

**STUDI LABORATORIUM PENGARUH PENAMBAHAN  
XANTHAN GUM DAN CARBOXYMETHYL CELLULOSE  
TERHADAP LUMPUR PEMBORAN SEBAGAI LOSS  
*CIRCULATION MATERIAL***



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
PEKANBARU  
2021**

Dokumen ini adalah Arsip Milik :  
**Perpustakaan Universitas Islam Riau**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini disusun oleh :

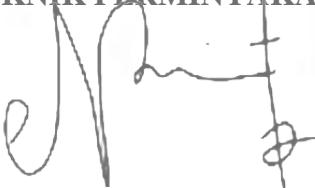
Nama : Rahmat Febrian Saputra  
NPM : 163210057  
Program Studi : Teknik Perminyakan  
Judul Skripsi : Studi Laboratorium Pengaruh Penambahan *Xanthan gum* Dan *Carboxymethyl Cellulose* Terhadap Lumpur Pemboran Sebagai *Loss Circulation Material*

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



Pembimbing : Idham Khalid, ST., MT (.....)  
Penguji I : Fiki Hidayat, ST., M.Eng (.....)  
Penguji II : Novrianti, ST., MT (.....)  
Ditetapkan di : Pekanbaru  
Tanggal : 24 September 2021

KETUA PROGRAM STUDI  
TEKNIK PERMINYAKAN

  
NOVIA RITA, ST.,MT

## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum didalamnya 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.



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

## KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat dan limpahan ilmu dari-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Islam Riau. Saya menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dan mendorong saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini serta memperoleh ilmu pengetahuan selama perkuliahan. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Idham Khalid, ST., MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Ibu Fitrianti, ST.,MT selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan, nasihat, dan penyemangat selama menjalani perkuliahan di Teknik Perminyakan
3. Ibu Novia Rita, ST., MT selaku Ketua Prodi serta dosen-dosen yang telah banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
4. Orang tua saya Zul Efendi dan Yanosva Yesye serta adik-adik saya dan tak lupa pula keluarga besar saya yang selalu memberikan semangat dan doa, serta bantuan materil dan moral sehingga terselesaikannya tugas akhir ini.
5. Terkhusus sahabat saya M. Khodirin serta teman-teman di asrama, teman-teman satu angkatan serta senior-senior Teknik Perminyakan UIR yang telah mendukung dan membantu saya selama kuliah di Universitas Islam Riau.

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

Pekanbaru, 24 September 2021



Rahmat Febrian Saputra

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
DAFTAR SINGKATAN.....	x
DAFTAR SIMBOL .....	xi
ABSTRAK .....	xii
<i>ABSTRACT</i> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Tujuan Penelitian.....	3
1.3    Manfaat Penelitian.....	3
1.4    Batasan Masalah.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1    Lumpur Pemboran .....	4
2.1.1    Rheologi Lumpur Pemboran .....	5
2.2 <i>Loss Circulation</i> .....	8
2.2.1    Klasifikasi Zona <i>Loss Circulation</i> .....	9
2.2.2 <i>Loss Circulation Material</i> .....	9
2.3 <i>Xanthan gum</i> .....	10
2.4    Carboxymethyl Cellulose (CMC) .....	12
2.5 <i>State Of The Art</i> .....	13
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>16</b>
3.1    Uraian Metode Penelitian .....	16
3.2 <i>Flow Chart</i> .....	17
3.3    Alat dan Bahan .....	18
3.3.1    Alat.....	18
3.3.2    Bahan Penelitian.....	20

3.4	Prosedur Penelitian .....	20
3.4.1	Prosedur Pembuatan Lumpur Pemboran.....	20
3.4.2	Prosedur pengujian Densitas .....	20
3.4.3	Prosedur Pengujian <i>Viscosity</i> dan <i>Gel Strength</i> .....	21
3.4.4	Prosedur Pengujian pH.....	22
3.4.5	Prosedur Pengujian <i>Filtration loss</i> dan <i>Mud cake</i> .....	23
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>24</b>
4.1	Pengujian Densitas .....	24
4.2	Pengujian Viskositas Waktu.....	26
4.3	Pengujian <i>Plastic Viscosity</i> .....	28
4.4	Pengujian Yield Point.....	30
4.5	Pengujian <i>Gel Strength</i> .....	31
4.6	Pengujian pH Lumpur .....	33
4.7	Pengujian <i>Filtration Loss</i> .....	34
4.8	Pengujian <i>Mud cake</i> .....	36
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUPAN .....</b>	<b>38</b>
5.1	Kesimpulan.....	38
5.2	Saran.....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>39</b>
<b>LAMPIRAN</b>	.....	<b>45</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Kimia Xanthan gum(Kumar et al., 2012) .....	11
Gambar 2. 2 Struktur CMC (Carboxymethyl Cellulose)(Kamal, 2010) .....	13
Gambar 3. 1 Flow Chart .....	17
Gambar 3. 2 Alat yang digunakan dalam penelitian .....	19
Gambar 4. 1 Lumpur Xanthan gum dan CMC .....	24
Gambar 4. 2 Grafik Hasil Perbandingan Densitas Lumpur.....	25
Gambar 4. 3 Grafik Hasil Perbandingan Viskositas Waktu .....	27
Gambar 4. 4 Grafik Hasil Perbandingan Plastic Viscosity.....	29
Gambar 4. 5 Grafik Hasil Perbandingan Yield Point .....	30
Gambar 4. 6 Grafik Hasil Perbandingan Gel Strength .....	32
Gambar 4. 7 Grafik Hasil Perbandingan pH Lumpur.....	33
Gambar 4. 8 Grafik Hasil Perbandingan Filtration Loss .....	35
Gambar 4. 9 Grafik Hasil Perbandingan Mud cake .....	36



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1 State Of The Art .....</b>	14
<b>Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian .....</b>	16
<b>Tabel 4. 1 Perbandingan Hasil Pengamatan Densitas Lumpur .....</b>	25
<b>Tabel 4. 2 Perbandingan Hasil Pengamatan Viskositas Waktu.....</b>	26
<b>Tabel 4. 3 Perbandingan Hasil Pengamatan Plastic Viscosity .....</b>	28
<b>Tabel 4. 4 Perbandingan Hasil Pengamatan Yield Point.....</b>	30
<b>Tabel 4. 5 Perbandingan Hasil Pengamatan Gel Strength.....</b>	31
<b>Tabel 4. 6 Perbandingan Hasil Pengamatan pH Lumpur .....</b>	33
<b>Tabel 4. 7 Perbandingan Hasil Pengamatan Filtration Loss.....</b>	34
<b>Tabel 4. 8 Perbandingan Hasil Pengamatan Mud cake .....</b>	36



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I Komposisi Lumpur Pemboran.....	45
LAMPIRAN II Hasil Pengujian Laboratorium .....	45
LAMPIRAN III Rumus Perhitungan .....	47
LAMPIRAN IV Spesifikasi standar API 13-A .....	47



## DAFTAR SINGKATAN

API	American Petroleum Institute
CMC	Carboxymethyl Cellulose
Cp	Centipoise
ft	feet
gr	Gram
GS	Gel Strength
lb	Pound
LCM	Loss Circulation Material
LPLT	Low Pressure Low Temperature
mm	Milimeter
ml	Mililiter
ppg	pound ;per gallon
PV	Plastic Viscosity
RPM	Rotation Per Minute
s	Seconds
WBM	Water Based Mud
XG	Xanthan gum
YP	Yield Point



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

## DAFTAR SIMBOL

°C Temperatur dalam Celsius

$\rho$  Densitas

m Massa suatu zat

pH Kadar keasaman

v Volume suatu zat

> Lebih besar

< Lebih kecil



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

**STUDI LABORATORIUM PENGARUH PENAMBAHAN  
XANTHAN GUM DAN CARBOXYMETHYL CELLULOSE  
TERHADAP LUMPUR PEMBORAN SEBAGAI LOSS  
CIRCULATION MATERIAL**

**RAHMAT FEBRIAN SAPUTRA  
163210057**

**ABSTRAK**

Permasalahan yang sering muncul dalam sistem sirkulasi lumpur pemboran salah satunya berupa kehilangan lumpur itu sendiri (*loss circulation*). Penyebab terjadinya *loss circulation* karena komposisi atau campuran *additive* lumpur pemboran tidak cocok dengan zona reservoir yang ada dan tingginya temperatur serta tekanan formasi yang rendah hingga permibilitas yang tinggi membuat lumpur pemboran masuk kedalam zona formasi. Adapun cara untuk menanggulangi kehilangan lumpur pemboran dan temperatur yang tinggi, salah satunya dengan menggunakan LCM (*Loss Circulation Material*). LCM berupa *additive* yang dapat digunakan untuk mengurangi *loss circulation* dengan cara menghambat aliran lumpur pemboran yang merembes ke dalam formasi. Dalam penelitian ini, LCM yang digunakan berupa *Xanthan gum* dan CMC bertujuan untuk melihat perbandingan seberapa efektif kedua *additive* tersebut untuk dijadikan LCM dan mengetahui perbandingan rheologi serta menentukan LCM yang terbaik dengan pada konsentrasi yang sama. Penelitian ini dilakukan dalam skala Laboratorium untuk menentukan rheologi lumpur pemboran dari *Xanthan gum* dan CMC dengan parameter pengujian densitas, viskositas, *plastic viscosity*, *yield point*, *gel strength*, *filtration loss* dan *mud cake*. Dengan konsentrasi masing-masing 1 gr, 2 gr, 3 gr dan 4 gr serta pada campuran air sebanyak 350 ml dan *bentonite* 22,5 gr. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, lumpur dengan bahan *Xanthan gum* dan CMC dapat dikatakan efektif sebagai LCM. Hasil terbaik yang diperoleh dari kedua LCM tersebut adalah *Xanthan gum* dengan konsentrasi 1 gr yang memperoleh nilai densitas 8,55 ppg, viskositas waktu 45 detik/quart, *plastic viscosity* 10 cp, *yield point* 15 lb/100 ft<sup>2</sup>, *Gel Strength* 0,56 lb/100 ft<sup>2</sup>, pH lumpur 8, *filtration loss* 12 ml dan *mud cake* 1,85 mm. Sedangkan CMC pada konsentrasi 2-4 gr telah memenuhi nilai standar. Hanya saja nilainya dibawah *Xanthan gum* dengan konsentrasi 1 gr. Dapat dikatakan nilai *Xanthan gum* dengan konsentrasi yang sedikit lebih tinggi dari pada nilai CMC dengan konsentrasi lebih banyak.

**Kata Kunci :** *Loss Circulation*, *Loss Circulation Material*, Rheologi, *Xanthan gum*, CMC

# **LABORATORY STUDY THE EFFECT OF ADDING XANTHAN GUM AND CARBOXYMETHYL CELLULOSE ON DRILLING MUD AS LOSS CIRCULATION MATERIAL**

**RAHMAT FEBRIAN SAPUTRA**

**163210057**

## **ABSTRACT**

One of the problems that often arise in the drilling mud circulation system is loss of mud itself (loss circulation). The cause of loss circulation is because the composition or mixture of drilling mud additives does not match the existing reservoir zone and the high temperature and low formation pressure to high permeability make the drilling mud enter the formation zone. As for how to overcome the loss of drilling mud and high temperatures, one of them is by using LCM (Loss Circulation Material). LCM is an additive that can be used to reduce circulation loss by inhibiting the flow of drilling mud that seeps into the formation. In this study, the LCM used in the form of *Xanthan gum* and CMC aims to compare how effective the two additives are in making LCM and determine the rheological ratio and determine the best LCM at the same concentration. This research was conducted on a laboratory scale to determine the rheology of drill mud from *Xanthan gum* and CMC with test parameters of density, viscosity, plastic viscosity, yield point, gel strength, filtration loss and *mud cake*, with concentrations of 1 gr, 2 gr, 3 respectively. . gr and 4 gr and in a mixture of 350 ml of water and 22.5 g of bentonite. Based on the results of the tests carried out, the mud with *Xanthan gum* and CMC materials can be said to be effective as LCM. The best results obtained from the two LCMs were *Xanthan gum* with a concentration of 1 g which obtained a density value of 8.55 ppg, time viscosity 45 seconds/quart, plastic viscosity 10 cp, yield point 15 lb/100 ft<sup>2</sup>, Gel Strength 0.56 lb. /100 ft<sup>2</sup>, mud pH 8, filtration loss 12 ml and *mud cake* 1.85 mm. While CMC at a concentration of 2-4 g has met the standard value. It's just that the value is below *Xanthan gum* with a concentration of 1 gr. It can be said that the *Xanthan gum* value with a slightly higher concentration than the CMC value with a higher concentration.

**Keywords :** *Loss Circulation, Loss Circulation Material, Rheology, Xanthan gum, CMC*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada proses pemboran lumpur memiliki pengaruh yang sangat penting untuk menentukan faktor berhasil atau tidaknya proses pemboran (Ginting,2018). Jenis lumpur pemboran yang akan digunakan juga dapat mempengaruhi keekonomian, kecepatan, keselamatan serta efisiensi dari proses pemboran. Yang mana memiliki fungsi dapat mengangkat *cutting* ke permukaan, menahan *cutting* saat sirkulasi dihentikan, menjaga tekanan formasi, melumasi sistem pemboran, membersihkan dasar lubang bor, dll. Dari beberapa fungsi lumpur tersebut diharapkan mampu menyesuaikan dengan keadaan formasi pada suatu sumur. Operasi pemboran yang dikatakan sukses apabila mampu menanggulangi masalah yang ada serta mencapai nilai keekonomian seminimal mungkin (Hamid, 2017).

Dalam operasi pemboran terdapat berbagai macam masalah, salah satunya yaitu kehilangan lumpur pemboran (*loss circulation*), dikarenakan komposisi dan campuran *additive* yang digunakan tidak sesuai dengan zona reservoir yang tersedia sehingga mempengaruhi kualitas dari lumpur pemboran dan menyebabkan terjadinya *loss circulation*. Temperatur yang tinggi juga sangat berpengaruh dalam operasi pemboran, karena tingginya temperatur dapat menyebabkan perubahan sifat rheologi dari lumpur tersebut karena dapat menyebabkan terhambatnya pengangkatan *cutting* menuju ke permukaan(Syah et al., 2018). Tekanan formasi yang terlalu kecil dan permeabilitas yang besar mengakibatkan terjadinya *loss circulation* contohnya pada lapangan formasi Talang Akar(Rosyidan et al., 2015). Adapun cara untuk menanggulangi kehilangan lumpur pemboran dan temperatur yang tinggi, salah satunya dengan menggunakan LCM (*Loss Circulation Material*). LCM berupa *additive* yang dapat digunakan untuk mengurangi *loss circulation* dengan cara menghambat aliran lumpur pemboran yang merembes ke dalam formasi (Ramasamy & Amanullah, 2017).

Polimer dapat digolongkan menjadi dua macam yaitu, polimer sintetik dan polimer alam, dimana polimer sintetik dibentuk dari sintesa senyawa-senyawa kimia sederhana. Sedangkan polimer alam dibentuk dari suatu kegiatan organik

seperti fermentasi. Polimer yang akan digunakan sebagai LCM berupa polimer berbahan dasar *Xanthan gum* (XG) yang merupakan bagian dari polimer alam dan akan dibandingkan dengan Carboxymethyl Cellulose (CMC) (Wardani, 2017). *Xanthan gum* bagian dari biopolimer alternatif yang memiliki sifat yang dapat terurai secara hayati dan tidak berbahaya sehingga ramah lingkungan (Reinoso et al., 2019).

*Xanthan gum* dapat di aplikasikan sebagai *additive* lumpur pemboran dengan konsentrasi antara 0,1% -0,4% w/w(García-Ochoa et al., 2000). *Xanthan gum* cocok digunakan secara bersamaan dengan *bentonite* saat proses pemboran memasuki zona reservoir. Pada kedalaman 1000 ft (Junianto et al., 2017) memilih menggunakan *xanthan gum* di lapangan pemboran karena *xanthan gum* memiliki viskositas yang tinggi, memiliki kelarutan yang baik dalam air sehingga tidak mudah bereaksi terhadap clay, mampu mengurangi *formation damage* dan mengatasi kerusakan pada reservoir. *Xanthan gum* berupa polimer yang cocok untuk ditambahkan ke dalam lumpur yang akan digunakan sebagai fluida pemboran pada sumur yang memiliki salinitas tinggi dan formasi yang keras (Xie & Lecourtier, 1992).

Berdasarkan latar belakang diatas, peneliti akan melakukan penelitian dengan menggunakan *xanthan gum* dan *carboxymethyl cellulose* sebagai perbandingan yang efektif untuk di campurkan dengan lumpur sebagai LCM. Penelitian ini dilakukan dalam skala Laboratorium dengan pengujian parameter berupa densitas, viskositas, *plastic viscosity*, *yield point*, *gel strength*, pH, *filtration loss* dan *mud cake*, dengan konsentrasi masing-masing 1 gr, 2 gr, 3 gr dan 4 gr serta pada campuran air sebanyak 350 ml dan *bentonite* 22,5 gr.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

- a. Menganalisa keefektifan *Xanthan gum* dan *Carboxymethyl Cellulose* sebagai bahan LCM.
- b. Menganalisa jenis LCM yang terbaik dari perbandingan rheologi lumpur pemboran dengan menggunakan *Xanthan gum* dan *Carboxymethyl Cellulose*.

## 1.3 Manfaat Penelitian

Berdasarkan penelitian yang akan dilakukan dapat memberikan berbagai manfaat diantaranya yaitu:

- a. Memberikan pemahaman dan pengetahuan tentang polimer alami *Xanthan gum* sebagai upaya pengembangan ilmu dalam perminyakan dan dapat mengetahui lebih dalam mengenai manfaat *Loss Circulation Material* (LCM) pada saat sirkulasi lumpur serta keefektifan *Xanthan gum* sebagai LCM.
- b. Dapat menjadi referensi bagi mahasiswa/i sebagai acuan dalam penelitian lanjutan tentang lumpur pemboran, dan menjadi pembanding jenis-jenis *additive* yang dapat digunakan sebagai campuran lumpur pemboran.

## 1.4 Batasan Masalah

Supaya penelitian ini tidak keluar dari tujuan yang di inginkan, maka pada penelitian ini perlu dibatasi pada beberapa hal antara lain sebagai berikut:

- a. Pengujian hanya menggunakan *additive Xanthan gum*, dan CMC industri dengan konsentrasi yaitu: 1 gr, 2 gr, 3 gr dan 4 gr.
- b. Parameter yang diteliti hanya berupa pengujian densitas, viskositas, *plastic viscosity*, *yield point*, *gel strength*, pH, *filtration loss* dan *mud cake*.
- c. Dalam penelitian ini tidak membahas mengenai keekonomian.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Agama Islam memberikan perhatian begitu besar terhadap sumber daya alam, hal ini sangat berkaitan dalam kehidupan manusia itu sendiri. Allah SWT telah menetapkan rezeki bagi setiap umatnya, salah satunya berasal dari sumber daya alam. Sebagaimana firman Allah dalam QS. Hud: ayat 6 yang artinya “Dan tidak satupun makhluk bergerak (bernyawa) di bumi melainkan semuanya dijamin Allah rezekinya. Dia mengetahui tempat kediamannya dan tempat penyimpanannya. Semua tertulis dalam Kitab yang nyata (Lauhul Mahfuz)”.

Dalam QS. Al-Jasiyah ayat 13 yang artinya “Dan Dia menundukkan apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi untukmu semuanya (sebagai rahmat) dari-Nya. Sungguh, dalam hal yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang-orang yang berpikir”. Berdasarkan ayat tersebut Allah SWT telah menciptakan alam semesta untuk kepentingan dan kesejahteraan makhluk-Nya, terkhusus manusia. Sumber daya alam merupakan ciptaan Allah SWT yang ada di bumi dan dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya.

#### 2.1 Lumpur Pemboran

Lumpur berperan penting dalam proses pemboran karena berpengaruh terhadap keberhasilan pemboran, kecepatan, efisiensi, keselamatan dan biaya pemboran. Lumpur pemboran berupa fluida yang memiliki beberapa campuran material yang terdiri dari komponen cair, komponen padatan, serta komponen pengontrol (*additive*)(Pradirga Grahadiwin et al., 2016).

Setiap lapangan yang akan dilakukan pemboran mempunyai formasi yang berbeda-beda. Maka dari itu lumpur pemboran yang digunakan juga berbeda-beda untuk menyesuaikan dengan formasi yang ada. Sehingga jenis lumpur yang digunakan adalah lumpur yang paling cocok dan ekonomis yang akan digunakan. Jenis lumpur pemboran yang umum digunakan dalam suatu operasi pemboran dapat digolongkan menjadi tiga jenis, yaitu *Water-based mud*, *Oil-based mud* dan *Air or Gas-based mud*(Junianto et al., 2017).

Lumpur pemboran harus memiliki sifat yang mampu memberikan keamanan dalam proses pemboran agar laju pemboran tetap terjaga. Dalam proses pemboran perlu dilakukannya pengontrolan lumpur yang akan digunakan dilapangan dengan mempertimbangkan biaya yang tersedia untuk pengeluaran perawatan serta penggunaan lumpur pemboran. Penggunaan lumpur pemboran bertujuan agar proses pemboran tidak terjadinya kesulitan yang dapat mengganggu kelancaran pemboran itu sendiri (Abdul Hamid, 2017):

### 2.1.1 Rheologi Lumpur Pemboran

Rheologi (perilaku) dari fluida pemboran berupa suatu keadaan dimana saat fluida pemboran mengalami proses berlangsungnya aliran fluida. Sifat aliran lumpur pemboran terdiri atas aliran laminar dan aliran turbulen serta memiliki jenis fluida yang berupa Newtonian dan non-Newtonian(Novrianti et al., 2015). Rheologi berkaitan erat dengan fluida aliran kompleks, dimana fluidanya berbeda dengan solid karena dapat berubah seiring perubahan tekanan yang terjadi(Deshpande, 2010)

Rheologi dan komposisi lumpur berpengaruh terhadap proses pemboran, adapun rheologi yang perlu diketahui antara lain:

1. Densitas

Densitas merupakan salah satu sifat lumpur yang sangat penting, karena peranannya berhubungan langsung dengan fungsi lumpur bor sebagai penahan tekanan formasi. Adanya densitas lumpur bor yang terlalu besar akan menyebabkan lumpur hilang ke formasi (*loss circulation*), sedang apabila terlalu kecil akan menyebabkan *kick*. Maka densitas lumpur harus disesuaikan dengan keadaan formasi yang akan dibor (Arif et al., 2001).

Densitas lumpur dapat menggambarkan gradien hidrostatik dari lumpur bor dalam psi/ft, tetapi di lapangan biasanya dipakai satuan ppg (*pound per gallon*) yang diukur dengan menggunakan alat yang disebut dengan *mud balance* (Rudi Rubiandini R.S, 2010).

Dalam menentukan densitas lumpur digunakan persamaan :

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

Keterangan :

- $\rho$  = Densitas lumpur, ppg  
 m = Berat lumpur, *pound*  
 v = Volume lumpur, *gallon*

## 2. Viskositas

Viskositas menunjukkan kekentalan lumpur dalam aliran, dan *gel strength* menunjukkan kekentalan lumpur dalam kondisi diam pada periode waktu tertentu. Viskositas lumpur pemboran dipengaruhi oleh konsentrasi, kualitas dan sifat dispersi partikel-partikel yang tersuspensi. Viskositas memiliki kemampuan untuk membersihkan dasar lubang bor, pengangkatan *cutting* serta laju penembusan akan meningkat jika lumpur mempunyai sifat gesekan. Alat untuk mengukur viskositas lumpur dibagi atas dua alat yaitu *Marsh Funnel* dan *Fann VG meter* (Abdul Hamid, 2017).

## 3. Plastic Viscosity

*Plastic viscosity* merupakan tahanan terhadap aliran yang disebabkan oleh gesekan antara sesama benda padat didalam lubang bor dan merupakan salah satu parameter kenaikan solid yang ada dalam lumpur. Dengan kata lain besarnya *plastic viscosity* dipengaruhi oleh kandungan padatan, ukuran padatan, dan temperatur. Penggunaan utama *plastic viscosity* di ukur dalam *centipoises* berfungsi untuk menunjukkan pengaruh kandungan padatan terhadap kekentalan lumpur. *Plastic viscosity* diperoleh dengan mengurangkan *dial reading* 600 rpm dengan 300 rpm pada viscometer (Arif et al., 2001). Untuk menentukan *plastic viscosity* digunakan persamaan berikut :

$$\mu_p = C600 - C300 \quad (2)$$

Keterangan :

- $\mu_p$  = *plastic viscosity*, cp  
 C300 = *Dial reading* pada 300 RPM, derajat  
 C600 = *Dial reading* pada 600 RPM, derajat

## 4. Yield Point

*Yield point* merupakan gaya tarik menarik yang dinamik serta memiliki tahanan terhadap aliran yang disebabkan oleh gaya elektrokimia antara padatan –

padatan, cairan – cairan dan padatan – cairan. *Yield point* juga berupa komponen yang berperan dalam mempengaruhi fluida untuk tidak mengalir karena disebabkan adanya gaya tarik menarik partikel didalam lumpur.

Besarnya gaya tarik menarik tergantung pada sifat permukaan pada lumpur, konsentrasi volume padatan, *resistivity*. *Yield point* sangat penting untuk mengetahui perhitungan hidrolik lumpur, yang mana *yield point* mempengaruhi tekanan diwaktu lumpur sedang bersirkulasi. Alat *Fann VG meter* dapat mengukur dan menentukan *yield point* lumpur bor. Harga *yield point* pada *Fann VG meter* adalah pembacaan skala putaran 300 rpm dikurangi harga *plastic viscosity*, dengan persamaan sebagai berikut :

$$Y_p = C300 - \mu_p \quad (3)$$

Keterangan :

$Y_p$  = *Yield point*, lb/100 ft<sup>2</sup>

$\mu_p$  = *plastic viscosity*, cp

C300 = *Dial reading* pada 300 RPM, derajat

##### 5. *Gel Strength*

*Gel strength* dalam lumpur pemboran berguna sebagai penahan *cutting* dan pasir dalam suspensi sewaktu sirkulasi lumpur dihentikan, serta sebagai ukuran gaya tarik-menarik yang statik. *Gel strength* mampu menahan padatan apa saja yang terhenti di saat lumpur pemboran berhenti bersirkulasi dan mampu merubah benda cair menjadi lebih kental apabila dalam keadaan diam, dan makin lama akan bertambah kental(Fitrianti, 2017). Dalam menentukan harga *gel strength* menggunakan persamaan berikut :

$$GS = \frac{\text{Simpangan Maksimum 10 detik}}{\text{Simpangan maksimum 10 menit}} \quad (4)$$

Keterangan :

GS = *Gel Strength*, lb/100 ft<sup>2</sup>

##### 6. pH Lumpur

Untuk menentukan nilai asam atau basa dari lumpur digunakan dengan pengukuran pH berupa pH *paper*, yang menyatakan konsentrasi dari gugus hidroksil ( $\text{OH}^-$ ) dalam lumpur yang mempengaruhi kereaktifan bahan kimia yang

di gunakan pada lumpur, nilai netral pH adalah 7, bersifat asam apabila nilai ph <7 serta bersifat basa apabila nilai ph >7.

Lumpur bor harus bersifat basa sebab mudah bereaksi dibandingkan saat lumpur bersifat asam, lumpur yang bersifat asam dapat menimbulkan korosif yang dapat menyebabkan kerapuhan pada rangkaian pipa bor beserta alat-alat pemboran lainnya. Sehingga, hal itu akan mengurangi waktu pemakaian rangkaian alat-alat pemboran tersebut (Hamid, 2017).

#### 7. *Filtration Loss dan Mud cake*

Lumpur pemboran memiliki kontak langsung dengan batuan berpori, yang berperan sebagai sebuah saringan dan memungkinkan fluida untuk melewatkannya. Sehingga menyebabkan kehilangan sebagian fluida fasa cair kedalam formasi batuan tersebut dan meninggalkan padatan-padatan yang bertumpuk di dinding formasi. Sebagian fluida yang hilang ke dalam batuan tersebut disebut *filtration loss*, sedangkan lapisan padatan-padatan yang bertumpuk di permukaan dinding formasi disebut *mud cake*.

*Filtration loss* yang terlalu besar dapat menimbulkan masalah terhadap formasi maupun lumpur seperti terjadinya *formation damage* lumpur kehilangan banyak cairan(Arif et al., 2001). *Mud cake* yang tipis merupakan *mud cake* yang terbaik untuk mencegah terjadinya penjepitan pipa bor dan tahan untuk menjaga kestabilan lubang bor. *Mud cake* yang tebal mengakibatkan pipa pemboran terjepit sehingga sulit untuk diangkat dan diputar(Ginting, 2018). *Mud cake* cenderung meningkat sesuai kenaikan temperatur dan menyebabkan semakin encernya lumpur sehingga filtrat yang tersaring semakin banyak(Wardani, 2017).

#### 2.2 *Loss Circulation*

*Loss circulation* terjadi ketika tekanan fluida pemboran lebih besar dari tekanan formasi sehingga menyebabkan terjadi rekahan pada dinding formasi. Rekahan merupakan alasan utama adanya masalah *loss circulation* sehingga menyebabkan sebagian dari lumpur pemboran masuk kedalam zona formasi dan kehilangan banyak lumpur saat kembali ke permukaan. Hal inilah yang mempengaruhi pekerjaan pemboran menjadi lama dan meningkatkan pengeluaran keuangan dari proses pemboran(Hamza et al., 2019).

### 2.2.1 Klasifikasi Zona *Loss Circulation*

Secara umum *Loss Circulation* terjadi disebabkan oleh faktor alami didalam formasi seperti permeabilitas yang sangat besar, rekahan alami atau diinduksikan, gua-gua dan vug. *Loss Circulation* diklasifikasikan berdasarkan jumlah lumpur yang hilang kedalam formasi dan bisa dilihat dari jumlah lumpur yang kembali ke permukaan. Menurut (Sedaghatzadeh et al., 2020) *Loss circulation* dikategorikan menjadi tiga jenis, yaitu :

1. *Seepage Loss* berupa kehilangan lumpur dalam jumlah yang sedikit, biasanya kurang dari 10 bbl/jam serta sering terjadi pada formasi yang terdiri dari pasir, porous, gravel dan rekahan alami.
2. *Partial Loss* berupa kehilangan lumpur dalam jumlah yang besar yaitu sebagian dari volume lumpur total. Kehilangan lumpur tersebut antara 10-500 bbl/jam serta sering terjadi pada formasi yang terdiri dari porous dan gravel, kadang juga terjadi pada batuan yang mengandung natural fracture dan induced fracture.
3. *Complete Loss (Total Loss)* berupa kehilangan seluruh lumpur dan tidak kembali ke permukaan atau tidak adanya sirkulasi balik. Kehilangan lumpur tersebut melebihi 500 bbl/jam dan biasanya terjadi pada zona formasi yang terdapat goa-goa dan rekahan yang sangat besar.

### 2.2.2 *Loss Circulation Material*

Menurut (Alsaba & Nygaard, 2014) *loss circulation materials* atau LCM sangat penting dalam menentukan faktor pengambilan keputusan untuk mencegah terjadinya *loss circulation*. LCM mempunyai sifat fisik dan sifat kimia yang berbeda-beda, maka perlu dilakukan pemilihan LCM yang tepat sesuai kondisi dilapangan. LCM juga menjadi salah satu faktor penentu keberhasilan dalam mengatasi *loss circulation*. Berdasarkan sifat fisik, kimia dan kegunaannya, maka LCM diklasifikasikan menjadi beberapa kategori diantaranya :

1. *Granular*

Material *Granular* berupa *additive* yang mampu membuat segel pada permukaan formasi atau didalam rekahan untuk mencegah kerusakan dalam formasi. Besarnya ukuran dari rekahan yang dapat disumbat oleh material jenis *granular* lebih besar jika dibandingkan dari jenis *loss circulation*

*material lainnya. Yang termasuk bahan granular diantaranya graphite, nutshells, sized calcium carbonate, glisonite, course bentonite, asphalt, perlite, and xanthan gum.*

## 2. Flaky

Material *flaky* digambarkan dalam bentuk yang tipis dan datar. Ketika material *flaky* disirkulasikan ke dalam lubang bor, maka posisinya akan terletak melintang lurus dipermukaan formasi yang permeable dan selanjutnya akan menutup rekahan yang ada. Material ini meliputi selofan mika, kulit biji kapas, vermiculit, tongkol jagung, dan serpihan kalsium karbonat.

## 3. Fibrous

Material *fibrous* merupakan jenis LCM yang panjang, ramping dan fleksibel serta memiliki tingkat kekakuan yang kecil dan akan membentuk sebuah jembatan melintang yang digunakan untuk mengurangi kehilangan kedalam rekahan atau formasi vugular. *Fibrous* terdiri terdiri dari *chip seal*, serat nilon, serat mineral, debu gergaji, dan kertas parut yang sering digunakan dalam *oil base mud* serta *water base mud*. Namun, pengaplikasiannya dalam *oil base mud* memiliki keterbatasan.

## 2.3 Xanthan gum

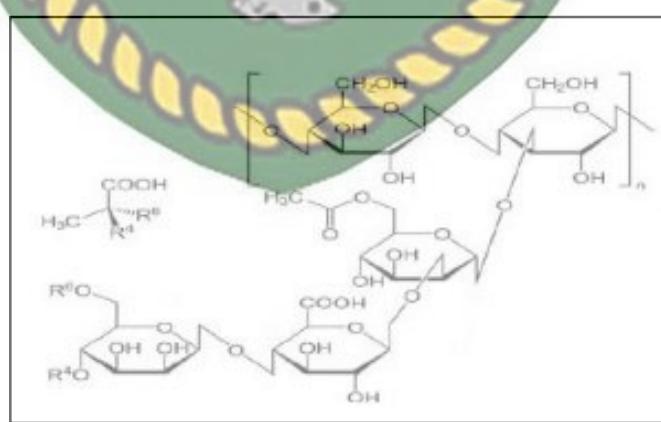
Ilmuwan asal US telah berhasil menemukan *Xanthan gum* pada akhir tahun 1950-an yang merupakan biopolimer pertama kali diproduksi secara industri. *Xanthan gum* adalah mikroba polisakarida kompleks yang diproduksi secara industri dari fermentasi glukosa oleh patogen tanaman yang dikenal sebagai *Xanthomonas campestris*. *Xanthan gum* memiliki sifat penting yang mampu untuk membentuk larutan viskositas tinggi pada konsentrasi rendah, sangat pseudoplastik, dan stabil pada berbagai konsentrasi garam. Sehingga banyak digunakan sebagai bahan pengental, bahan pensuspensi, bahan untuk makanan, obat-obatan, kosmetik, dan digunakan dalam pemboran minyak (Patel et al., 2020).

*Xanthan gum* merupakan fluida *non-Newtonian* yang memiliki viskositas tinggi pada konsentrasi 600 – 2.000 ppm, dan sensitivitas viskositas rendah terhadap perubahan salinitas, resistensi terhadap degradasi mekanik, produk yang

ramah lingkungan, serta bahannya dapat terbiodegradasi (Rosalam & England, 2006). Dalam industri minyak bumi, *Xanthan gum* berguna sebagai additive fluida dalam proses pemboran yang membantu meminimalkan ketidakstabilan sumur pemboran, sebagai pembersihan pipa, *fracturing*, *work over*, dan *completion* (Ekeinde et al., 2019).

*Xanthan gum* berupa polisakarida yang dihasilkan oleh *Xanthomonas Campestris* yang diaplikasikan di lapangan minyak sebagai *viscosifier* untuk meningkatkan viskositas pada proses pemboran. *Xanthan gum* cocok digunakan pada saat pemboran karena memiliki kemampuan yang kuat untuk meningkatkan viskositas serta stabilitas yang sangat baik pada salinitas tinggi dan temperatur tinggi. (Jang et al., 2015). Perilaku rheologi *Xanthan gum* tergantung dari beberapa faktor misalnya konsentrasi biopolimer, konsentrasi garam, pH, dan temperature. *Xanthan gum* merupakan bagian dari biopolimer alternatif dalam industri migas untuk tujuan menjaga lingkungan karena biopolimer memiliki sifat yang dapat terurai secara hayati dan tidak berbahaya (Reinoso et al., 2019).

*Xanthan gum* dengan rumus kimia  $(C_{35}H_{49}O_{29})_n$  (Blinov & Dvoynikov, 2020) merupakan polisakarida dengan berat molekul cukup besar terdiri dari unit berulang. Rantai utama dari struktur kimia *xanthan gum* memiliki ikatan  $\beta$  (1,4) D-Glukosa yang mirip dengan struktur selulosa. Cabang ini terdiri dari mannosa asetat dan asam glukuronat (Prabawa et al., 2020). Adapun struktur kimia *Xanthan gum* sebagai berikut :



Gambar 2. 1 Struktur Kimia *Xanthan gum* (Kumar et al., 2012)

Penambahan *xanthan gum* memberikan keuntungan pada sifat rheologi dari berbagai fluida berbahan dasar air, yang merupakan formulasi campuran dari air,

*bentonite*, dan beberapa *additive*. *Xanthan gum* berguna untuk mengontrol sifat rheologi dan *filtration loss* yang dibutuhkan dalam fluida pemboran berbahan dasar air. *Bentonite* sebagai *additive* utama dalam fluida pemboran berbahan dasar air yang memiliki fungsi menaikkan viskositas lumpur dan mengurangi kehilangan fluida ke formasi. Namun, *bentonite* tidak memberikan sifat rheologi yang memuaskan pada konsentrasi rendah. Maka, *additive* lain seperti polimer alami yang larut dalam air yaitu *xanthan gum* perlu ditambahkan untuk meningkatkan sifat fluida pemboran yang mampu mengatasi kehilangan fluida pemboran (Weikey et al., 2018)

#### 2.4 Carboxymethyl Cellulose (CMC)

*Carboxymethyl Cellulose* (CMC) merupakan zat *additive* yang memiliki fungsi sebagai pengental, penstabil emulsi dan bahan pengikat yang banyak digunakan dan memiliki peran penting di berbagai industri seperti industri makanan, farmasi, deterjen, tekstil, kosmetik, dan pengeboran migas (Wijaya et al., 2014). CMC termasuk polisakarida yang telah lama digunakan sebagai fluida pemboran berbahan dasar air. Polisakarida yang ikut terlarut dalam air bisa memperkuat *mud cake* yang terbentuk dan mendapatkan sifat rheologi yang diinginkan karena mampu berinteraksi dengan partikel padatan anorganik (Da Luz et al., 2017)

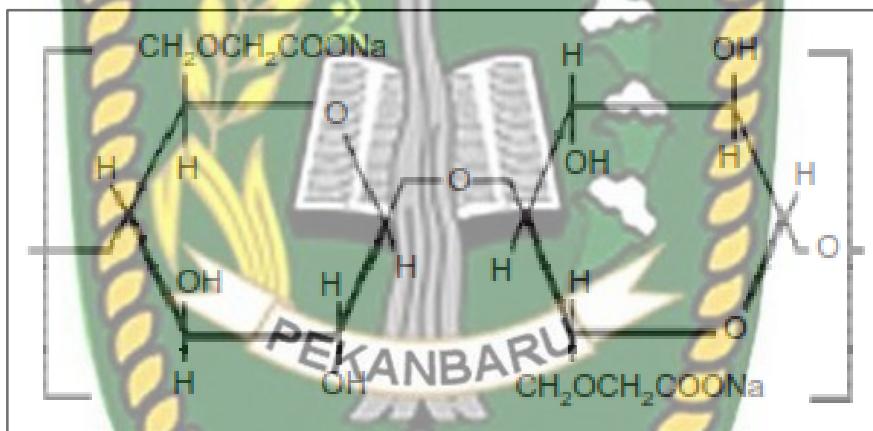
CMC berupa polimer anionik yang dapat larut dalam air dan berasal dari selulosa. Biasanya memiliki karakteristik sebagai pengental, pengikat, penstabil, pelindung, serta sebagai zat pensuspensi dan zat pengontrol aliran. Oleh karena itu, karakteristik ini mampu membuat CMC menjadi cocok digunakan dalam berbagai industri berdasarkan substitusi karboksimetil, viskositas, ukuran partikel dan parameter lainnya(Roshan et al., 2010). Kualitas CMC ditentukan berdasarkan warna, kadar air, derajat substitusi (DS), pH, kadar NaCl, dan kemurniannya(Mitarlis, 2017).

CMC merupakan salah satu senyawa turunan selulosa dan sering digunakan dalam industri pangan yang memiliki warna putih atau sedikit kekuningan, tidak berbau dan tidak berasa, berbentuk granula yang halus atau bubuk yang bersifat higroskopis dan mudah larut dalam air(Ayuningtiyas et al., 2017). Faktor utama yang perlu diperhatikan dalam pembuatan CMC yaitu alkalisasi dan

karboksimetilasi karena dapat menentukan karakteristik CMC yang diperoleh(Wijayani et al., 2005).

Sejauh ini, CMC telah digunakan sebagai *additive* dalam lumpur pemboran untuk mendapatkan perilaku thixotropic dan kontrol kehilangan cairan(Mishra et al., 2003). *Additive* CMC biasanya bekerja dengan meningkatkan viskositas dan mengurangi filtrat. Karakteristik ini membuatnya mampu menyerap air dalam jumlah besar dan digunakan untuk mengendalikan hilangnya filtrat dalam berbagai macam sistem fluida(Brito et al., 2018).

Struktur CMC memiliki rantai polimer yang terdiri dari komponen molekul selulosa dengan rumus kimia ( $C_6H_{10}O_5$ ) $n$ . *Carboxymethyl* mensubtitusikan setiap unit anhidroglukosa yang memiliki tiga gugus hidroksil dan beberapa atom hydrogen dari gugus hidroksil seperti pada gambar dibawah ini.



**Gambar 2. 2 Struktur CMC (Carboxymethyl Cellulose) (Kamal, 2010)**

Derajat pengganti atau *degree of substitution* yang di singkat DS merupakan gugus hidroksil yang tergantikan. Yang mana, jumlah atau nilai DS mempunyai pengaruh pada sifat kekentalan dan kelarutan CMC dalam air. Nilai DS yang sering digunakan pada CMC yaitu sebesar 0,7 atau 7 gugus *carboxymethyl* per 10 menit anhidroglukosa sebab memiliki karakteristik sebagai zat pengental yang baik (Kamal, 2010).

## 2.5 State Of The Art

Dapat dilihat pada Tabel 2.1 merupakan penelitian yang pernah dilakukan dan digunakan sebagai acuan pada penelitian ini agar tidak terjadinya pengulangan penelitian serta menghasilkan penelitian yang baru.

**Tabel 2. 1 State Of The Art**

NO	JUDUL	BAHAN	METODE	HASIL
1.	Enhancing the performance of <i>xanthan gum</i> in water-based mud systems using an environmentally friendly biopolymer (Akpan et al., 2020)	<i>Xanthan gum</i> dan <i>Diutan Gum</i>	Penelitian di laboratorium pada komposisi biopolimer yang berbeda dalam lumpur berbasis air tanpa NaCl dan menggunakan NaCl	Penggabungan antara <i>xanthan gum</i> dan diutan gum dalam rasio 1:1 meningkatkan kinerja lumpur pemboran dan meminimalisir kerusakan formasi
2.	Studi Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Loss Circulation Material (LCM) dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Rheologi Lumpur (Hamid, 2017)	Ampas tebu	Penelitian di laboratorium untuk mengetahui manfaat ampas tebu sebagai LCM dengan komposisi yang beragam (2, 4, dan 6 gram)	LCM menggunakan ampas tebu dapat meningkatkan rheologi dari lumpur pemboran
3.	Water-based drilling fluids: the contribution of <i>xanthan gum</i> and carboxymethylcellulose on filtration control (Da Luz et al., 2017)	<i>Xanthan gum</i> , CMC, NaCl, & Calcite	Pengujian yang dilakukan dengan 16 sampel sebagai <i>filtration control</i>	Penambahan CMC dan calcite ke larutan XG meningkatkan viskositas dan menurunkan kehilangan filtrat secara signifikan

4.	<p>Studi Laboratorium Pengaruh Penambahan Polimer Sintesis Dan Tepung Sagu Terhadap Sifat Rheologi Lumpur Air Asin Sistem Dispersi Pada Berbagai Temperatur (Ginting, 2018)</p>	<p>Polimer sintesis dan tepung sagu</p> 	<p>Penelitian di laboratorium untuk mengetahui keefektifan polimer sintesis dan tepung sagu dengan berbahan dasar salt water buatan yang di uji dengan variasi temperature 83°F, 138°F, 193°F dan 250°F</p>	<p>Penambahan <i>additive</i> dapat mengatasi Temperature tinggi yang dapat merubah harga dan sifat fisik lumpur menjadi kurang baik dan menyebabkan lumpur menjadi encer</p>
5.	<p>Studi Laboratorium Pengujian <i>Fiber Mat</i> Sebagai <i>Loss Circulation Materials</i> Dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Rheologi Lumpur Berbahan Dasar Minyak (Pradirga Grahadiwin et al., 2016)</p>	<p><i>Fiber Mat</i></p> 	<p>Pengujian di laboratorium guna mengetahui rheologi lumpur pemboran berbahan dasar minyak dengan perbandingan konsentrasi 70%-30% dan 80%-20%</p>	<p>Penambahan <i>Fiber Mat</i> kedalam lumpur dapat meningkatkan rheologinya namun, dengan meningkatnya temperature hingga 240°F mengakibatkan penurunan rheologi</p>

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

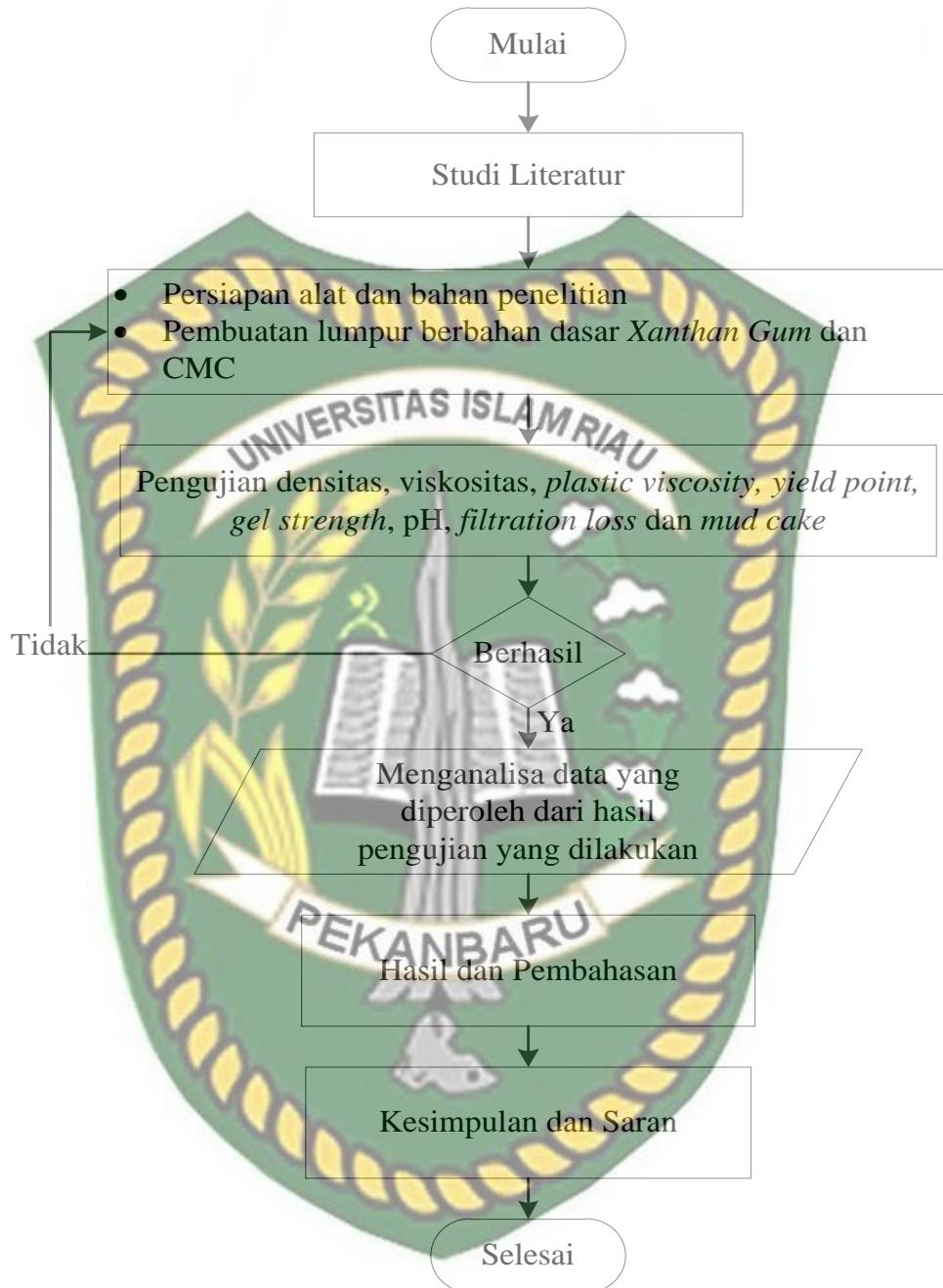
#### 3.1 Uraian Metode Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Pemboran Teknik Perminyakan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, dengan teknik pengambilan data berupa data primer. Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian terhadap parameter *Xanthan gum* dan CMC yang berupa pengujian densitas, viskositas, *plastic viscosity*, *yield point*, *gel strength*, *filtration loss* dan *mud cake*. Adapun data sekunder lainnya untuk mendukung penelitian ini yaitu bersumber dari buku, jurnal, dan prosiding yang sesuai dengan topik penelitian. Metode penelitian ini berupa *Experimental Research* dengan alat dan bahan yang ada di Laboratorium Pemboran. Jadwal penelitian ini akan ditargetkan selama tiga bulan dan dapat dilihat dari tabel dibawah ini.

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

TAHAP PENELITIAN	TAHUN 2021											
	Juni				Juli				Agustus			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Studi Literatur												
Persiapan alat dan bahan penelitian												
Pengujian densitas dan pH												
Pengujian viskositas, <i>plastic viscosity</i> , <i>yield point</i> , <i>gel strength</i>												
Pengujian <i>Filtration Loss</i> dan <i>Mud cake</i>												
Pengolahan Data												
Analisis dan Pembahasan												

### 3.2 Flow Chart



Gambar 3. 1 Flow Chart

### 3.3 Alat dan Bahan

#### 3.3.1 Alat



Dokumen ini adalah Arsip Milik :



**Gambar 3. 2** Alat yang digunakan dalam penelitian

Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

### 3.3.2 Bahan Penelitian

1. *Aquadest*
2. *Bentonite*
3. CMC Industri
4. *Xanthan gum*

### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Prosedur Pembuatan Lumpur pemboran

Langkah pembuatan lumpur pemboran pada penelitian ini menurut (Harry et al., 2017) dengan cara sebagai berikut :

- a. Menyiapkan bahan yang akan di *mixing*
  1. *Aquadest* : 350 ml
  2. *Bentonite* : 22.5 gr
  3. CMC Industri : 1 s/d 4 gr
  4. *Xanthan gum* : 1 s/d 4 gr
- b. *Aquadest* yang akan digunakan ditakar terlebih dahulu sebanyak 350 ml dan kemudian dicampurkan *bentonite* seberat 22.5 gr yang sebelumnya telah ditimbang. Langkah kerjanya memasukkan *bentonite* sedikit demi sedikit kedalam bejana yang telah berisi *aquadest* pada *mud mixer* kemudian diaduk selama 5 menit.
- c. Mencampur *Xanthan gum* kedalam campuran komposisi lumpur standar dengan cara memasukkan *Xanthan gum* kedalam *mixer* selama 5 menit. Lakukan langkah yang sama menggunakan CMC Industri.

#### 3.4.2 Prosedur pengujian Densitas

Beberapa tahapan prosedur pengujian densitas menurut (API Recommended Practice 13B-1, 2017) yaitu :

- a. Sebelum *mud balance* digunakan harus di kalibrasi dengan cara:
  1. Melakukan pembersihan *mud balance* agar tidak adanya kontaminasi.
  2. *Cup mud balance* di isi dengan air hingga penuh, lalu di tutup.
  3. Posisikan *mud balance* pada kedudukannya.
  4. Mengatur *rider mud balance* pada skala 8.33 ppg.

- 
5. Lakukan pengecekan pada *level glass*, bila tidak seimbang, atur *calibration crew* sampai seimbang.
- b. Setelah *mud balance* di kalibrasi lakukan pengujian densitas dengan cara:
1. Pengujian dilakukan pada permukaan yang rata.
  2. Mengisi penuh *cup mud balance* yang telah bersih dengan sampel lumpur yang telah dibuat.
  3. Menutup *cup* dengan rapat sehingga tidak ada udara yang terperangkap di dalam *cup* dan membersihkan lumpur yang melekat pada bagian luar *cup*.
  4. Posisikan *balance arm* pada kedudukannya semula, lalu mengatur *rider* hingga seimbang dengan melihat keseimbangan gelembung tepat di bawah garis tengah. Lalu baca densitas yang ditunjukkan oleh skala.
  5. Lakukan kembali prosedur tersebut untuk komposisi sampel lumpur yang berbeda.

### 3.4.3 Prosedur Pengujian Viscosity dan Gel Strength

Pada pengujian pengukuran nilai viskositas dilakukan menggunakan alat *Marsh Funnel*. Sedangkan pengukuran *shear Stress*, *plastic viscosity*, *Yield point*, dan *gel strength* menggunakan alat *Fann VG meter* dengan enam kecepatan seperti 600, 300, 200, 100, 6 dan 3 RPM (Inemugha et al., 2019).

- a. Cara kerja menggunakan *Marsh Funnel* (API Recommended Practice 13B-1, 2017)
1. Untuk menentukan nilai viskositas menggunakan *marsh funnel* lakukan dengan cara menutup bawah *marsh funnel* dengan jari tangan, lalu tuangkan sampel lumpur melalui saringan sampai terisi mengenai bagian bawah saringan *marsh funnel*.
  2. Sediakan *stopwatch* untuk mencatat waktu alirnya dan bejana untuk menampung sampel lumpur dari *marsh funnel* tadi.
  3. Lepaskan jari yang menutup *marsh funnel* dan mulai *stopwatch* secara serentak.
  4. Mencatat waktu yang diperlukan lumpur untuk mengisi bejana tadi dalam satuan detik.
- b. Cara kerja mengukur *Shear Stress*

1. Mengisi bejana dengan lumpur sampai batas yang ditentukan.
2. Meletakkan bejana pada tempatnya, serta mengatur kedudukannya sedemikian rupa sehingga rotor dan bob tercelup ke dalam lumpur menurut batas yang telah ditentukan.
3. Menggerakkan rotor pada posisi *High* dan menempatkan kecepatan putar rotor pada kedudukan 600 RPM. Pemutaran terus dilakukan sehingga kedudukan skala (*dial*) mencapai keseimbangan. Mencatat harga yang ditunjukkan oleh skala.
4. Pencatatan harga yang ditunjukkan oleh skala penunjuk setelah mencapai keseimbangan dilanjutkan untuk kecepatan 300, 200, 100, 6, dan 3 RPM dengan cara yang sama seperti diatas.

c. Mengukur *Plastic Viscosity*

*Plastic viscosity* memiliki nilai yang berasal dari perhitungan dari dial reading 600 rpm dikurangi 300 rpm menggunakan alat *Fann VG meter*.

d. Mengukur *Yield Point*

*Yield Point* diperoleh dari perhitungan menggunakan *Fann VG Meter* yang dihasilkan dari dial reading 300 rpm dikurangi dengan hasil *plastic viscosity* (Hanif et al., 2015)

e. Mengukur *Gel Strength* (Novianti et al, 2018)

1. Setelah selesai pengukuran *shear stress*, mengaduk lumpur dengan Fann VG pada kecepatan 600 RPM selama 10 detik.
2. Mematikan Fann VG, kemudian diamkan lumpur selama 10 detik.
3. Setelah 10 detik menggerakkan rotor pada kecepatan 3 RPM. Kemudian dibaca simpangan maksimum pada skala penunjuk.
4. Mengaduk kembali lumpur dengan Fann VG pada kecepatan rotor 600 RPM selama 10 detik.
5. Mengulangi langkah kerja diatas untuk *gel strength* 10 menit (lama pendiaman lumpur 10 menit).

#### 3.4.4 Prosedur Pengujian pH

- a. Menyiapkan pH *paper* yang akan digunakan untuk menentukan pH sampel lumpur pemboran dengan cara mencelupkan satu buah pH *paper* kedalam sampel lumpur yang akan diuji.

- b. Kemudian amati dengan skala ukuran pH yang terdapat pada kotak pH paper.
- c. Setelah data diperoleh, catat dan lakukan proses selanjutnya.

#### 3.4.5 Prosedur Pengujian *Filtration loss* dan *Mud cake*

Berlandaskan dari (API Recommended Practice 13B-1, 2017) prosedur pengujian *filtration loss* dan *mud cake* dilakukan dengan cara :

- a. Mempersiapkan alat LPLT *filter press* dan lakukan pemasangan *filter paper* serapat mungkin agar tidak adanya kebocoran. Lalu letakkan gelas ukur dibawah silinder untuk menampung *filtration loss*.
- b. Menuangkan sampel lumpur pemboran ke dalam silinder sampai batas 1 inch di bawah permukaan silinder lalu lakukan pengukuran menggunakan jangka sorong.
- c. Tutup rapat dan alirkan udara dengan tekanan  $100 \text{ psi} \pm 5 \text{ psi}$ .
- d. Mencatat *filtration loss* setelah 30 menit menggunakan *stopwatch*.
- e. Menghentikan tekanan udara lalu membuang tekanan udara melalui silinder (*bleed off*) dan menuangkan kembali sisa lumpur dalam silinder ke dalam *mixer cup*.
- f. Menentukan tebal *mud cake* yang terdapat di *filter paper* dengan menggunakan jangka sorong.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukannya penelitian pada bab ini akan menjelaskan hasil dan pembahasan mengenai studi laboratorium pengaruh penambahan *xanthan gum* dan *carboxymethyl cellulose* terhadap lumpur pemboran sebagai loss circulation material yang didapat dari hasil uji laboratorium. *Additive* yang diteliti adalah *xanthan gum* dan *carboxymethyl cellulose*, untuk mengetahui perbandingan dari hasil kedua *additive* tersebut dilakukan pengujian densitas, viskositas, *plastic viscosity*, *yield point*, *gel strength*, pH, *filtration loss* dan *mud cake* dengan variasi penggunaan additive sebanyak 1 gr, 2 gr, 3 gr, dan 4 gr.

Adapun perbedaan bentuk dari kedua sampel lumpur yang dibuat dan dilakukan pengujian di laboratorium dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



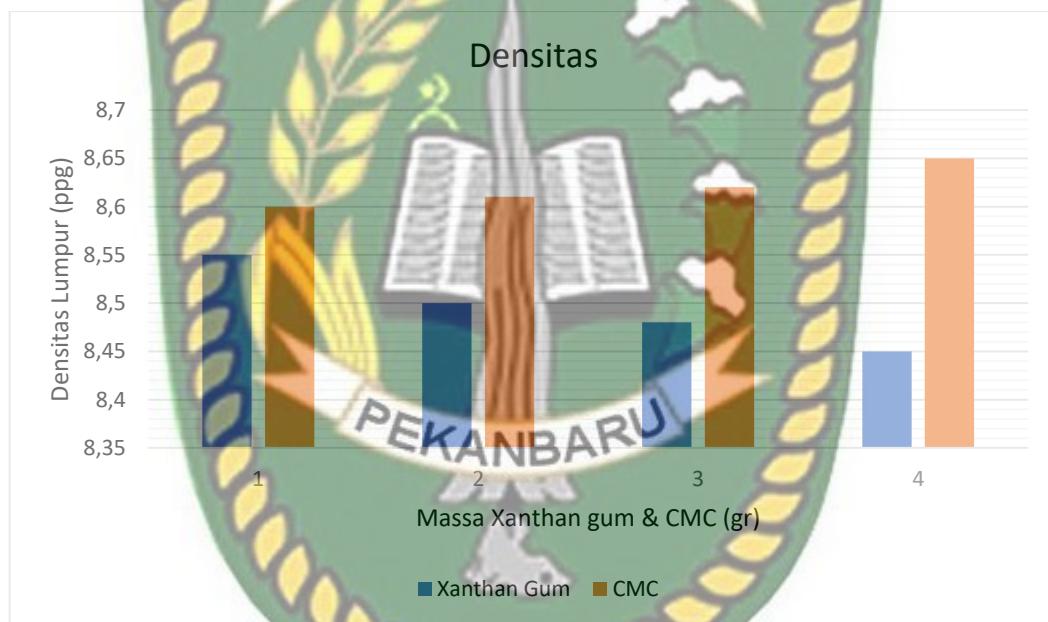
Gambar 4. 1 Lumpur Xanthan gum dan CMC

#### 4.1 Pengujian Densitas

Dari penelitian ini lumpur yang digunakan adalah WBM (*Water Base Mud*) kemudian diformulasikan menggunakan alat mud balance guna untuk menguji densitas dari lumpur tersebut. Densitas merupakan berat jenis dari lumpur bor yang sangat penting perannya sebagai penahan tekanan formasi. Dibawah ini adalah tabel dan grafik hasil penelitian untuk menentukan perbandingan antara dua lumpur yang menggunakan *xanthan gum* dan CMC.

**Tabel 4. 1 Perbandingan Hasil Pengamatan Densitas Lumpur**

LCM	Massa (gr)	Bentonite (gr)	Aquadest (ml)	Densitas Lumpur (ppg)	Standar API Densitas Lumpur (ppg)
<i>Xanthan gum</i>	1	22,5	350	8,55	8,5 – 9,6
	2	22,5	350	8,5	
	3	22,5	350	8,48	
	4	22,5	350	8,45	
CMC	1	22,5	350	8,6	
	2	22,5	350	8,61	
	3	22,5	350	8,62	
	4	22,5	350	8,65	

**Gambar 4. 2 Grafik Hasil Perbandingan Densitas Lumpur**

Pada tabel 4.2 menunjukkan massa dari lumpur yang diteliti untuk menentukan densitas lumpur tersebut dengan komposisi *xanthan gum*, CMC, bentonite dan aquadest. Massa dari *xanthan gum* dan CMC yang di teliti sebanyak 1-4 gr. Dari grafik diatas menunjukkan bahwa densitas lumpur yang menggunakan CMC lebih besar daripada densitas lumpur yang menggunakan *Xanthan gum*. Semakin banyak massa CMC yang ditambahkan kedalam lumpur maka semakin besar pula nilai densitasnya. Namun kebalikan dari CMC, Lumpur yang menggunakan *Xanthan gum* justru menghasilkan nilai desitas yang lebih kecil ketika konsentrasi massanya ditambahkan. Hasil penelitian (Al-bajalan, 2018)

dengan penambahan konsentrasi massa *xanthan gum* meningkatkan nilai densitasnya. Faktor meningkatnya nilai densitas pada penelitian tersebut karena penambahan *barite*. Jadi alasan faktor menurunnya densitas *xanthan gum* pada penelitian ini karena tidak menggunakan *barite* dan memiliki sifat absorpsi yang lebih tinggi dari pada CMC sehingga membuatnya menjadi ringan seiring bertambahnya konsentrasi massa.

Berdasarkan standar API spesifikasi densitas pada suhu ruangan adalah 8,5–9,6 ppg (Wilfred & Akinade, 2016). Berdasarkan spesifikasi tersebut nilai densitas *xanthan gum* pada massa 4 dan 5 berada dibawah 8,5 yang tidak termasuk dalam spesifikasi. Sedangkan nilai densitas CMC dengan massa 1 - 4 sudah memenuhi spesifikasi standar densitas. Dari hasil data tersebut, apabila densitas suatu lumpur terlalu besar dan melebihi tekanan hidrostatik sumur bor maka dapat menyebabkan lumpur menghilang kedalam formasi (*lost circulation*). Apabila densitas terlalu kecil akan menyebabkan *kick* (masuknya fluida formasi ke lubang sumur). Maka densitas lumpur harus disesuaikan dengan keadaan formasi yang akan di bor (Al-bajalan, 2018).

#### 4.2 Pengujian Viskositas Waktu

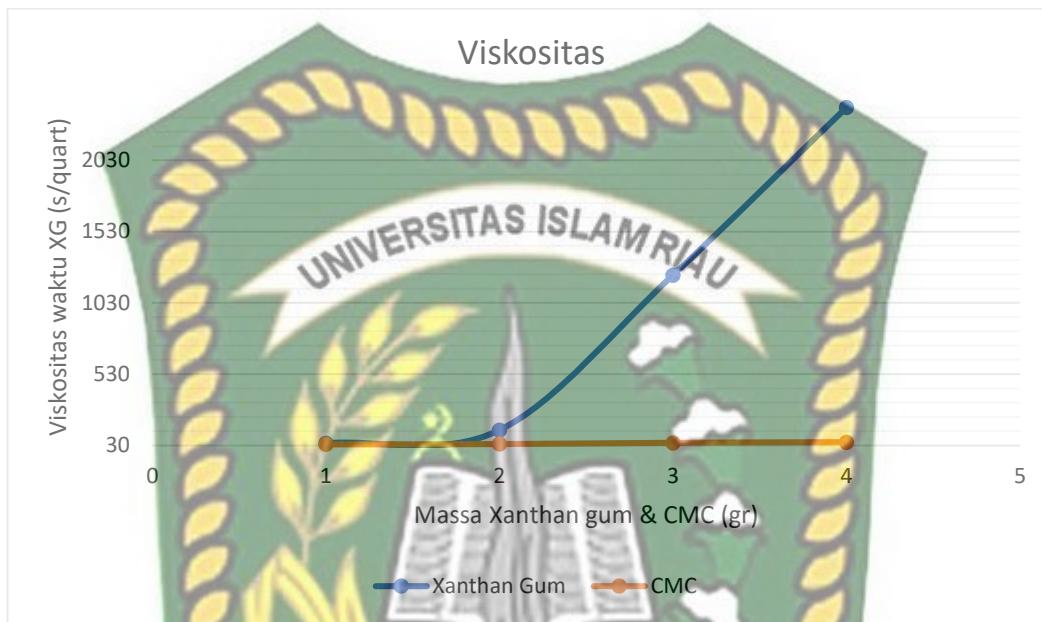
Dalam pengukuran viskositas yang dilakukan dengan menggunakan alat *Marsh funnel* untuk mengalirkan lumpur yang berada didalam corong mengalir keluar dan di tampung oleh *cup Marsh funnel*. Saat pertama kali lumpur mengalir keluar, hitung waktu alir lumpur menggunakan *stopwatch* dalam satuan detik hingga lumpur didalam corong habis.

Dibawah ini adalah tabel hasil pengamatan beserta grafik perbandingan antara dua *sample* lumpur menggunakan *Xanthan gum* dan CMC.

**Tabel 4. 2 Perbandingan Hasil Pengamatan Viskositas Waktu**

LCM	Massa (gr)	Bentonite (gr)	Aquadest (ml)	Viskositas waktu (s/quart)	Standar API Viskositas waktu (s/quart)
<i>Xanthan gum</i>	1	22,5	350	45	40 - 60
	2	22,5	350	137	
	3	22,5	350	1224	
	4	22,5	350	2400	

CMC	1	22,5	350	38	
	2	22,5	350	40	
	3	22,5	350	48	
	4	22,5	350	52	



**Gambar 4. 3** Grafik Hasil Perbandingan Viskositas Waktu

Dari hasil pengujian yang diperoleh semakin besar massa *additive* yang digunakan maka viskositas lumpur akan semakin tinggi. Dimana dalam pengujian yang dilakukan lumpur dengan massa yang besar mengalir keluar dari corong akan lebih lambat daripada massa yang lebih kecil. Spesifikasi standar API harga pengukuran viskositas waktu yang optimal dengan menggunakan *Marsh funnel* berkisar antara 40 – 60 s/quart (Wardani, 2017). Dapat dilihat dari tabel dan grafik 4.3 terdapat kesenjangan yang sangat jauh antara viskositas *Xanthan gum* dengan CMC. Waktu yang diperoleh lumpur dengan campuran *Xanthan gum* dengan massa 1 gr adalah 45 detik sudah memenuhi nilai standar optimal viskositas waktu sedangkan massa 2 - 4 gr tidak memberikan nilai optimal viskositas waktu. Sedangkan pada penelitian (Akpan et al., 2020) dengan konsentrasi *xanthan gum* yang tetap dan temperatur meningkat membuat nilai viskositas berkurang. Sehingga temperature sangat mempengaruhi nilai viskositas.

Karena pada penelitian ini tidak mengukur temperatur maka lumpur dengan campuran *xanthan gum* mengalami kenaikan nilai viskositas waktu yang sangat

tinggi. Lumpur yang menggunakan CMC dengan massa 1 gr sampai 4 gr mengalami kenaikan viskositas waktu, tetapi tidak terlalu tinggi dan kurang dari 60 s/quart. Nilai viskositas waktu dengan massa 1 gr CMC dibawah nilai optimal. Semakin tinggi nilai viskositas maka makin kecil terjadinya *loss circulation* (Taiwo et al., 2011). *Xanthan gum* memiliki kemampuan penyerapan air dan pembengkakan (*swelling*) yang baik (Gils et al., 2009) sehingga dapat dilihat dari hasil penelitian ini *xanthan gum* mampu mengabsorbsi larutan menjadi sangat kental. Bahkan *Xanthan gum* pada konsentrasi rendah dalam produk makanan memberikan larutan yang sangat kental (Ghani et al., 2011).

Dalam praktek lapangan viskositas lumpur mempunyai peranan yang sangat penting karena dapat melindungi dinding formasi dari keruntuhannya atau terjadinya kehilangan lumpur yang masuk kedalam formasi. Viskositas yang terlalu tinggi dan terlalu rendah dapat menyebabkan gangguan pada proses pemboran. Jika viskositas terlalu tinggi menyebabkan lumpur menjadi kental sehingga laju pemboran turun dan kerja pompa menjadi berat serta terjadinya kerusakan formasi. Namun, jika viskositas lumpur terlalu kecil dan lumpur menjadi encer membuat *cutting* tidak dapat terangkat dan akan mengendap di dasar lubang bor sehingga dapat menghambat proses pemboran (Pradirga Grahadiwin et al., 2016). Jadi, penentuan viskositas sangat penting guna mengetahui bahwa apakah viskositas harus dinaikkan atau diturunkan sehingga mencapai viskositas normal yang dibutuhkan dalam proses pemboran.

#### 4.3 Pengujian *Plastic Viscosity*

**Tabel 4. 3 Perbandingan Hasil Pengamatan *Plastic Viscosity***

LCM	Massa (gr)	Bentonite (gr)	Aquadest (ml)	PV (cp)	Standar API PV (cp)
<i>Xanthan gum</i>	1	22,5	350	10	Min. 7
	2	22,5	350	13	
	3	22,5	350	15	
	4	22,5	350	17	
CMC	1	22,5	350	7	
	2	22,5	350	10	
	3	22,5	350	12	
	4	22,5	350	15	

Pada pengujian *Plastic Viscosity*, *Yield Point*, dan *Gel Strength* diukur menurut standar (API Recommended Practice 13B-1, 2017) menggunakan alat yang sama yaitu Fann VG meter dan saling berkaitan dalam pengujinya. Dari hasil penelitian diperoleh perbandingan *Plastic Viscosity* dengan komposisi lumpur pemboran menggunakan *Xanthan gum* dan CMC yang dapat dilihat pada Gambar 4.4 dibawah ini.

Kenaikan viskositas dapat ditimbulkan sebab adanya padatan partikel yang non aktif, sehingga diperlukan pengukuran harga *plastic viscosity* untuk dapat diketahui pengaruhnya terhadap sifat-sifat lumpur. Suatu tahanan pada aliran akibat pergerakan antara padatan-padatan, padatan-cairan serta gesekan antara lapisan cairan yang terjadi di dalam lumpur disebut dengan *plastic viscosity*.



**Gambar 4. 4 Grafik Hasil Perbandingan *Plastic Viscosity***

Pengujian yang dilakukan di laboratorium memperoleh hasil adanya peningkatan nilai *plastic viscosity* pada setiap bertambahnya massa *additive* yang di campurkan. Seperti yang dikatakan (Zoveidavianpoor & Samsuri, 2016) *plastic viscosity* lumpur akan meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi massa *additive*. Semakin banyak *additive* yang ditambahkan kedalam lumpur maka padatan yang tersedia menjadi banyak dan membuat gesekan antara padatan meningkat.

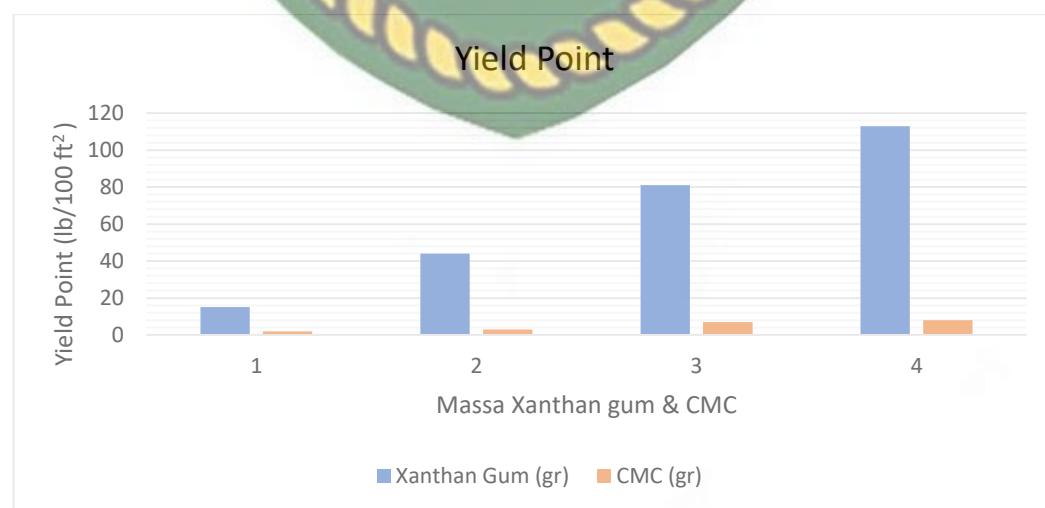
Nilai *plastic viscosity* terkecil yang ditunjukkan pada grafik yaitu CMC dengan masa 1 gr dan nilai *plastic viscosity* tertinggi yang diperoleh yaitu *Xanthan gum* dengan massa 4 gr. Dari setiap massa yang ada, nilai *plastic viscosity* dari *Xanthan gum* lebih besar daripada nilai *plastic viscosity* CMC. Seperti penelitian (Blinov & Dvoynikov, 2020) setiap penambahan *xanthan gum* dengan konsentrasi 0,3-0,8 % membuat nilai *plastic viscosity* dan *yield point* meningkat.

Berdasarkan standar API *plastic viscosity* sesuai spesifikasi minimal 7 cp (Özkan & Kaplan, 2019). *Xanthan gum* dan CMC memiliki hasil yang bagus karena memenuhi nilai standar *plastic viscosity*. Dapat dikatakan bahwa semakin besar massa-nya maka semakin besar pula nilai *plastic viscosity*.

#### 4.4 Pengujian Yield Point

**Tabel 4. 4 Perbandingan Hasil Pengamatan *Yield Point***

LCM	Massa (gr)	Bentonite (gr)	Aquadest (ml)	YP (lb/100 ft <sup>2</sup> )	Standar API YP (lb/100 ft <sup>2</sup> )
<i>Xanthan gum</i>	1	22,5	350	15	Max. 50
	2	22,5	350	44	
	3	22,5	350	81	
	4	22,5	350	113	
CMC	1	22,5	350	2	
	2	22,5	350	3	
	3	22,5	350	7	
	4	22,5	350	8	



**Gambar 4. 5 Grafik Hasil Perbandingan *Yield Point***

*Yield point* berfungsi sebagai pengukur gaya elektrokimia antara padat-padat, padatan-cairan, dan cairan-cairan dalam kondisi dinamis yang berhubungan dengan pola aliran dalam zat. Hasil *yield point* diperoleh dari perhitungan pembacaan skala putaran Fann VG meter 300 rpm dikurangi harga *plastic viscosity*. Dapat dilihat pada grafik 4.5 nilai *yield point* pada kedua *additive* tersebut mengalami perbandingan yang sangat jauh dimana nilai dari *xanthan gum* lebih besar daripada nilai CMC. Setiap penambahan konsentrasi massa *xanthan gum* dan CMC mengalami peningkatan *yield point*. Seperti hasil penelitian (Al-bajalan, 2018) memperoleh hasil peningkatan nilai *yield point* seiring penambahan konsentrasi massa *xanthan gum*. Menurut (Zoveidavianpoor & Samsuri, 2016) lumpur yang sangat kental memperoleh nilai *yield point* yang tinggi.

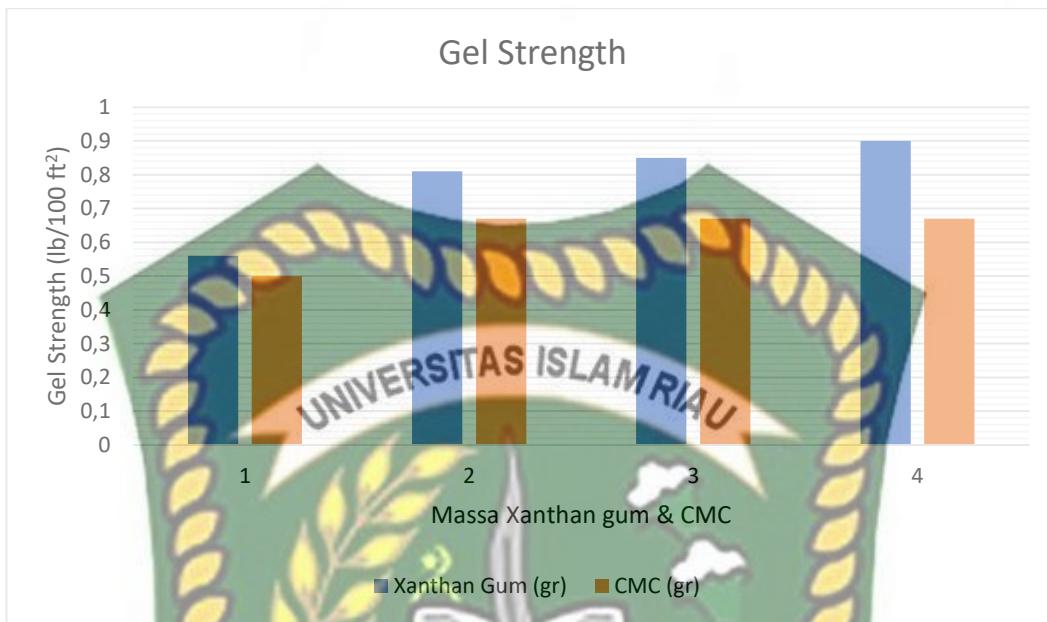
Oleh karena itu, nilai *yield point* yang diperoleh *Xanthan gum* sangat tinggi hingga mencapai 113 lb/100 ft<sup>2</sup> dengan massa 4 gr. Sedangkan dengan massa yang sama CMC hanya memperoleh nilai *yield point* sebesar 8 lb/100 ft<sup>2</sup> ini merupakan perbedaan yang sangat jauh. Nilai *yield point* *Xanthan gum* dengan massa 1 dan 2 gr telah memenuhi nilai standar API *yield point* yaitu maksimal 50 lb/100 ft<sup>2</sup>. Sedangkan nilai *yield point* CMC telah memenuhi nilai standar API. *Yield point* merupakan faktor penentu pengangkatan *cutting* ke permukaan. Namun jika nilai *yield point* terlalu kecil menyebabkan terjadinya pengendapan *cutting* sehingga terjadinya permasalahan saat pembersihan lubang bor.

#### 4.5 Pengujian *Gel Strength*

Tabel 4. 5 Perbandingan Hasil Pengamatan *Gel Strength*

LCM	Massa (gr)	Bentonite (gr)	Aquadest (ml)	GS (lb/100 ft <sup>2</sup> )	Standar API GS (lb/100 ft <sup>2</sup> )
<i>Xanthan gum</i>	1	22,5	350	0,56	Min. 0,48
	2	22,5	350	0,81	
	3	22,5	350	0,85	
	4	22,5	350	0,9	
CMC	1	22,5	350	0,5	
	2	22,5	350	0,67	
	3	22,5	350	0,67	
	4	22,5	350	0,67	

Adapun grafik perbandingan *Gel Strength* lumpur pada sampel *Xanthan gum* dan CMC yaitu dapat dilihat pada Gambar 4.6.



**Gambar 4. 6** Grafik Hasil Perbandingan *Gel Strength*

*Gel strength* merupakan daya pembentuk fluida agar tetap dalam keadaan statis, dimana sifat ini menunjukkan kemampuan lumpur dalam menahan atau mengapungkan *cutting* pada saat sirkulasi tidak terjadi, lumpur harus memiliki *gel strength* yang dapat menahan *cutting* dan material pemberat sehingga *cutting* tidak turun ke permukaan. Namun, apabila *gel strength* terlalu tinggi, dapat menyebabkan kerja pompa terlalu berat untuk memulai kembali sirkulasi(Hamid, 2017).

Dari gambar 4.6 menunjukkan grafik hasil pengujian yang dilakukan di laboratorium dan diperoleh nilai *gel strength* dari lumpur *xanthan gum* dan CMC dengan massa 1gr, 2 gr, 3 gr dan 4 gr. Dapat dilihat dari grafik nilai *gel strength* lumpur *xanthan gum* lebih tinggi dari pada CMC. Minimal nilai standar API *gel strength* yaitu 0,48 lb/100 ft<sup>2</sup> dan hasil pengujian *xanthan gum* dan CMC telah memenuhi standar API *gel strength*.

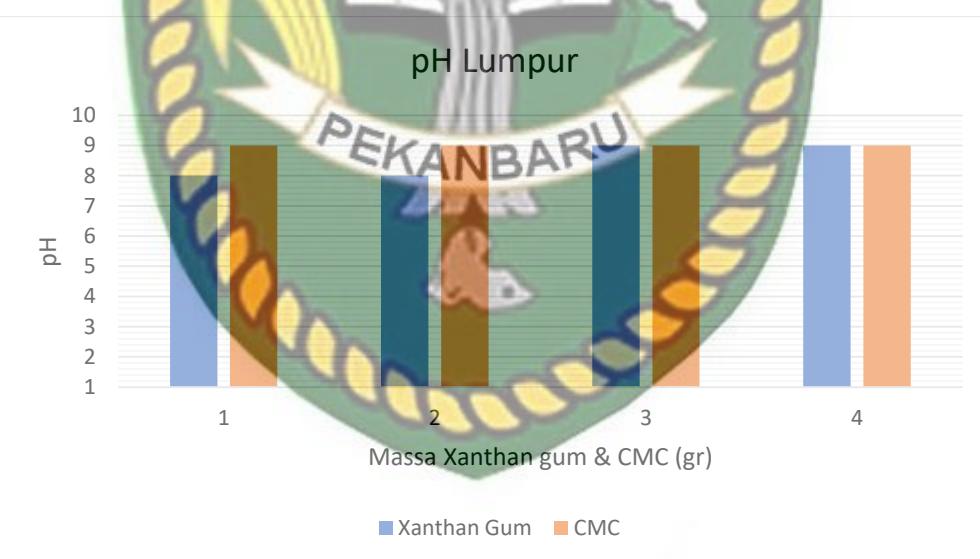
*Xanthan gum* dan CMC bersifat *viscosifier* atau pengental yang menyebabkan meningkatnya *gel strength*. Pada penelitian (Novrianti et al., 2019) memperoleh nilai *gel strength* 0,2-0,54 lb/100 ft<sup>2</sup> yang mana setiap penambahan massa nilai *gel strength* akan meningkat karena diukur dalam keadaan statis. Dari hasil penelitian ini, *gel strength* pada kedua sampel lumpur *xanthan gum* dan CMC memenuhi

syarat dalam penanggulangan *lost circulation*, karena untuk penanggulangan permasalahan tersebut yaitu dengan menaikkan nilai *gel strength* lumpur. Biasanya *loss circulation* terjadi disebabkan oleh formasi yang *porous*, maka solusi untuk mengatasi terjadinya *loss circulation* dengan meningkatkan *gel strength* dan viskositas.

#### 4.6 Pengujian pH Lumpur

**Tabel 4. 6** Perbandingan Hasil Pengamatan pH Lumpur

LCM	Massa (gr)	Bentonite (gr)	Aquadest (ml)	pH Lumpur	Standar API pH Lumpur
<i>Xanthan gum</i>	1	22,5	350	8	Min. 7
	2	22,5	350	8	
	3	22,5	350	9	
	4	22,5	350	9	
CMC	1	22,5	350	9	
	2	22,5	350	9	
	3	22,5	350	9	
	4	22,5	350	9	



**Gambar 4. 7** Grafik Hasil Perbandingan pH Lumpur

Dari dua sampel pengujian diperoleh pH lumpur yang bersifat basa dimana nilainya lebih dari 7. Pada sampel lumpur *xanthan gum* dengan massa 1 gr dan 2 gr memperoleh pH 8, namun ketika massanya ditambah menjadi 3 gr dan 4 gr maka pH nya naik menjadi 9. Menurut (Prabawa et al., 2020) perubahan nilai pH *xanthan gum* dipengaruhi oleh kontrol terhadap pengadukan dan temperatur. Seperti hasil

penelitian (Hamid, 2017) memperoleh pH yang menurun akibat peningkatan temperatur. Sampel lumpur CMC dengan massa 1-4 gr memperoleh pH yang konstan sebesar 9. Berdasarkan dari hasil pengujian yang diperoleh semua pH lumpur tersebut masuk kedalam standar spesifikasi pH karena bersifat basa.

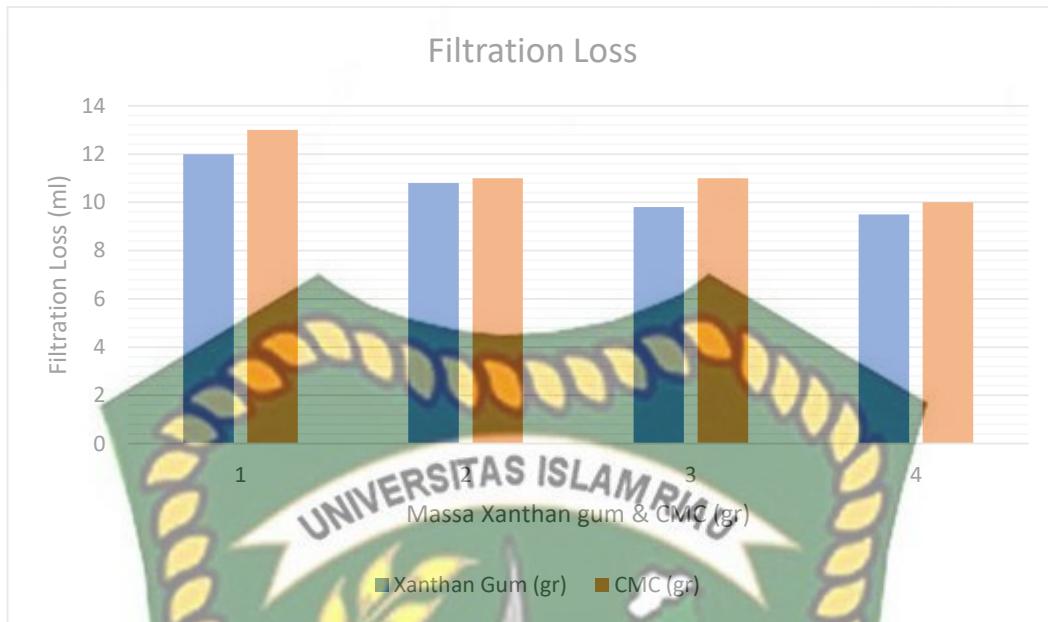
Lumpur bor harus bersifat basa karena mudah bereaksi dibandingkan saat lumpur bersifat asam, lumpur yang bersifat asam dapat menimbulkan korosif yang dapat menyebabkan kerapuhan pada rangkaian pipa bor beserta alat-alat pemboran lainnya. Sehingga, hal itu akan mengurangi waktu pemakaian rangkaian alat-alat pemboran tersebut (Hamid, 2017). Menurut (Gamal et al., 2019) jika terjadi peningkatan pada pH akan mempengaruhi rheologi lumpur menjadi menurun namun tidak berpengaruh terhadap densitas lumpur. Oleh karena itu pH lumpur harus dijaga agar tidak mempengaruhi rheologi lumpur.

#### 4.7 Pengujian *Filtration Loss*

Pengujian *filtration loss* dan *mud cake* pada lumpur water base mud dengan menggunakan alat LPLT pada tekanan 100 psi. Dimana lumpur dimasukkan kedalam *filter cup* yang dilapisi *filter paper* dengan katup tekanan udara tertutup. Kemudian letakkan *filter cup* dengan posisi didudukkan. Selanjutnya, letakkan gelas ukur dibawahnya untuk mengumpulkan filtrat, lalu buka tekanan untuk mengalirkan gas dari pompa kompresor udara. Pengumpulan filtrat dihitung menggunakan *stopwatch* selama 30 menit, kemudian catat hasil filtrat dan *tebal cake*.

**Tabel 4. 7 Perbandingan Hasil Pengamatan *Filtration Loss***

LCM	Massa (gr)	Bentonite (gr)	Aquadest (ml)	Filtration Loss (ml)	Standar API Filtration Loss (ml)
<i>Xanthan gum</i>	1	22,5	350	12	Max. 15
	2	22,5	350	10,8	
	3	22,5	350	9,8	
	4	22,5	350	9,5	
<i>CMC</i>	1	22,5	350	13	
	2	22,5	350	11	
	3	22,5	350	11	
	4	22,5	350	10	



**Gambar 4. 8** Grafik Hasil Perbandingan *Filtration Loss*

Dari hasil yang diperoleh, terdapat pengurangan *filtration loss* pada lumpur *xanthan gum* lebih signifikan hingga mencapai 9.5 ml. Nilai *filtration loss* lumpur *xanthan gum* dengan massa 1 – 4 gr termasuk kedalam nilai standar API *filtration loss* yaitu kurang dari 15 ml/30 menit (API Specification 13A, 2010). Sedangkan pada lumpur dengan tambahan CMC mengalami penurun tetapi tidak signifikan seiring bertambahnya massa CMC dan pada massa 1 gr CMC melebihi nilai standar *filtration loss*. Hasil pengujian tersebut sudah bagus karena nilai *filtration loss* menurun sehingga dapat mengurangi masalah yang akan terjadi pada proses pemboran seperti mengalami pengembangan formasi yang mengandung shale dan bisa menyebabkan terjepitnya pipa bor dan kerusakan pada formasi hidrokarbon (Hamid, 2017). Pada penelitian (Akpan et al., 2020) mengalami peningkatan *filtration loss* akibat peningkatan temperatur yang membuat viskositas lumpur *xanthan gum* menjadi menurun. Sedangkan hasil penelitian (Da Luz et al., 2017) dengan dikombinasikannya *xanthan gum* dan CMC membuat *filtration loss* berkurang. Jadi, dari penelitian tersebut dapat dikatakan semakin kental lumpur membuat nilai *filtration loss* menurun.

#### 4.8 Pengujian *Mud cake*

**Tabel 4. 8** Perbandingan Hasil Pengamatan *Mud cake*

LCM	Massa (gr)	Bentonite (gr)	Aquadest (ml)	<i>Mud cake</i> (mm)	Standar API <i>Mud cake</i> (mm)
<i>Xanthan gum</i>	1	22,5	350	1,85	Max. 2
	2	22,5	350	1,85	
	3	22,5	350	1,9	
	4	22,5	350	2	
CMC	1	22,5	350	1	
	2	22,5	350	1	
	3	22,5	350	1,1	
	4	22,5	350	1,1	



**Gambar 4. 9** Grafik Hasil Perbandingan *Mud cake*

Pada pengujian *mud cake* terlihat pada gambar 4.9 kenaikan di setiap penambahan massa additive karena semakin banyak massanya maka *mud cake* akan meningkat. *Mud cake* yang di hasilkan dari lumpur *xanthan gum* lebih tinggi dari pada *mud cake* lumpur CMC, karena lumpur *xanthan gum* sangat kental sehingga membuat *mud cake* menjadi lebih tinggi. Pada penelitian (Al-bajalan, 2018) lumpur *xanthan gum* mengalami peningkatan *mud cake* setiap bertambahnya konsentrasi *xanthan gum*

Lumpur *xanthan gum* dan CMC telah memenuhi nilai spesifikasi standar API *mud cake* dimana batas maximum *mud cake* sesuai standar adalah 2 mm. *Mud cake* yang bagus dan diharapkan di lapangan pemboran adalah *mud cake* yang tipis karena jika tebal akan menyebabkan permasalahan pada sistem pemboran sehingga menghambat pekerjaan yang optimal (Akpan et al., 2020). *Mud cake* mampu melindungi formasi dari ketidakstabilan sekaligus mencegah terjadinya loss circulation (Zoveidavianpoor & Samsuri, 2016).



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

## BAB V

### PENUTUPAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan di laboratorium dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan dengan konsentrasi massa dari *Xanthan gum* dan CMC yaitu 1 – 4 gr. Penambahan *Xanthan gum* dan CMC pada lumpur pemboran digunakan sebagai *loss circulation material* (LCM). Peran *Xanthan gum* dan CMC sebagai LCM dengan massa tertentu dapat dikatakan efektif untuk mencegah terjadinya *loss circulation* karena dari beberapa konsentrasi massa *Xanthan gum* dan CMC telah memenuhi standar spesifikasi.
2. Hasil pengujian pada lumpur pemboran dengan penambahan *Xanthan gum* dan CMC mempengaruhi nilai rheology lumpur. Seperti pada lumpur *Xanthan gum* dengan konsentrasi 1 – 4 gr memperoleh nilai densitas 8,55 – 8,45 ppg lebih rendah dibandingkan dengan CMC yang memperoleh nilai densitas 8,6 – 8,65 ppg. Viskositas waktu *Xanthan gum* 45 – 2400 detik/quart jauh lebih tinggi dari pada CMC yaitu 38 – 52 detik/quart. Nilai *plastic viscosity*, *yield point*, dan *gel strength* lumpur *Xanthan gum* lebih tinggi daripada CMC. Lumpur *Xanthan gum* memiliki pH 8 – 9 sedangkan CMC hanya memperoleh pH 9 pada setiap konsentrasi massa. *Filtration loss* *Xanthan gum* 12 – 9,5 ml dan CMC memperoleh 13 – 10 ml. sedangkan *mud cake* pada *Xanthan gum* 1,85 – 2 mm dan *mud cake* CMC 1 – 1,1 mm. *Xanthan gum* memperoleh nilai terbaik pada konsentrasi 1 gr sedangkan CMC memperoleh nilai terbaik pada konsentrasi 2 – 4 gr. Namun berdasarkan hasil yang diperoleh nilai 1 gr *Xanthan gum* lebih baik daripada nilai 2 – 4 gr CMC.

#### 5.2 Saran

Berdasarkan pembahasan yang telah dijabarkan dalam penelitian ini, diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan LCM lain sebagai pembanding *xanthan gum* dan CMC serta melakukan pengujian temperatur pada lumpur pemboran tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Hamid, A. R. R. W. (2017). Evaluasi penggunaan sistem lumpur synthetic oil base mud dan Kcl polymer pada pemboran sumur x lapangan y. *Jurnal Petro*, Vol. VI.
- Akpan, E. U., Enyi, G. C., & Nasr, G. G. (2020). Enhancing the performance of xanthan gum in water - based mud systems using an environmentally friendly biopolymer. *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, 10(5), 1933–1948.
- Al-bajalan, A. R. (2018). an Experimental Study on the Effect of Xanthan Gum Polymer of the Physical Properties of Wbm Drilling Fluid. *Polytechnic Journal*, 8(1).
- Alsaba, M., & Nygaard, R. (2014). Review of Lost Circulation Materials and Treatments with an Updated Classification. *AADE Fluids Technical Conference and Exhibition*, August, 1–9.
- API Recommended Practice 13B-1. (2017). Recommend Practice for Field Testing Water-Based Drilling Fluids - 13B-1. *API Publishing Services*, 121.
- API Specification 13A. (2010). Purchasing Guidelines Handbook. *American Petroleum Institute*, August 2010, 22.
- Arif, L., Buntoro, A., & S, R. R. R. (2001). Penelitian sifat-sifat rheologi lumpur filtrasi rendah. *Proceeding Simposium Nasional Iatmi*, 1–7.
- Ayuningtiyas, S., Desiyana, F. D., & MZ, S. (2017). Pembuatan karboksimetil selulosa dari kulit pisang kepok dengan variasi konsentrasi natrium hidroksida, natrium monokloroasetat, temperatur dan waktu reaksi. *Jurnal Teknik Kimia*, 6(3), 47–51.
- Blinov, P. A., & Dvoynikov, M. V. (2020). Rheological and Filtration Parameters of the Polymer Salt Drilling Fluids Based on Xanthan Gum. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 15(2), 694–697.
- Brito, B. M. A., Bastos, P. M., Gama, A. J. A., Cartaxo, J. M., Neves, G. A., & Ferreira, H. C. (2018). *Effect of carboxymethylcellulose on the rheological and*

*filtration properties of bentonite clay samples determined by experimental planning and statistical analysis.* 64, 254–265.

Da Luz, R. C. S., Fagundes, F. P., & Balaban, R. D. C. (2017). Water-based drilling fluids: The contribution of xanthan gum and carboxymethylcellulose on filtration control. *Chemical Papers*, 1–9.

Deshpande, A. P. (2010). *Rheology of Complex Fluids*. Springer, 1–225.

Ekeinde, E. B., Okoro, E. E., Dosunmu, A., & Iyuke, S. (2019). Optimizing aqueous drilling mud system viscosity with green additives. *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, 9(1), 315–318.

Fitrianti. (2017). Pengaruh lumpur pemboran dengan emulsi minyak terhadap kerusakan formasi batu pasir lempungan (analisa uji laboratorium). *Journal Of Earth Energy Engineering*, 67–79.

Gamal, H., Elkhatatny, S., Basfar, S., & Al-Majed, A. (2019). Effect of pH on rheological and filtration properties of water-based drilling fluid based on bentonite. *Sustainability (Switzerland)*, 11(23), 1–13.

García-Ochoa, F., Santos, V. E., Casas, J. A., & Gómez, E. (2000). Xanthan gum: Production, recovery, and properties. *Biotechnology Advances*, 18(7), 549–579.

Gilani, S. L., Najafpour, G. D., Heydarzadeh, H. D., & Zare, H. (2011). Kinetic Models For Xanthan Gum Production Using Xanthomonas Campestris From Molasses. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*, 17(2), 179–187.

Gils, P. S., Ray, D., & Sahoo, P. K. (2009). Characteristics of xanthan gum-based biodegradable superporous hydrogel. *International Journal of Biological Macromolecules*, 45(4), 364–371.

Ginting, R. M. (2018). Studi laboratorium pengaruh penambahan polimer sintesis dan tepung sagu terhadap sifat rheology lumpur air asin sistem dispersi pada berbagai temperatur. *Jurnal Petro*, VII(4), 166–170.

Hamid, A. (2017). Studi Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Lost Circulation

Material (LCM) dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Rheologi Lumpur. *Jurnal Petro*, VI, 12–20.

- Hamza, A., Shamlooh, M., Hussein, I. A., Nasser, M., & Salehi, S. (2019). Polymeric formulations used for loss circulation materials and wellbore strengthening applications in oil and gas wells: A review. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 180(April), 197–214.
- Hanif, I., Hamid, A., Studi, P., Perminyakan, T., & Trisakti, U. (2015). *Analisis lumpur bahan dasar minyak saraline dan smooth fluid pada temperatur tinggi dalam pengujian laboratorium*. 167–179.
- Harry, T. F., Oduola, K., Ademiluyi, F. T., & Joel, O. F. (2017). Application of Starches from Selected Local Cassava (*Manihot Exculenta Crantz*) as Drilling Mud Additives. *American Journal of Chemical Engineering. Special Issue: Oil Field Chemicals and Petrochemicals*, 5(1), 10–20.
- Inemughah, Chukwuma, Akaranta, & Uyigue. (2019). The Effect of pH and Salinity on the Rheological Properties of Drilling Mud Formulation from Natural Polymers. *International Journal of Engineering and Management Research*, 09(05), 126–134.
- Jang, H. Y., Zhang, K., Chon, B. H., & Choi, H. J. (2015). Enhanced oil recovery performance and viscosity characteristics of polysaccharide xanthan gum solution. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 21, 741–745.
- Junianto, A., Rosyidan, C., & Satiyawira, B. (2017). *Perencanaan lumpur pemboran berbahan dasar air pada sumur x lapangan y*. VI(4).
- Kamal, N. (2010). Pengaruh Bahan Aditif Cmc ( Carboxyl Methyl Cellulose ) Terhadap Beberapa Parameter Pada Larutan Sukrosa. *Jurnal Teknologi*, I(17), 78–85.
- Kumar, S. A., Vivek, D., & Vandana, A. (2012). Role of Natural Polymers Used in Floating Drug Delivery System Floating Drug Delivery System. *Journal of Pharmaceutical and Scientific Innovation*, 1(June), 11–15.
- Mishra, P. C., Singh, V. K., Narang, K. K., & Singh, N. K. (2003). Effect of carboxymethyl-cellulose on the properties of cement. *Elsevier*, 357, 2–8.

- Mitarlis, A. M. dan. (2017). Sintesis dan Karakterisasi Carboxymethyl Cellulose (CMC) dari Selulosa Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *UNESA Journal of Chemistry*, 6(1).
- Novrianti, Khalid, I., & Melysa, R. (2018). Performance Analysis of Local Pekanbaru Bentonite for Reactive. *Journal Of Earth Energy Engineering*, 6(1), 23–32.
- Novrianti, Khalid, I., Sufiandi, D., & Tritasani, A. (2019). *Analysis of Corn Starch Additives against Filtration Loss and Drilling Mud Rheology*. 190, 54–58.
- Novrianti, Mursyidah, & Ramadhan, M. I. (2015). Optimasi Hidrolik Lumpur Pemboran Menggunakan Api Modified Power Law Pada Hole 8½ Sumur X Lapangan Mir. *Journal Of Earth Energy Engineering*, 4(2), 15–28.
- Özkan, A., & Kaplan, B. M. (2019). Investigation of the Effects on Rheological and Filtration Properties of Water-Based Drilling Mud of Boron Minerals: An Experimental Study. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 25(7), 884–888.
- Patel, J., Maji, B., Moorthy, N. S. H. N., & Maiti, S. (2020). Xanthan gum derivatives: Review of synthesis, properties and diverse applications. *RSC Advances*, 10(45), 27103–27136.
- Prabawa, I. D. G. P., Salim, R., Khairiah, N., Ihsan, H., & Lestari, R. Y. (2020). Review xanthan gum: produksi dari substrat biomassa, variabel efektif, karakteristik dan regulasi serta aplikasi dan potensi pasar. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 11(2), 97.
- Pradirga Grahadiwin, Ir. Lilik Zabidi, M., & Cahaya Rosyidan, M. (2016). *Studi Laboratorium Pengujian Fiber Mat Sebagai Loss Circulation Materials dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Rheologi Lumpur*. 1–11.
- Ramasamy, J., & Amanullah, M. (2017). Novel fibrous lost circulation materials derived from deceased date tree waste. *Society of Petroleum Engineers - SPE Kingdom of Saudi Arabia Annual Technical Symposium and Exhibition 2017, Economides 1998*, 1503–1510.
- Reinoso, D., Martin-Alfonso, M. J., Luckham, P. F., & Martinez-Boza, F. J. (2019).

- Rheological characterisation of xanthan gum in brine solutions at high temperature. *Carbohydrate Polymers*, 203, 103–109.
- Rosalam, S., & England, R. (2006). Review of xanthan gum production from unmodified starches by Xanthomonas campestris sp. *Enzyme and Microbial Technology*, 39(2), 197–207.
- Roshan, H., South, N., & Asef, M. R. (2010). Characteristics of Oilwell Cement Slurry Using CMC. *SPE Drilling & Completion, September*.
- Rosyidan, C., Marshell, I., & Hamid, A. (2015). *Evaluasi Hilang Sirkulasi Pada Sumur M Lapangan B Akibat Beda Besar Tekanan Hidrostatis Lumpur Dengan Tekanan Dasar Lumbang Sumur. IV*, 13–18.
- Rudi Rubiandini R.S. (2010). *Diktat Kuliah Lumpur Pemboran*.
- Sedaghatzadeh, M., Shahbazi, K., Pourafshary, P., & Razavi, S. A. (2020). Experimental investigation of the application of Eucalyptus bark to prevent lost circulation in pay zones with acid dissolution capability. *Petroleum, April*, 0–1.
- Syah, A. M., Kasmungin, S., Hamid, A., Teknik, J., Fakultas, P., Kebumian, T., & Trisakti, U. (2018). Analisis pemilihan polimer untuk mengatasi lost circulation 1). *Seminar Nasional Cendikiawan Ke 4*, 9–14.
- Taiwo, A., Joel, O. F., & Kazeem, A. A. (2011). Investigation of local polymer (Cassava starches) as a substitute for imported sample in viscosity and fluid loss control of water based drilling mud. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 6(12), 43–48.
- Wardani, R. (2017). Evaluasi pengaruh temperatur terhadap sifat fisik lumpur kcl-polymer untuk sumur “x” lapangan “y” pada lubang 17 ½”. *Jurnal Petro*, VI(4), 130–137.
- Weikey, Y., Sinha, S. L., & Dewangan, S. K. (2018). Effect of Different Gums on Rheological Properties of Slurry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 310(1).
- Wijaya, S. M., Pitaloka, A. B., & Saputra, A. H. (2014). Sintesis dan Karakterisasi

Carboxymethyl Cellulose ( CMC ) dari Selulosa Eceng Gondok ( Eichhornia crassipes ) dengan Media Reaksi Isopropanol Etanol. *International Conference on Advance Material and Practical Nanotechnology (ICAMPN)*.

Wijayani, A., Ummah, K., & Tjahjani, S. (2005). *Characterization of carboxymethyl cellulose (cmc) from eichornia crassipes (mart) solms.* 5(3), 228–231.

Wilfred, O. C., & Akinade, A. E. (2016). Comparative Study of Basic Properties of Mud Prepared with Nigerian Local Clay and Mud Prepared with Foreign Clay: A Case Study of Abbi Clay Deposit. *International Journal of Engineering and Technologies*, 8(January), 61–71.

Xie, W., & Lecourtier, J. (1992). Xanthan behaviour in water-based drilling fluids. *Polymer Degradation and Stability*, 38(2), 155–164.

Zoveidavianpoor, M., & Samsuri, A. (2016). The use of nano-sized Tapioca starch as a natural water-soluble polymer for filtration control in water-based drilling muds. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 34, 832–840.



## LAMPIRAN

### LAMPIRAN I Komposisi Lumpur Pemboran

Komposisi	Lumpur 1	Lumpur 2	Lumpur 3	Lumpur 4
Aquadest (ml)	350	350	350	350
Bentonite (gr)	22.5	22.5	22.5	22.5
Xanthan gum (gr)	2	3	3	4

Komposisi	Lumpur 1	Lumpur 2	Lumpur 3	Lumpur 4
Aquadest (ml)	350	350	350	350
Bentonite (gr)	22.5	22.5	22.5	22.5
CMC (gr)	1	2	3	4

### LAMPIRAN II Hasil Pengujian Laboratorium

Lumpur Standar + Xanthan gum				
Hasil Pengujian	Lumpur 1	Lumpur 2	Lumpur 3	Lumpur 4
Densitas (ppg)	8,55	8,5	8,48	8,45
Viskositas Waktu (second/quart)	45	137	1224	2400
600 RPM	45	70	111	147
300 RPM	25	57	96	130
Plastic Viscosity (cp)	10	13	15	17

Yield Point (lb/100 ft <sup>2</sup> )	15	44	81	113
Gel Strength 10 detik (lb/100 ft <sup>2</sup> )	5	21	41	56
Gel Strength 10 menit (lb/100 ft <sup>2</sup> )	9	26	48	62
Gel Strength (lb/100 ft <sup>2</sup> )	0,56	0,81	0,85	0,90
pH	8	8	9	9
Filtration Loss (ml)	12	10,8	9,8	9,5
Mud cake (mm)	1,85	1,85	1,9	2

Lumpur Standar + CMC				
Hasil Pengujian	Lumpur 1	Lumpur 2	Lumpur 3	Lumpur 4
Densitas (ppg)	8,6	8,61	8,62	8,65
Viskositas Waktu (second/quart)	38	40	48	52
600 RPM	16	23	31	38
300 RPM	9	13	19	23
Plastic Viscosity (cp)	7	10	12	15
Yield Point (lb/100 ft <sup>2</sup> )	2	3	7	8
Gel Strength 10 detik (lb/100 ft <sup>2</sup> )	1	2	2	2

Gel Strength 10 menit (lb/100 ft <sup>2</sup> )	2	3	3	3
Gel Strength (lb/100 ft <sup>2</sup> )	0,50	0,67	0,67	0,67
pH	9	9	9	9
Filtration Loss (ml)	13	11	11	10
Mud cake (mm)	1	1	1,1	1,1

### LAMPIRAN III Rumus Perhitungan

#### Rumus Plastic Viscosity

$$\mu_p = C600 - C300$$

#### Rumus Yield Point

$$Y_p = C300 - \mu_p$$

#### Rumus Gel Strength

$$GS = \frac{\text{Simpangan Maksimum 10 detik}}{\text{Simpangan maksimum 10 menit}}$$

### LAMPIRAN IV Spesifikasi standar API 13-A

Densitas (ppg)	8,5 – 9,6
Viskositas (s/quart)	40 - 60
Plastic Viscosity (cp)	Minimal 7
Yield Point (lb/100 ft <sup>2</sup> )	Maksimal 50
Gel Strength (lb/100 ft <sup>2</sup> )	Minimal 0,48
pH Lumpur	Minimal 7
Filtration Loss (ml)	Maksimal 15
Mud Cake (mm)	Maksimal 2