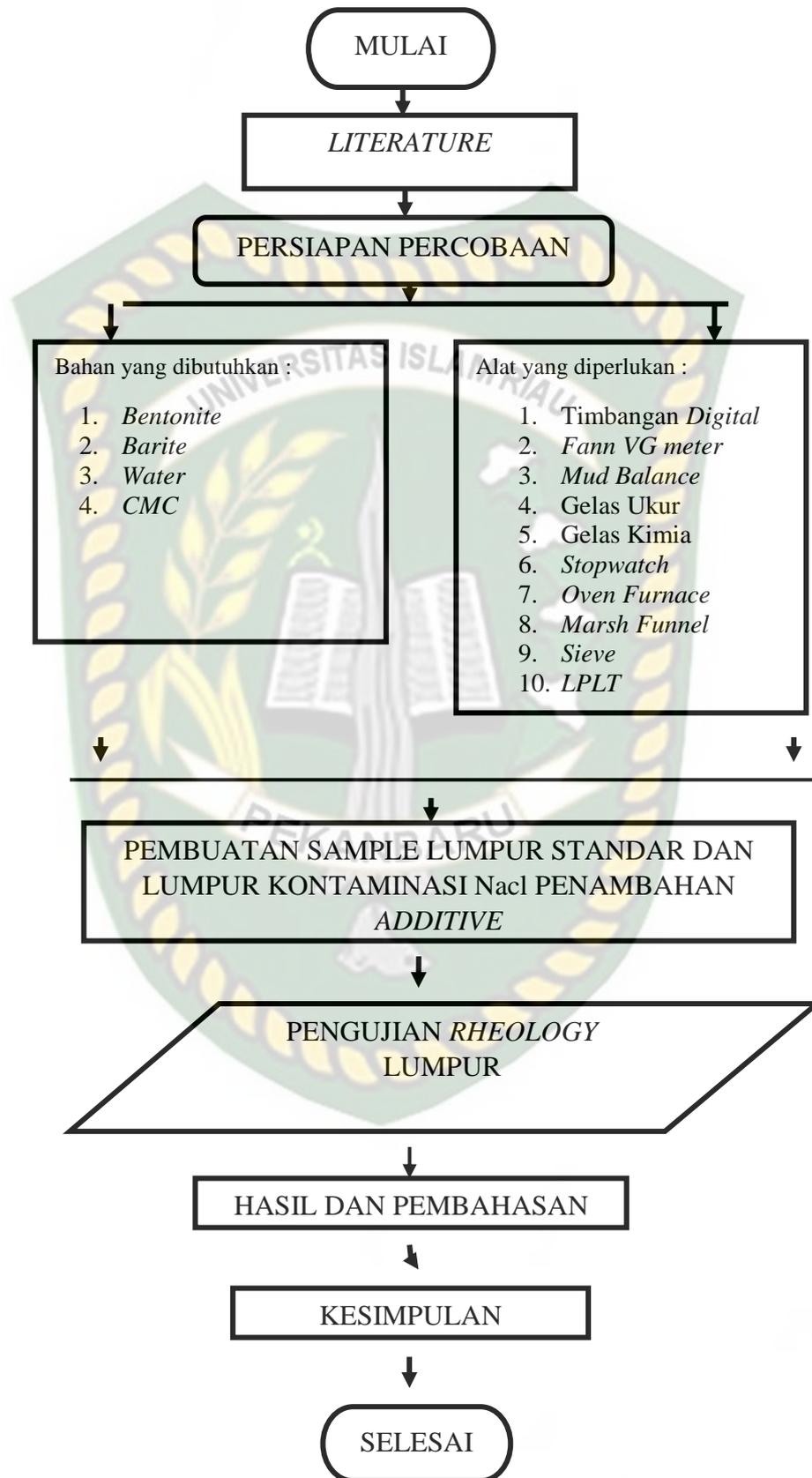
Kontaminan adalah segala sesuatu termasuk di dalamnya, atom, molekul, komponen, senyawa serta partikel padatan yang mampu merubah sifat fisik dan sifat kimia pada *fluida* yang asli baik berasal dari formasi ataupun dari permukaan sewaktu sirkulasi berlangsung. Salah satu penyebab berubahnya sifat fisik lumpur adalah adanya material-material yang tidak diinginkan (*kontaminan*) yang masuk ke dalam lumpur pada saat operasi pemboran sedang berjalan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada percobaan pengujian ini dilakukan dalam skala laboratorium di Laboratorium Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau metode yang diambil adalah *Experiment Research*. Beberapa tahapan penelitian yang dilakukan yaitu persiapan bahan baku dilanjutkan dengan pembuatan lumpur standar, setelah itu lumpur dengan pengujian *lost circulation*, kemudian pembuatan lumpur yang terkontaminasi NaCl 2 gram diberikan penambahan *additive* yaitu penambahan *additive barite* dan *cmc industri* masing masing dengan konsentrasi 1 – 5 gram. Diakhiri dengan pengujian meliputi sifat fisik lumpur (*Density, Viskosity, Gel Strength, Filtration Lost, PH Index* dan *Mud Cake*). Sedangkan data sekunder lainnya yang melengkapi penelitian bersumber dari buku, jurnal, naskah ilmiah, laporan penelitian, majalah dan prosiding yang sesuai dengan topik penelitian.

3.1 FLOWCHART PENELITIAN



Gambar3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 EKPERIMENTAL

3.2.1 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan selama penelitian ini dilakukan meliputi:

1. *Mud Balance*
2. *Mud mixer*
3. Gelas ukur
4. Timbangan Digital
5. Jangka Sorong
6. *Fan FG Meter*
7. *Marsh Funnel*
8. *Stopwatch*
9. *LPLT (Low Pressure Low Temperature)*
10. *Filter Paper*

Bahan yang digunakan sebagai berikut:

Bahan dasar pembuatan lumpur :

1. Air 350 ml
2. *Bentonite* 22,5 gram

Bahan kimia pembuatan lumpur :

1. Bahan Kimia yang Digunakan Untuk Membuat Lumpur Standart + *Nacl*

Bahan dasar :

1. Air 350 ml
2. *Bentonite* 22,5 gram
3. *Nacl* 2 gram

2. Bahan Kimia yang Digunakan Untuk Membuat Lumpur Strandar + *Nacl + CMC*

Bahan dasar :

1. Air 350 ml
2. *Bentonite* 22,5 gram
3. *Nacl* 2 gram
4. *CMC Industri* dengan menggunakan massa 1-5 gram

3. Bahan Kimia yang Digunakan Untuk Membuat Lumpur Standar +
Nacl + Barite

Bahan dasar :

1. Air 350 ml
2. *Bentonite* 22,5 gram
3. *Nacl* 2 gram
4. *Barite* dengan menggunakan massa 1-5 gram

3.3 Gambar Bahan dan Fungsi Bahan

Berikut adalah gambar dan fungsi dari bahan yang digunakan selama penelitian berlangsung.

1. *Barite*

Fungsi : *additive* yang berperan sebagai *weighting agent*, dapat menaikkan densitas lumpur



Gambar 3.2 Barite(google.com @geology.com)

2. *CMC Industri*

Fungsi : *additive* polimer alami yang efektif digunakan sebagai *filtration control* pada proses lumpur pemboran



Gambar 3.3 CMC Industri

3.4 Gambar Alat dan Fungsi Alat

Berikut adalah gambar dan fungsi dari alat yang digunakan selama penelitian berlangsung.

1. *Mud Balance*

Fungsi : Untuk mengukur densitas lumpur selama penelitian



Gambar 3.4 *Mud Balance*

(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

2. *Mud Mixer*

Fungsi : pencampur/ pengaduk media lumpur.



Gambar 3.5 *Mud Mixer*

(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

3. Gelas Ukur

Fungsi : Untuk mengukur kadar volume filtrat atau zat cair lainnya.



Gambar 3.6 Gelas Ukur
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

4. Timbangan *Digital*

Fungsi : Untuk melakukan penakaran / pengukuran pada zat yang akan diteliti.



Gambar 3.7 Timbangan *Digital*
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

5. Jangka Sorong

Fungsi : Untuk mengukur ketebalan *mud cake* yang dihasilkan oleh lumpur.



Gambar 3.8 Jangka Sorong
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

6. *Fann VG Meter*

Fungsi : Untuk mengukur rheologi lumpur berupa *Plastic Viscosity*, *Yield Point*, dan *Gel Strength*.



Gambar 3.9 *Fann VG Meter*
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

7. *Marsh Funnel*

Fungsi : Untuk mengukur laju alir lumpur per 1 *quart*



Gambar 3.10 Marsh Funnel
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

8. *Stopwatch*

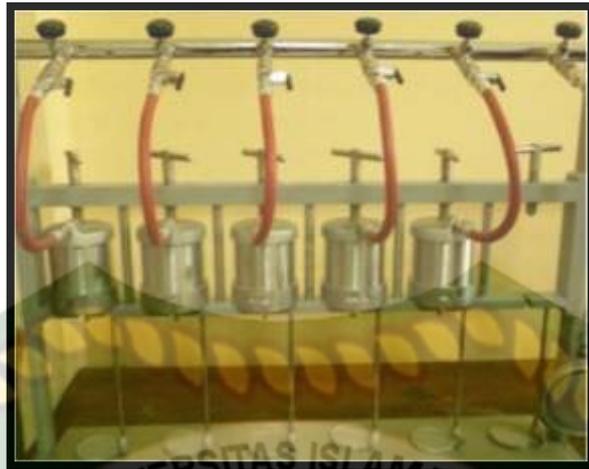
Fungsi : Untuk acuan waktu, penghitung durasi dalam detik, menit, dan jam.



Gambar 3.11 Stopwatch
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

9. LPLT (*Low Pressure Low Temperature*)

Fungsi : Untuk menganalisis ukuran *mud cake* dan volume filtrat pada kondisi lumpur tertentu.



Gambar 3.12 LPLT

(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

10. *Filter Paper*

Fungsi : Dipergunakan untuk penyaring agar filtrat lumpur tidak ikut turun bersama filtrat air pada alat LPLT.



Gambar 3.13 Filter Paper

(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

3.5 Prosedur penelitian

A. Prosedur Pembuatan Lumpur

Langkah pembuatan lumpur standar di laboratorium menurut (API Specification 13A, 2015) sebagai berikut :

1. Mempersiapkan *Mud Mixer* dan *Cup Mixer*.
2. Siapkan bentonite lalu timbang hingga sebesar 22,5 dan timbang air sebanyak 350 ml.
3. Menambah berbagai macam additive seperti: *CMC Industri* dan *Barite* dengan massa yang sudah ditentukan masing masing 1, 2, 3, 4 dan 5 gram sesuai dengan *standard specification API 13A*
4. *Mix bentonite* dan air selama 20 menit. Diamkan lumpur yang sudah dibuat selama 16 jam dalam keadaan wadah tertutup pada suhu ruangan.
5. Setelah 16 jam, aduk lumpur dan masukkan kedalam *Mud mixer*. Lalu, *mix* selama 5 menit.

B. Prosedur Pengujian Rheology

Menurut (Rupinski, Brzozowski, & Uliasz, 2009) dan (Vikas Mahto, 2013) pengujian *rheology* setelah pembuatan sampel, kemudian sifat *rheology* dari komposisi lumpur diukur menggunakan alat *Fann VG* meter dengan cara kerja berputar dalam enam kecepatan yang berbeda (600, 300, 200, 100, 6 dan 3 rpm) sehingga parameter yang didapat yaitu *viscosity*, *plastic viscosity*, *yield point* dan *gel strength*. Berikut tahapan pengujian *rheology* :

1. Membuat Lumpur Standar
Prosedur pembuatan lumpur sama dengan prosedur pembuatan lumpur pada percobaan sebelumnya.
2. Cara Kerja Dengan *Marsh Funnel*
 - a. Menutup bagian bawah *marsh funnel* dengan jari tangan, menuangkan lumpur bor melalui saringan sampai menyinggung bagian bawah saringan (1.5 liter).
 - b. Setelah menyediakan bejana yang telah tertentu isinya pengukuran dimulai dengan membuka jari tadi sehingga lumpur mengalir dan menampung dalam bejana tadi.

- c. Mencatat waktu yang diperlukan (detik) lumpur untuk mengisi bejana yang tertentu isinya tadi.
3. Mengukur *Shear Stress* Dengan Menggunakan *Fann VG Meter*
 - a. Mengisi bejana dengan lumpur sampai batas yang ditentukan.
 - b. Meletakkan bejana pada tempatnya, mengatur kedudukan sehingga *rotor* dan *bob* tercelup didalam lumpur.
 - c. Menggerakkan *rotor* diposisi *high* dengan kecepatan putar *rotor* pada kedudukan 600 RPM. Lalu pemutaran terus dilakukan sehingga skala (*dial*) mencapai keseimbangan. Dan ulangi langkah di atas dengan *rotor* posisi *Low*. Catat nilai yang ditunjukkan oleh skala.
 - d. Lakukan kembali untuk kecepatan 300, 200, 100, 6, dan 3 RPM dengan cara yang sama seperti di atas dengan mengganti kedudukannya.
4. Mengukur *Gel Strength* Dengan Menggunakan *Fann VG Meter*
 - a. Setelah selesai pengukuran *shear stress*, aduk kembali lumpur dengan *Fann VG* pada kecepatan 600 RPM selama 10 detik.
 - b. Matikan *Fann VG*, kemudian diamkan lumpur di dalam bejana selama 10 detik.
 - c. Setelah 10 detik menggerakkan *rotor* pada kecepatan 3 RPM. Dan dibaca hasil dari persimpangan maksimum pada skala.
 - d. Ulangi langkah di atas untuk mencari nilai persimpangan 10 menit langi langkah kerja di atas untuk *gel strength* 10 menit (untuk *gel strength* 10 menit, lama pendiaman lumpur 10 menit).

C. Prosedur Pengujian *Filtration Loss*

Menurut (Vikas Mahto, 2013) dan (API Specification 13A, 2015) sifat *filtration* yaitu *filtration loss* yang diukur dengan alat API *filter press LPLT* (*Low Pressure Low Temperature*) Berikut tahapan pengujian *filtration loss* :

1. Pembuatan lumpur :

Membuat lumpur dasar 350 cc *aquadest* + 22,5 gr *bentonite*

Lumpur Dasar I : LS (tidak menggunakan *additive*)

Lumpur Dasar II : 1 s/d 5 gr *additive* + LS + *Nacl* 2 gram

2. Siapkan alat *filter press* dan pasang *filter paper* serapat mungkin dengan segera kemudian letakkan gelas ukur untuk menampung *fluid filtrate* di bawah silinder.
3. Tuang campuran lumpur tersebut sampai batas 1 inch ke dalam silinder hingga batas di bawah permukaan, gunakan jangka sorong untuk mengukur lalu tutuplah dengan rapat.
4. Untuk selanjutnya menggunakan tekanan 100 psi untuk mengalirkan udara.
5. Mencatat volume *filtrate* 7,30 menit pertama dan 22,30 menit kedua dengan menggunakan *stopwatch*. Dan hasil *filtration loss* yang diambil yaitu setelah 7,30 menit pertama.
6. Kemudian penekanan udara dihentikan, lalu tekanan udara tersebut dibuang melalui silinder (*bleed off*) dan sisa lumpur dituangkan kembali dalam silinder ke dalam *mixer cup*.
7. Alat jangka sorong digunakan untuk mengetahui bagaimana ketebalan terhadap *mud cake* lumpur tersebut.

3.6 TEMPAT PENELITIAN

Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Teknik Perminyakan Bidang Pemboran Universitas Islam Riau.

3.7 JADWAL PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan berurutan, terarah serta secara berkelanjutan berikut ini adalah jadwal penelitian yang dilakukan di Laboratorium Universitas Islam Riau sesuai dengan jadwal yang berlaku di lingkungan Laboratorium tersebut. Penelitian dimulai dari tanggal 1 September – 7 Oktober 2019.

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian Tugas Akhir

| No | Kegiatan | September | | | | Oktober | | | |
|----|----------------------------|-----------|---|---|---|---------|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Studi Literatur | | | | | | | | |
| 2. | Persiapan Bahan | | | | | | | | |
| 3. | Penelitian di Laboraturium | | | | | | | | |
| 4. | Analisis Hasil Perhitungan | | | | | | | | |
| 5. | Pembahasan dan Kesimpulan | | | | | | | | |

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

Bab ini akan menjelaskan hasil penelitian mengenai uji *rheology* lumpur pemboran standar dan lumpur pemboran dengan penambahan *additive barite*, dan *CMC Industri* pada kondisi formasi lumpur salinitas tinggi dengan komposisi perumpamaan kontaminasi 2 gram *Nacl* per 350 ml lumpur standar sehingga didapatkan *rheology* yang *optimum* dalam menanggulangi masalah lumpur dengan kontaminasi *Nacl*.

4.1 Pengujian Sample Lumpur

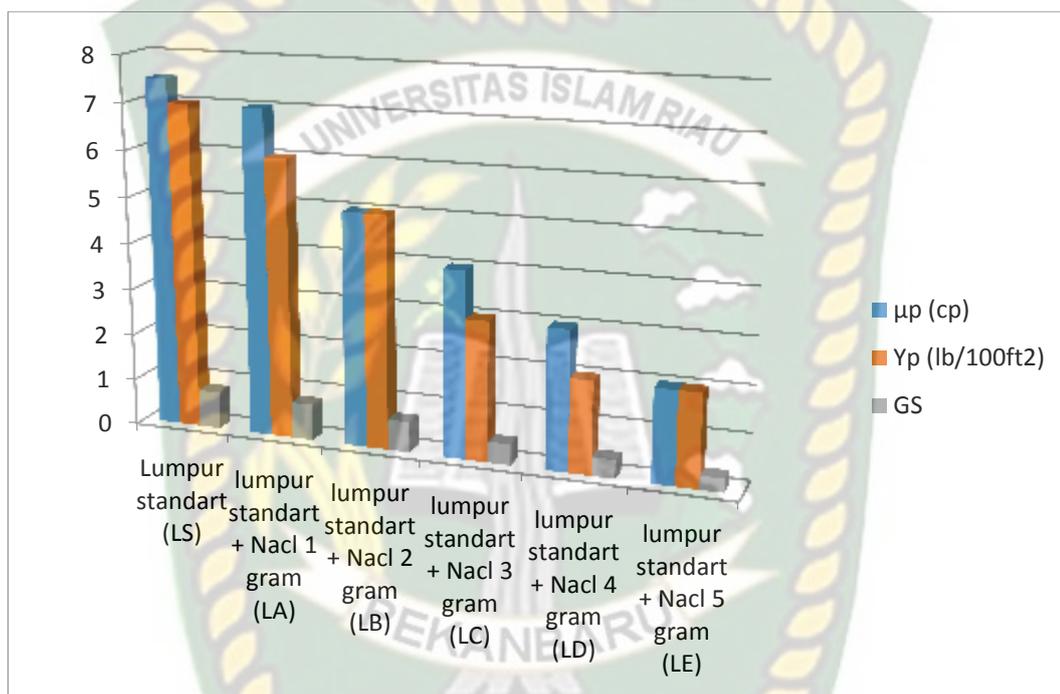
Tidak idealnya sifat fisik dan *rheology* lumpur dalam kegiatan pengeboran sangat sering dijumpai dalam lapangan. Salah satu sebabnya adalah penambahan konsentrasi garam *Nacl* ketika pengeboran pada lapisan batuan dengan konsentrasi garam yang tinggi, dalam hal ini dijabarkan dalam jurnal penelitian (Yanti widya, 2016).

Pada penelitian ini komposisi *Nacl* dipilih 2 gram, hal ini dikarenakan menurut standar pemakaian yang biasa dilakukan dalam Laboratorium Universitas Islam Riau serta pemakaian standar dari laporan penelitian yang biasa dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Hal ini berdasarkan pada jurnal laporan penelitian yang dilakukan oleh (Wulandari Retno, 2017).

Peneliti telah melakukan pengujian dan meninjau terhadap 5 uji *rheology* lumpur pemboran dengan komposisi kontaminasi 1 – 5 gram *Nacl* per 350 ml lumpur standar. Langkah pertama dari pengujian ini adalah pembuatan lumpur standar. Lumpur standar tersebut dibagi menjadi 6 komposisi, yaitu LS, LA, LB, LC, LD, dan LE.

Tabel 4.1 Komposisi Pengujian Lumpur

| No | Bahan | Sample Lumpur | | | | | |
|----|------------------|---------------|------|------|------|------|------|
| | | LS | LA | LB | LC | LD | LE |
| 1 | Air (ml) | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 |
| 2 | Bentonite (gram) | 22,5 | 22,5 | 22,5 | 22,5 | 22,5 | 22,5 |
| 3 | Nacl (gram) | - | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 |



Gambar 4.1 Grafik Nilai Rheology Sample Lumpur

Dari grafik diatas menunjukkan hasil *rheology* terhadap pengujian lumpur dengan 6 komposisi yang berbeda. Penurunan nilai *plastik viscosity*, *yield point* dan *gel strength* lumpur pemboran terhadap kontaminasi Nacl berbagai komposisi 1-5 gram. Menurut (Chenevert, 1973) pada paper “Pengaruh KCL pada Rheology sifat shale terkontaminasi air berbasis MUD (WBM)”, rheology tergantung pada jenis *shale*, *adsorpsi* air dapat menyebabkan berbagai reaksi seperti pengembangan lumpur, *dispersi*, dan peningkatan tekanan pori.

Hasil pengujian (Joel, OF, Durueke, UJ & Nwokoye CU, 2012) pada paper menunjukkan bahwa: ketikstabilan lubang sumur pengeboran berbagai derajat temperature akibat dari penambahan KCL sehingga mengurangi nilai-

nilai *plastic viscosity* dan *yield point*. Sesuai dengan pengujian tersebut nilai *rheology* terhadap lumpur terkontaminasi *Nacl* juga mengalami penurunan. Semakin tinggi komposisi *Nacl* terhadap kontaminasi lumpur pemboran maka akan membuat sifat fisik lumpur hancur, maka dari itu peneliti memilih komposisi *Nacl* 2 gram agar pengujian lumpur tidak terlalu hancur dan masih bisa diuji dalam lingkup Laboratorium Universitas Islam Riau. Hal ini berdasarkan pada laporan penelitian yang dilakukan (Wulandari Retno, 2017).

4.2 Prosedur Pengujian dan Persiapan *Additive*

Langkah awal dalam pembuatan suspensi lumpur dimulai dengan persiapan peralatan dan material lumpur, adapun spesifikasi peralatan dan prosedur pengujian dilakukan berdasarkan *API Spec*. Percobaan yang dilakukan pada penelitian ini terhadap suspensi lumpur standar dan suspensi lumpur dengan perbandingan lumpur yang terkontaminasi *Nacl* 2 gram terhadap 350 ml air. Kemudian dilakukan pengujian dengan penambahan berbagai *additive* untuk mengukur *rheology* dan *viskositas* lumpur tersebut agar mampu meminimalisir keadaan akibat dari kontaminasi *Nacl* yang mana untuk mengatasi formasi salinitas tinggi.

(Mustaghfirin Amin, 2013) menjabarkan bahwa lumpur yang terkontaminasi dengan *Nacl* atau dalam formasi lumpur salinitas tinggi akan mengubah nilai *Plastic Viscosity*, *Yield Point*, *Gel Strength*, *Lost Circulation* dan membuat *PH* menurun.

Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana peran *additive* yang dapat mengatasi permasalahan pada lumpur yang terkontaminasi *Nacl* sehingga hasilnya dapat mendekati nilai *rheology* pada lumpur standart.

Additive yang digunakan pada penelitian ini adalah *Barite*, dan *CMC*. Penggunaan *additive barite* dan *CMC* karena *additive* tersebut murah, mudah didapat serta sering digunakan oleh peneliti untuk mengatasi terjadinya masalah *filtration lost* terhadap lumpur dan *additive barite* digunakan sebagai agen pengontrol untuk menaikkan density. *Karboksimetil sellulosa (CMC)* telah digunakan dalam lumpur pengeboran selama lebih dari setengah abad yang

membuktikan kehandalannya dalam pengeboran cairan sebagai *viscosifer* dan kontrol terhadap kehilangan cairan (Young & Maas, 2001).

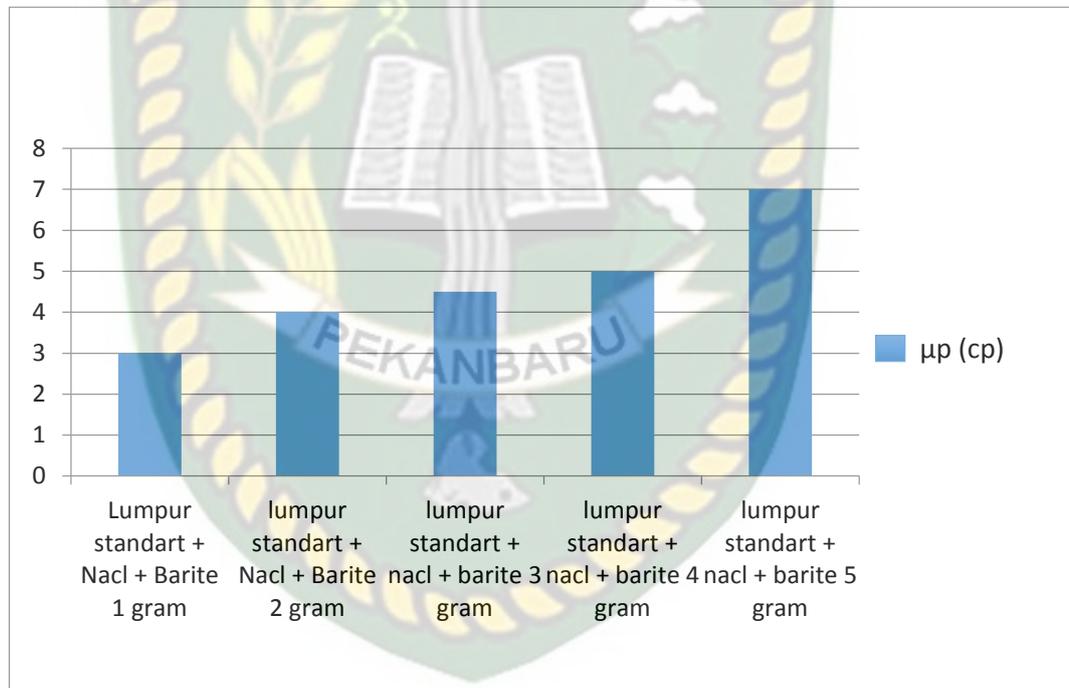
Selain itu penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa *CMC* memiliki kemampuan untuk mempertahankan sifat aliran pada kondisi tekanan yang tinggi sebagai hasil interaksi antara dua zat (Menezes,dkk, 2010).

4.3 Pengujian *Rheology* Lumpur

4.3.1 *Plastic Viscosity*

1. *Barite*

Berikut ini adalah grafik 4.2, yaitu hasil pengamatan *plastic viscosity* lumpur dengan kontaminasi *Nacl* 2 gram terhadap penambahan *additive barite* 1-5 gram.



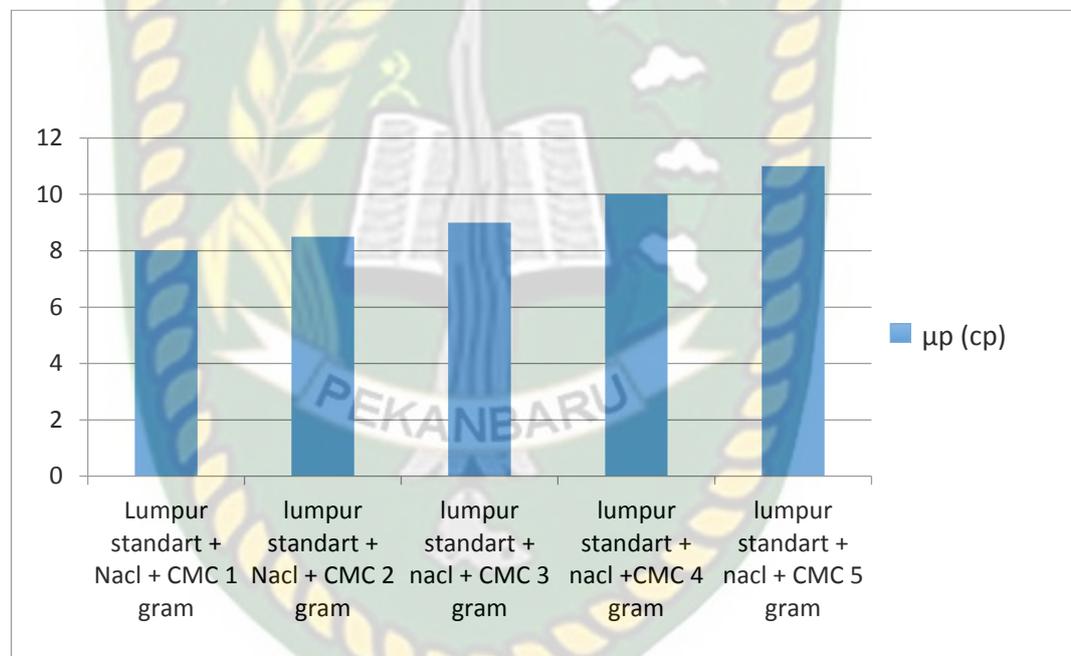
Gambar 4.2 Grafik Plastic Viscosity LS + Nacl + Barite

Berdasarkan grafik diatas, terlihat bahwa adanya peningkatan rheologi lumpur pada nilai *plastic viscosity* secara stabil dengan rentang kenaikan 3-7 cp. Dengan penambahan *additive barite* terhadap lumpur yang terkontaminasi *Nacl* 2 gram membuat kenaikan terhadap nilai PV nya. Hal ini sesuai dengan penelitian peneliti sebelumnya, penelitian (Rabjan prabhat & Duta Adityam dalam Journal of

IJDR) bahwa *additive barite* dan *hematit* membuat nilai PV meningkat secara *progresif*, *barite* merupakan bahan mineral alami yang mempunyai *spesific gravity* antara 4,2 sampai 4,6 dengan *indeks* kekerasan 3. *Barite* digunakan untuk menaikkan densitas dari semua jenis lumpur, densitas lumpur yang tinggi sampai 20 lb/gal dapat diperoleh dengan menambahkan *barite* seperti yang direkomendasikan oleh API Spesification

2. CMC

Berikut ini adalah grafik 4.3, yaitu hasil pengamatan *plastic viscosity* lumpur dengan kontaminasi Nacl 2 gram terhadap penambahan *additive CMC* 1-5 gram.



Gambar 4.3 Grafik Plastic Viscosity LS + Nacl + CMC

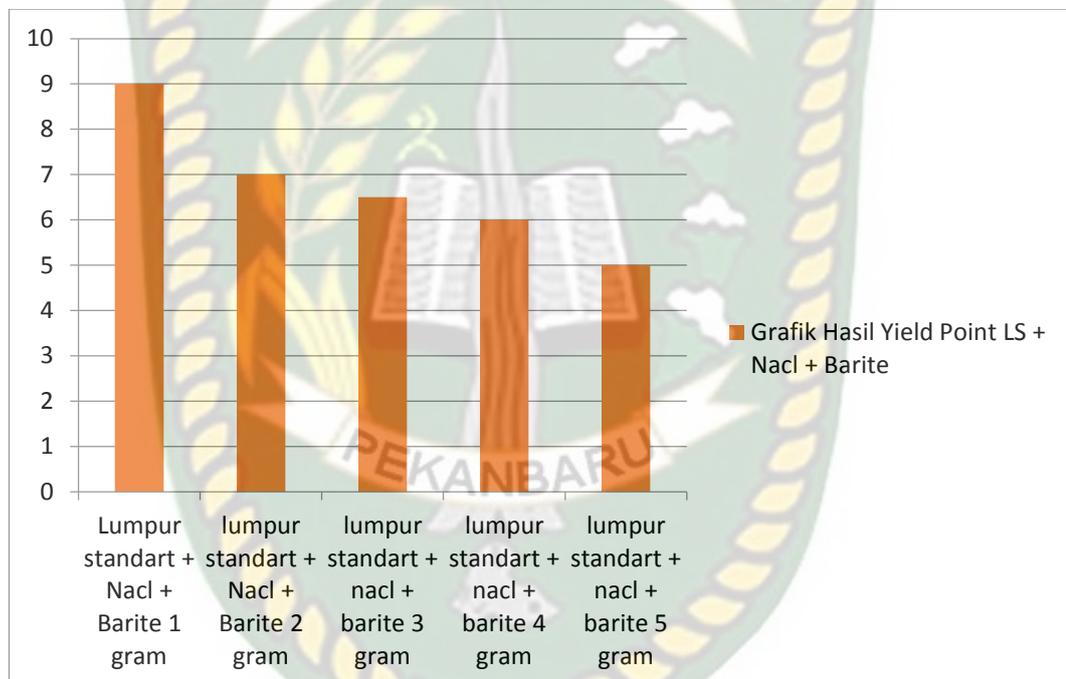
Berdasarkan grafik diatas, terlihat bahwa adanya peningkatan rheologi lumpur pada nilai *plastic viscosity* secara stabil dengan rentang kenaikan 8–11 cp. Dengan penambahan *additive CMC* terhadap lumpur yang terkontaminasi *Nacl* membuat kenaikan yang cukup signifikan dan stabil terhadap nilai PV nya. Berdasarkan paper dari (Asosiasi konservasi industri petroleum lingkungan internasional (IPLECA), 2009) diperoleh hasil bahwa *bentonite* dan *CMC* didalam larutan *Natrium* adalah pengendali terhadap kehilangan cairan pada lumpur pemboran.

4.3.2 Yield Point

Yield point merupakan hasil dari torsi pada putaran 300 rpm dikurangi dengan nilai *Plastic viscosity*. Untuk nilai YP yang masuk dalam spesifikasi standar lumpur ideal antara 9 – 13 lb/100pt² (Seminar Nasional Cendekiawan, 2015).

1. Barite

Berikut ini adalah grafik 4.4, yaitu hasil pengamatan *yield point* lumpur dengan terkontaminasi Nacl 2 gram terhadap penambahan *additive* barite 1-5 gram.



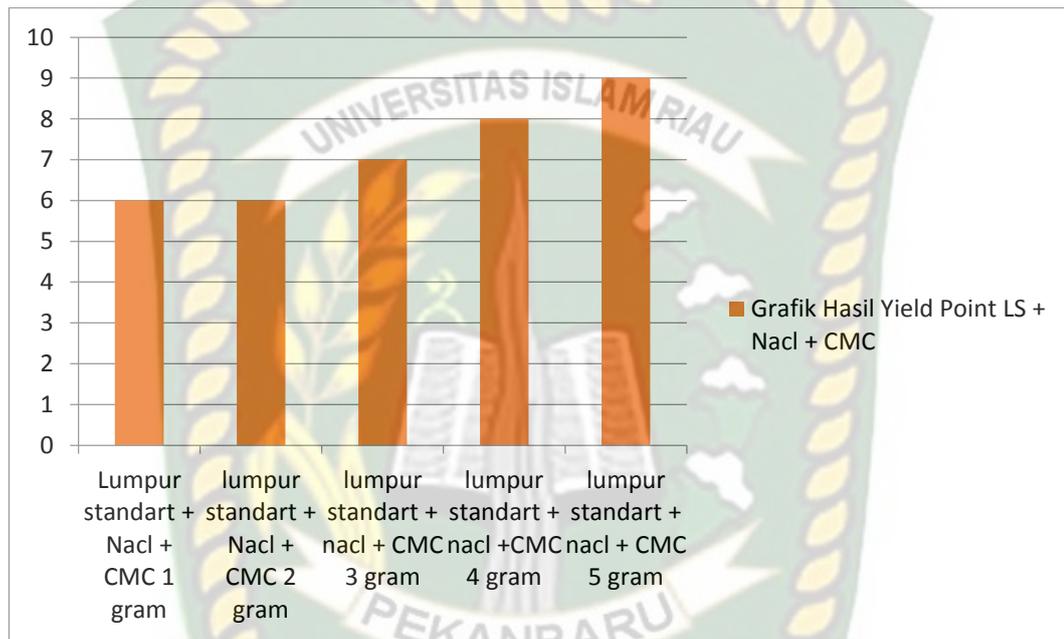
Gambar 4.4 Grafik Yield Point LS + Nacl + Barite

Berdasarkan grafik diatas diperoleh hasil bahwa nilai *Yield Point* Lumpur terkontaminasi Nacl 2 gram dengan penambahan *additive* barite mengalami penurunan dengan rentan 9-5 lb/100pt². Journal of petroleum exploration and production technology (2013) dengan judul “*experimental analysis of the effect of magnesium salt water influx on the behaviour of drilling mud*” berdasarkan peneliti sebelumnya memperoleh hasil bahwa: penurunan progresif dalam kinerja *barite* pada lumpur yang menunjukkan bahwa air asin (garam) mempengaruhi

hidrasi dispersi dan flokulasi perilaku *viscosifier* dan bobot agen menyebabkan dispersi partikel.

2. CMC

Berikut ini adalah grafik 4.5, yaitu hasil pengamatan *yield point* lumpur dengan terkontaminasi Nacl 2 gram terhadap penambahan *additive* CMC 1-5 gram.



Gambar 4.5 Grafik Yield Point LS + Nacl + CMC

Berdasarkan grafik diatas diperoleh hasil bahwa nilai *Yield Point* Lumpur terkontaminasi *Nacl* 2 gram dengan penambahan *additive* CMC mengalami kenaikan yang stabil dengan rentan 6 – 9 lb/100pt². Kakoli M dkk (2016) dalam jurnal material sciences & engineering bahwa nilai YP mengalami perubahan, dalam jurnalnya terlihat perubahan nilai YP tidak stabil namun ada mengalami peningkatan pada titik optimum tertentu.

4.3.3 Gel Strength

Pada *gel strength*, pengamatan dilakukan sebanyak 2 kali, yaitu pengamatan gel strength 10 detik dan pengamatan gel strength 10 menit..

Harga *gel strength* dalam 100 lb/100pt² diperoleh secara langsung dari pengukuran dengan alat Fan VG Meter. Simpangan skala petunjuk akibat digerakkannya rotor pada kecepatan 3 Rpm, langsung menunjukkan harga *gel strength* 10 detik atau 10 menit dalam 100 lb/100pt².

1. Barite

Berikut ini adalah tabel hasil pengamatan *gel strength* 10 detik lumpur dengan terkontaminasi Nacl 2 gram terhadap penambahan *additive Barite* 1-5 gram.

Tabel 4.2 Hasil Pengamatan *Gel Stength* 10 Detik Terhadap LS + Nacl + Barite 1-5 gram

| No | Komposisi | Gel strength 10 detik (lb/100ft ²) |
|----|--|--|
| 1 | Lumpur standart + Nacl + Barite 1 gram | 7 |
| 2 | Lumpur standart + Nacl + Barite 2 gram | 6 |
| 3 | Lumpur standart + Nacl + Barite 3 gram | 7 |
| 4 | Lumpur standart + Nacl + Barite 4 gram | 7 |
| 5 | Lumpur standart + Nacl + Barite 5 gram | 7 |

Jurnal Petro, (2016) Berdasarkan spesifikasi standar lumpur pemboran, spesifikasi standar *gel strength* 10 detik adalah 10-20 lb/100ft². Sehingga dari pengamatan yang dilakukan komposisi lumpur terkontaminasi dengan *Nacl* terhadap penambahan *barite* 1-5 gram belum memenuhi standar.

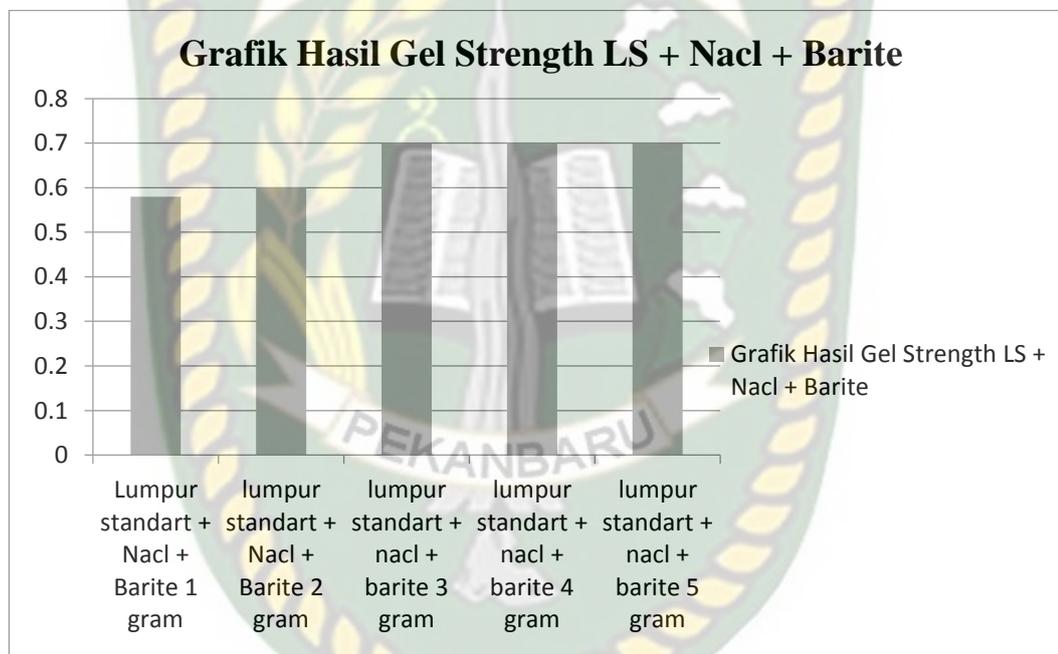
Tabel 4.3 Hasil Pengamatan *Gel Stength* 10 Menit Terhadap LS + Nacl + Barite 1-5 gram

| No | Komposisi | Gel strength 10 menit (lb/100ft ²) |
|----|--|--|
| 1 | Lumpur standart + Nacl + Barite 1 gram | 12 |
| 2 | Lumpur standart + Nacl + Barite 2 gram | 10 |
| 3 | Lumpur standart + Nacl + Barite 3 gram | 10 |
| 4 | Lumpur standart + Nacl + Barite 4 gram | 10 |

| | | |
|---|--|----|
| 5 | Lumpur standart + Nacl + Barite 5 gram | 10 |
|---|--|----|

(Jurnal Petro, 2016) Berdasarkan spesifikasi standar lumpur pemboran, spesifikasi standar *gel strength* 10 menit adalah 22-30 lb/100ft². Sehingga dari pengamatan yang dilakukan komposisi lumpur terkontaminasi dengan *Nacl* terhadap penambahan barite 1-5 gram tabel diatas belum memenuhi standar.

Berikut ini adalah grafik 4.3. Hasil pengamatan nilai *gel strength* maksimal komposisi lumpur terkontaminasi dengan *Nacl* terhadap penambahan *barite* 1-5 gram dengan penghitungan nilai *gel strength* 10 detik berbanding dengan nilai *gel strength* 10 menit.



Grafik 4.6 Hasil Pengamatan *gel strength* LS + Nacl + Barite

Dari data yang diperoleh dapat dilihat pada grafik hasil penelitian diatas nilai *Gel strength* mengalami kenaikan yang stabil pada penambahan additive barite. Berdasarkan penelitian oleh (Ranjan Prabhat & Duta Adityam, 2017), dalam journal of IJDR *additive barite* dalam lumpur yang berbasis *drilling fluid* (*water mud*) meningkatkan kekuatan gel dalam lumpur namun tidak mengalami kenaikan yang signifikan.

2. CMC

Berikut ini adalah tabel hasil pengamatan *gel strength* 10 detik lumpur dengan terkontaminasi Nacl 2 gram terhadap penambahan *additive CMC* 1-5 gram.

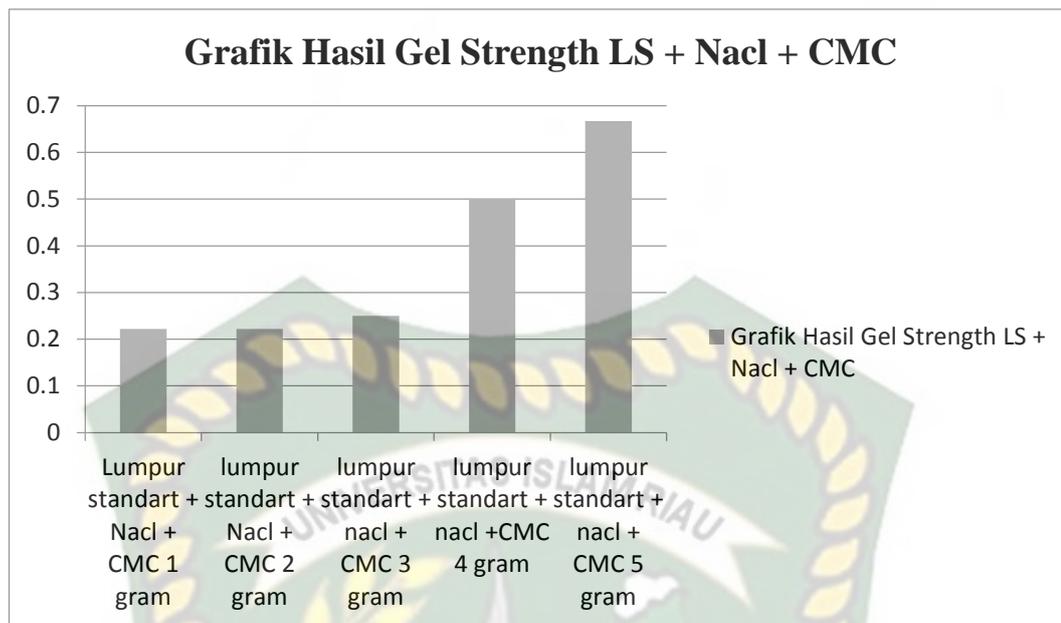
Tabel 4.4 Hasil Pengamatan Gel Stength 10 Detik Terhadap LS + Nacl + CMC 1-5 gram

| No | Komposisi | Gel strength 10 detik (lb/100ft ²) |
|----|-------------------------------------|--|
| 1 | Lumpur standart + Nacl + CMC1 gram | 2 |
| 2 | Lumpur standart + Nacl + CMC 2 gram | 2 |
| 3 | Lumpur standart + Nacl + CMC 3 gram | 1 |
| 4 | Lumpur standart + Nacl + CMC 4 gram | 1 |
| 5 | Lumpur standart + Nacl + CMC 5 gram | 2 |

Tabel 4.5 Hasil Pengamatan Gel Stength 10 Menit Terhadap LS + Nacl + CMC 1-5 gram

| No | Komposisi | Gel strength 10 menit (lb/100ft ²) |
|----|-------------------------------------|--|
| 1 | Lumpur standart + Nacl + CMC 1 gram | 9 |
| 2 | Lumpur standart + Nacl + CMC 2 gram | 9 |
| 3 | Lumpur standart + Nacl + CMC 3 gram | 4 |
| 4 | Lumpur standart + Nacl + CMC 4 gram | 4 |
| 5 | Lumpur standart + Nacl + CMC 5 gram | 4 |

Berikut ini adalah grafik 4.7. Hasil pengamatan nilai *gel strength* maksimal komposisi lumpur terkontaminasi dengan *Nacl* terhadap penambahan *cmc* 1-5 gram dengan penghitungan nilai *gel strength* 10 detik berbanding dengan nilai *gel strength* 10 menit.



Gambar 4.7 Grafik *Gel Strength* LS + Nacl + CMC

Pada grafik diatas menunjukkan kenaikan nilai *gel strength* lumpur terkontaminasi *Nacl* setelah penambahan *additive CMC*. (Kakoli M dkk, 2016) dalam jurnal material sciences & engineering bahwa: penambahan *additive CMC* dan *PAC* dalam larutan *Natrium* memiliki perubahan nilai *gel strength* yang mengalami peningkatan.

4.3.4 *Mud Cake*

Berikut ini adalah tabel 4.6, yaitu tabel hasil pengamatan *Mud Cake* lumpur yang terkontaminasi *Nacl* 2 gram terhadap penambahan berbagai *additive*. Menurut (Jurnal petro Trisakti, 2016) berdasarkan standar lumpur pemboran. Spesifikasi standar *mud cake* yaitu ≤ 2 mm, semakin tipis *mud cake* maka semakin baik lumpur pemboran tersebut.

Tabel 4.6 Hasil Pengamatan *Mud Cake* LS + Nacl + *Additive*

| No | Komposisi bahan additive dalam gram | Nilai Mud Cake LS+ Nacl + Additive | |
|----|-------------------------------------|------------------------------------|------|
| | | Barite | CMC |
| 1 | 1 gram | 0,38 | 0,5 |
| 2 | 2 gram | 0,41 | 0,32 |
| 3 | 3 gram | 0,45 | 0,29 |

| | | | |
|---|--------|------|------|
| 4 | 4 gram | 0,52 | 0,27 |
| 5 | 5 gram | 0,65 | 0,22 |

Dari hasil pengamatan yang dilakukan, seluruh komposisi lumpur pemboran yang terkontaminasi *Nacl* 2 gram terhadap penambahan *additive Barite*, *CMC* semuanya sesuai dengan spesifikasi standar. Namun pada tabel diatas, tabel yang diarsir menunjukkan mud cake yang paling bagus untuk lumpur yang terkontaminasi *Nacl* 2 gram adalah penambahan *additive CMC*, karena hasilnya menunjukkan nilai yang semakin tipis yaitu sesuai standar ≤ 2 mm. (Mahmood Amani et al, 2015) berdasarkan journal of engineering juga melakukan penelitian tentang *mud cake* terhadap fluida lumpur yang ada mengandung garam.

4.3.5 PH Lumpur

PH adalah pengukuran nilai keasaaman atau kebasaaan suatu lumpur. Keasaaman memiliki Ph dari 1 sampai 7. Ph menyatakan konsentrasi dari gugus hidroksil (OH-) yang terdapat dalam lumpur yang mempengaruhi kereaktifan bahan-bahan kimia yang digunakan dalam lumpur (Jurnal Petro, Trisakti, 2017).

Ph lumpur yang dipakai berkisar 8,5 – 10, jadi lumpur bor yang digunakan adalah dalam suasana basa. Sebaiknya lumpur pemboran tidak terlalu basa karena akan menaikkan nilai *viskositas* dan *gel strength* dari lumpur terlalu jauh (Teknik Per 124 354, *analisis investigasi tambang*).

Berikut ini adalah tabel 4.8, hasil pengamatan Ph lumpur terkontaminasi Nacl terhadap beberapa additive.

Tabel 4.7 Hasil Pengamatan Ph LS + Nacl + Additive

| No | Komposisi bahan <i>additive</i> dalam gram | Nilai pH LS+ Nacl + <i>Additive</i> | |
|----|---|-------------------------------------|-----|
| | | Barite | CMC |
| 1 | 1 gram | 6 | 6 |
| 2 | 2 gram | 6 | 6 |
| 3 | 3 gram | 7 | 7 |
| 4 | 4 gram | 7 | 7 |
| 5 | 5 gram | 6 | 7 |

Namun seperti penjelasan sebelumnya diatas ph lumpur yang dipakai sebaiknya berkisar antara 8,5 – 10, maka penambahan *additive CMC* adalah yang stabil dengan rentang angka 7.

Nilai *rheology* lumpur yang dibutuhkan untuk meminimalisir lumpur yang terkontaminasi Nacl 2 gram yang memenuhi acuan yaitu pada penambahan *additive CMC Industri*. Berikut klasifikasi *rheology* lumpur standart yang diinginkan setelah dilakukan pengujian:

1. *Density* : 8,65 gr/ml
2. *Viscosity* : 14-22 SMF (*Second Marsh Funnel*)
3. *Plastic Visc* : 14 cp
4. *Yield Point* : 8 lb/100 ft²
5. *Gel Strength* : 6-10 lb/100 ft²
6. *Mud Cake* : ≤ 1 cm
7. *Filtrat Lost* : 11-24 (cc/30 mins)
8. *Ph* : 9

Pengaruh lumpur yang terkontaminasi Nacl 2 gram membuat nilai *viscosity* dan *rheology* berubah, Ph menurun dan *Filtrat Loss* nya meningkat serta nilai *mud cake* nya tebal, hal ini sesuai dengan teori yang terdapat dalam lumpur dan hidrolika lumpur (Mustaghfirin Amin, 2013). Salah satu penanggulangan terhadap terjadinya *filtrasion loss* lumpur adalah dengan penambahan *CMC*, karena *additive CMC* paling sering dilakukan oleh peneliti sebelumnya dan *additive CMC* bersifat murah dan mudah didapatkan. Lain halnya dengan penambahan *additive barite*, *barite* mampu meningkatkan nilai *density* terhadap lumpur pembersihan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, menurut hasil pengamatan yang telah dilakukan penambahan *additive CMC* terhadap lumpur yang terkontaminasi Nacl 2 gram adalah yang terbaik, mampu meminimalisir dan memiliki nilai *rheology* lumpur standart yang diinginkan. Sejauh ini *CMC* telah digunakan sebagai *additive* lumpur pengeboran untuk memperoleh *thixotropic* dan sebagai *loss kontrol* cairan (Hoeffler, 2005). *CMC selulosa anionik* dapat digunakan untuk menyerap dan meniadakan *anion* bebas dengan cepat.

Berdasarkan paper (*SPE drilling & completion*, 2010), *CMC* merupakan *polimer anionik* berasal dari selulosa yang bertindak sebagai pengental, pengikat, *stabilizer*, *koloid pelindung*, *persuspensi* dan aliran kontrol. Penggunaan *additive Barite* dan *CMC* pada penelitian ini dapat melakukan perbaikan nilai *rheology* lumpur pada kondisi lumpur yang telah terkontaminasi *Nacl*.

Lumpur bor terdiri dari komponen padat dan cair. Umumnya dinding lubang mempunyai pori pori. Komponen cair dalam lumpur kemudian masuk ke dinding lubang bor, zat cair ini disebut *filtrate*. Kalau *filtration loss* tinggi akibat kontaminasi *nacl* lumpur akan banyak kehilangan cairan, yang mana kerjanya *filtrat reducer* membentuk ampas (*filter cake*) mereka bertindak sebagai padatan dan akan tersaring oleh serat - serat *filter cake* sehingga *filtrat* yang dihasilkan berupa minyak saja.

Additive barite dan *cmc industri* , pada penggunaan *additive cmc filtration loss* nya lebih kecil. Hubungannya ditarik bahwa tebal *mud cake* berbanding lurus dengan banyaknya *filtrat* yang hilang dan sejalan dengan nilai *Ph*. Oleh sebab itu penggunaan *additive barite* dan *cmc*, pada *additive cmc industri* nilai *mud cake* dan *Ph* pada kontaminasi lumpur kontaminasi *nacl* (salinitas tinggi) lebih bagus karena *cmc industri* merupakan bahan kimia yang bertindak sebagai *filtrat reducer*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh hasil bahwa *additive barite* dan *cmc industri* berpengaruh terhadap nilai *plastic viscosity*, *yield point*, *gel strength* dan *filtration loss*. Hasil yang diperoleh dengan penambahan *additive barite* nilai rentang *Plastic viscosity* kenaikan 3-7 cp, *yield point* penurunan 9-5 lb/100ft², dan *Gel strength* kenaikan 0,58-0,7 lb/100ft² dengan rata rata *loss filtration* mengalami kenaikan 29,65 – 30,46 ml per 10 – 60 *minute*. Pada penambahan *additive cmc industri* nilai rentang *Plastic viscosity* kenaikan 8-11 cp, *yield point* kenaikan 6-9 lb/100ft², dan *Gel strength* kenaikan 0,2-0,6 lb/100ft² dengan rata rata *loss filtration* mengalami penurunan 14,11 - 9,4 ml per 10 – 60 *minute*
2. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh hasil bahwa *additive barite* dan *cmc industri* berpengaruh terhadap nilai *mud cake* dan *Ph*. Hasil pengujian *Mud Cake* menunjukkan nilai yang semakin tipis yaitu sesuai standar ≤ 2 mm pada penelitian lumpur menggunakan *additive CMC*, serta nilai *Ph* menunjukkan nilai penambahan *additive CMC* adalah yang stabil dengan rentang angka 7.

5.2 Saran

1. Diharapkan kepada peneliti selanjutnya untuk melanjutkan penelitian pengaruh nilai *Ph* terhadap lumpur yang terkontaminasi *Nacl* dengan penambahan *additive CMC*.
2. Diharapkan kepada peneliti selanjutnya melanjutkan penelitian pengaruh *additive CMC* terhadap kontaminasi *Nacl* lumpur dengan perbandingan berbagai *temperatures*.

DAFTAR PUSTAKA

- American Petroleum Institute. 2002. *API Specification for Well Cements and Materials for Well Cementing Twenty-Third Edition*. Washington, D.C., USA
- API Specification 13A. (2015). *Specification for Drilling Fluids Materials*. 2009(July).
- Baldwin, J.O, and Norris, S.O. 1992. “*Software showcase: Pressure Transient Analysis Programs*”. SPE 24461. Texas
- Brindley, GW, Roy, R., 1957. Keempat Laporan Kemajuan dan Laporan Tahunan Pertama. API Proyek 55.
- Diktat Lumpur Pemboran Teknik Perminyakan, Universitas Islam Riau, 2015.
- Diktat Praktikum Teknik Perminyakan. 2013. *Analisa Semen Pemboran*. Pekanbaru : Universitas Islam Riau.
- Hagen, S and Kossack, C.A. 1986. “*Determination Of Minimum Miscibility Pressure using a High-Pressure Visual Sapphire Cell*”. SPE/DOE 14927. Tulsa
- Hamid, Abdul. 2014. “*Analisis pressure buildup test dengan menggunakan metode horner dan software saphir pada sumur “x” lapangan “LEMBAK” DI PT. PERTAMINA EP ASSET II FIELD PRABUMULIH*”
- Hauser EA, Reed CE. Perilaku thixotropic dan struktur bentonit. *J Phys Chem*.1937; 41: 910-934.
- J. Murchison, William, “*Lost Circulation for the Man on the Rig*”. Murchison Drilling Schools, Alburquerque. 2006
- Joel, OF, Durueke, UJ & Nwokoye CU, 2012 “*Ketidakstabilan lubang sumur pengeboran berbagai derajat akibat dari penambahan KCL*”
- Lee, John.1982, “*Well Testing*’ *Society of Petroleum Engineering of AIME*, New York, Dallas.
- Olufemi A. Adekomaya, 2013 “*Experimental analysis of the effect of magnesium salt water influx on the behaviour of drilling mud*”
- Rubiandini, Rudi. 2010. *Teori Umum Semen Dan Penyemenan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

- Rubiandini, Rudi. 2010. *Perhitungan pada Penyemenan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Rubiandini, Rudi. 2010. *Aditive dan Sifat-sifat Semen*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Rubiandini, Rudi. 2010. *Penilaian Kualitas Semen*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Rupinski, S., Brzozowski, Z. K., & Uliasz, M. (2009). Study on the Application of Starch Derivatives as the Regulators of Potassium Drilling Fluids Filtration. *Chemistry & Chemical Technology*, 3(3).
- Rosmaini, E. (2016). *Belajar Olah Data dengan SPSS, Minitab, R, Microsoft Excel, Eviews, Lisrel, Amos, dan Smartpls*.
- Seminar Nasional Cendekiawan. 2015. ISSN: 2460-8696
- SPE. 2010. *Drilling & Completion*
- Setia, doddy. 1987. *Karakteristik sifat barite*
- Taylor, Timothy D, dan Caudle, Ben H. 1979. *Determining Average Reservoir Pressure From A Pressure Buildup Test*. SPE 8389. Texas: Texas petroleum research committee.
- Vikan, H dan H.Justnes. 2003. *Inflence of Silica Fume on Rheology of Cement Paste*. Norway : Thronnheim.
- Wahyuni, T., Agoestanto, A., & Pujiastuti, E. (2018). Analisis Regresi Logistik terhadap Keputusan Penerimaan Beasiswa PPA di FMIPA Unnes Menggunakan Software Minitab. *Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 1, 755–764.
- Widjaja, E.A. 2001. Identikit *Jenis-jenis Bambu di Jawa*. Cibinong: Bidang Botani Pusat Penelitian Biologi LIPI. hlm. 96.