

**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN *ADDITIVE* CMC
DARI KULIT SINGKONG TERHADAP *RHEOLOGY* LUMPUR
PEMBORAN DAN *FILTRATION LOSS***

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

IKHSAN SYAWALUDDIN

143210402



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

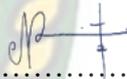
2020

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh :
Nama : Ikhsan Syawaluddin
NPM : 143210402
Program Studi : Teknik Perminyakan
Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Penambahan *Additive* CMC
Dari Kulit Singkong Terhadap *Rheology* Lumpur
Pemboran Dan *Filtration Loss*

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

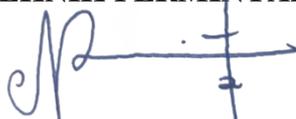
DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir.H. Ali Musnal, M.T. (.....)
Penguji I : Novrianti, S.T., M.T. (.....)
Penguji II : Novia Rita, ST., MT (.....)

Diterapkan di : Pekanbaru
Tanggal : 8 Januari 2021

Disahkan Oleh:

**KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN**



Novia Rita, S.T., M.T.

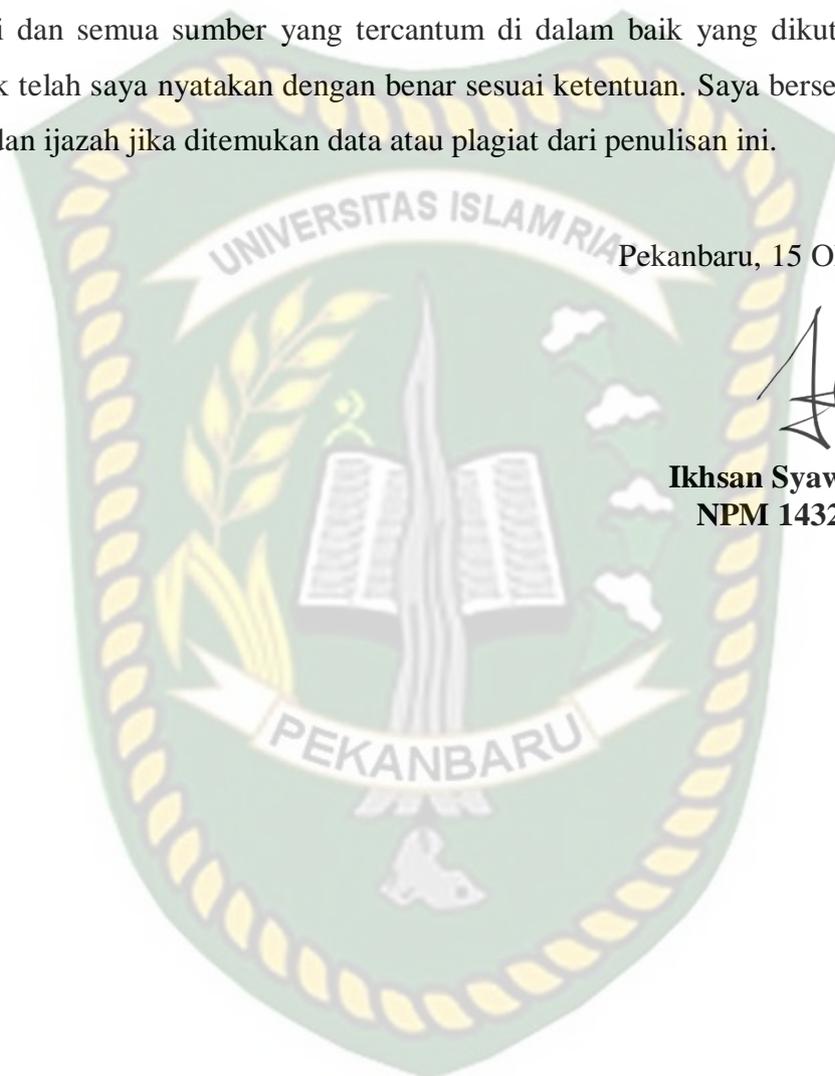
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum di dalam baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Saya bersedia dicabut gelar dan ijazah jika ditemukan data atau plagiat dari penulisan ini.

Pekanbaru, 15 Oktober 2020



Ikhsan Syawaluddin
NPM 143210402



KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Allah SubhannawaTa'ala karena 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. Tanpa bantuan dari mereka tentu akan sulit rasanya untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik ini. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terimakasih kepada:

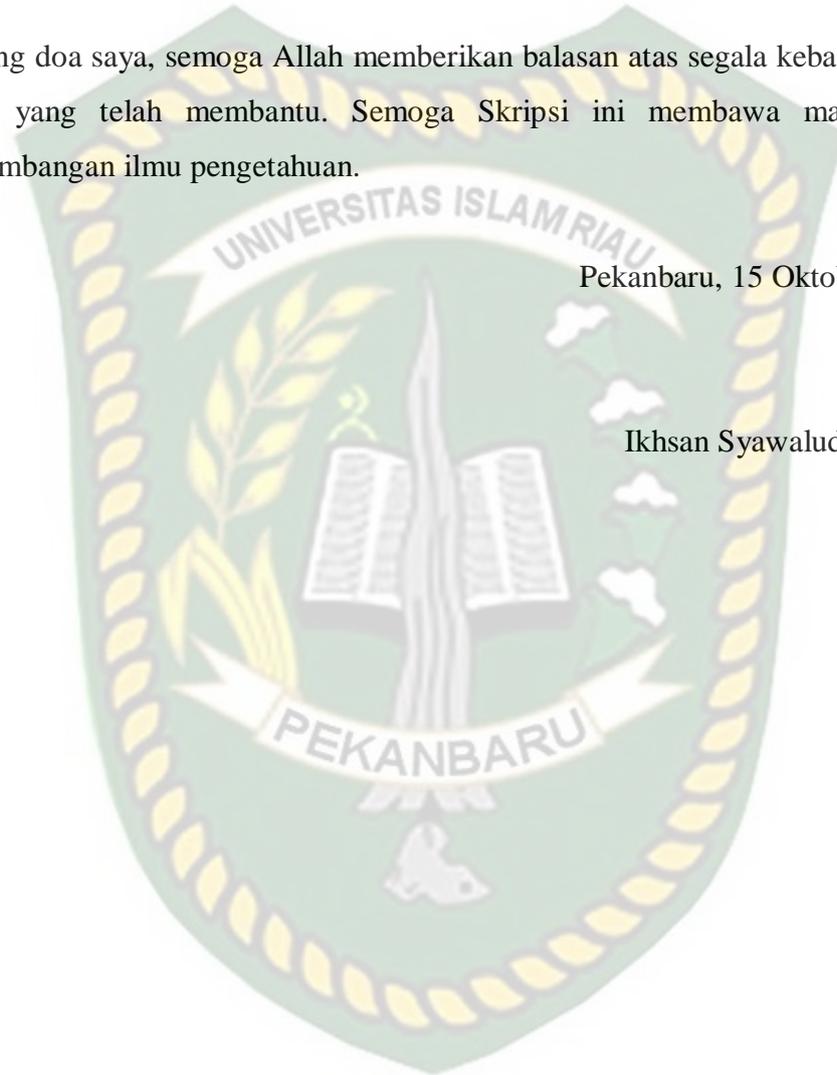
1. Orang tua Bapak Tri Muryono dan Ibu Rita, serta Adik Khairunnisa atas segala doa dan kasih sayang, dukungan moril dan materil yang diberikan sampai penyelesaian tugas akhir.
2. Bapak Ir.H. Ali Musnal, M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Ibu Novia Rita, S.T., M.T. dan Ibu Novrianti, S.T., M.T. yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan masukan selama proses perkuliahan saya di Universitas Islam Riau.
4. Kepala Laboratorium, Instruktur dan Laboran Laboratorium Pemboran dan Reservoir Teknik Perminyakan yang telah membantu penelitian tugas akhir ini.
5. Ketua dan sekretaris prodi serta dosen-dosen yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
6. Erendayuneistya yang selalu memberikan semangat selama pengerjaan tugas akhir ini.
7. Teman-teman Teknik Perminyakan yang sudah membantu dan memberikan bahan-bahan laboratorium dalam penelitian ini selama proses penelitian berlangsung.

8. Sahabat PELTA 14, angkatan 2014 khususnya Dodi Muharomi, Hendra Gunawan, Inshar hidayat, Lutfi P D, Bayu Eka, Andre, Rozi.

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

Pekanbaru, 15 Oktober 2020

Ikhsan Syawaluddin



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3. Manfaat Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Lumpur Pemboran	4
2.2 Fungsi Lumpur Pemboran	5
2.3 <i>Rheology</i> Lumpur Pemboran	5
2.4 Filtrasi dan <i>Mud Cake</i>	7
2.5 Kulit Singkong	8
2.6 Carboxy Methyl Cellulose (CMC).....	9
2.7 Pengujian SEM dan FTIR Kulit Singkong	10
2.9 Penelitian Terdahulu	11

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Metodologi Penelitian	13
3.2 Jadwal Penelitian	13
3.3 Diagram Alir Penelitian	14
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	15
3.5 Prosedur Penelitian	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN.....	29
4.1 Perbandingan <i>rheology</i> lumpur menggunakan CMC kulit singkong dan CMC industri.....	29
4.1.1 Viskositas	30
4.1.2 <i>Plastic Viscosity</i>	31
4.1.3 <i>Yield Point</i>	32
4.1.4 <i>Gel Strenght</i>	34
4.1.5 <i>Mud Cake</i>	35
4.1.6 <i>Volume Filtration Loss</i>	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Marsh Funnel</i>	6
Gambar 2.2	LPLT	8
Gambar 2.3	Hasil Pengujian SEM (Yuningrat dkk, 2010)	10
Gambar 3.1	Diagram Penelitian	14
Gambar 3.2	<i>Mud Mixer</i>	15
Gambar 3.3	Gelas Ukur	16
Gambar 3.4	Timbangan <i>Digital</i>	16
Gambar 3.5	Jangka Sorong	17
Gambar 3.6	<i>Fann VG Meter</i>	17
Gambar 3.7	<i>Marsh Funnel</i>	17
Gambar 3.8	<i>Stopwatch</i>	18
Gambar 3.9	<i>Sieve</i>	18
Gambar 3.10	LPLT	18
Gambar 3.11	<i>Filter Paper</i>	19
Gambar 3.12	<i>Oven</i>	19
Gambar 3.13	<i>Blender</i>	19
Gambar 3.14	Kertas pH	20
Gambar 3.14	Bahan	21
Gambar 3.15	Kulit Singkong	22
Gambar 3.16	Proses Delignifikasi	22
Gambar 3.17	Proses Alkalisasi	22
Gambar 3.18	Proses Karboksimetilasi	23
Gambar 3.19	Sampel CMC kulit singkong yang telah di <i>sieve 80 mesh</i>	25
Gambar 3.20	Lumpur Standar	26
Gambar 4.1	Grafik viskositas dari CMC KS dan CMC industri	30
Gambar 4.2	Grafik <i>Plastic Viscosity</i> dari CMC KS dan CMC industri.....	31
Gambar 4.3	Grafik <i>yield point</i> dari CMC KS dan CMC industri	33

Gambar 4.4	Grafik <i>Gel Strength</i> dari CMC KS dan CMC Industri	34
Gambar 4.5	Grafik <i>mud cake</i> dari CMC KS dan CMC industri	36
Gambar 4.6	Grafik <i>volume filtration</i> dari CMC KS dan CMC industry	37



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi kulit singkong	9
Tabel 2.2	Penelitian Terdahulu	11
Tabel 3.1	Jadwal Penelitian Tugas Akhir	13
Tabel 4.1	Hasil Pengamatan viskositas CMC KS dan CMC industri	30
Tabel 4.2	Hasil Pengamatan <i>plastic viscosity</i> CMC KS dan CMC industri	31
Tabel 4.3	Hasil Pengamatan <i>yield point</i> CMC KS dan CMC industri	32
Tabel 4.4	Hasil Pengamatan <i>gel strength</i> CMC KS dan CMC industri.....	34
Tabel 4.5	Hasil Pengamatan <i>mud cake</i> CMC KS dan CMC industri	35

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN I** Perhitungan *Rheology* Lumpur CMC kulit singkong
LAMPIRAN II Perhitungan *Rheology* Lumpur CMC industri



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR SINGKATAN

CMC	<i>Carboxymethyl Cellulose</i>
FTIR	<i>Fourier Transform Infra Red</i>
HHP	<i>Hydraulic Horsepower</i>
KS	Kulit Singkong
LPLT	<i>Low Pressure Low Temperature</i>
ppb	<i>Part Per Billion</i>
RPM	Rotasi Per Menit
ROP	<i>Rate Of Penetration</i>
SEM	<i>Scanning Electron Microscope</i>
WBM	<i>Water Base Mud</i>



DAFTAR SIMBOL

μm	<i>Mikrometre</i>
μp	<i>Plastic Viscosity, cp</i>
Y_p	<i>Yield Point, lb/100 ft²</i>
P	Tekanan, Psi
pH	<i>Potensial of Hydrogen</i>
C_{600}	<i>Dial reading pada 600 RPM, derajat.</i>
C_{300}	<i>Dial reading pada 300 RPM, derajat.</i>
C	<i>Dial reading, derajat</i>



ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN *ADDITIVE* CMC DARI KULIT SINGKONG TERHADAP *RHEOLOGY* LUMPUR PEMBORAN DAN *FILTRATION LOSS*

IKHSAN SYAWALUDDIN
143210402

ABSTRAK

Pemboran merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mencapai target yang telah direncanakan dan lumpur pemboran merupakan suatu materi yang sangat penting jika adanya proses pengeboran, maka dari itu lumpur haruslah diperhatikan nilai dari *rheology* lumpurnya agar sesuai dengan kondisi lubang sumur. Salah satu dalam upaya mengatur *rheology* lumpur bisa dengan menggunakan *additive* CMC (*Carboxymethyl Cellulose*) yang berguna untuk meningkatkan viskositas dan mengikat air. Penelitian ini memanfaatkan bahan alami yang cukup banyak di Indonesia yaitu kulit singkong.

Kulit singkong merupakan limbah organik yang kurang dimanfaatkan. Karena struktur kulit singkong yang berserat, maka sangat potensial untuk diolah menjadi CMC. Kulit singkong memiliki kandungan selulosa yang tinggi (80-85%), air (9.8%) dan abu (6.3%). Tahap pembuatan CMC kulit singkong meliputi proses Delignifikasi, Alkalisasi, Karboksimetilasi, Netralisasi, dan *Sieve*. Kemudian ditambahkan pada lumpur pemboran dengan komposisi disetiap sampel lumpur sebanyak 1 gr, 2 gr, 3 gr, 4 gr, dan 5 gr untuk selanjutnya mencari nilai viskositas, *plastic viscosity*, *yield point*, *gel strength*, *mud cake* dan *volume filtration*.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dengan penambahan CMC kulit singkong, nilai *rheology* yang memenuhi spesifikasi fluida pemboran berdasarkan API Spec 13A. (2010) adalah lumpur dengan penambahan komposisi CMC kulit singkong 3 gr dan 4 gr dengan nilai *plastic viscosity* 17 cp dan 19 cp, nilai *yield point* 18 lb/100 ft² dan 27 lb/100 ft², *mud cake* 0.9 mm dan 1 mm, serta *volume filtrate* 5.5 ml dan 5 ml.

Kata kunci: *Carboxymethyl Cellulose* (CMC), kulit singkong dan *Rheology*

ANALYSIS THE EFFECT OF ADDING CMC ADDITIVE FROM CASSAVA PEELS ON DRILLING MUD RHEOLOGY AND FILTRATION LOSS

**IKHSAN SYAWALUDDIN
143210402**

ABSTRACT

Drilling is an activity carried out to achieve the planned targets and drilling mud is a material that is very important if there is a drilling process, so the mud must be considered the value of the rheology of the mud to match the condition of the wellbore. One of the efforts to regulate the rheology of mud can be by using CMC (Carboxymethyl Cellulose) additives which are useful for viscosity and binding of water. This research uses CMC made from organic, namely cassava peels.

Cassava peels is an underutilized organic waste. Due to the fibrous structure of cassava peels, it is very potential to be processed into CMC. Cassava peels has a high cellulose content (80-85%), water (9.8%) and ash (6.3%). Making CMC cassava peels by Delignification, Alkalisation, carboxymetilation, Neutralisation, and sieve. Then it is added to the drilling mud with the composition for each mud sample of 1 gr, 2 gr, 3 gr, 4 gr, and 5 g to further find the value of viscosity, plastic viscosity, yield point, gel strength, mud cake and volume of filtration.

Based on the tests that have been carried out with the addition of CMC of cassava peels, the rheological values meet the drilling fluid specifications based on API Spec 13A. (2010) is mud with the addition of CMC composition of 3 gr and 4 gr cassava peels with plastic viscosity values of 17 cp and 19 cp, yield point values of 18 lb / 100 ft² and 27 lb / 100 ft², mud cakes of 0.9 mm and 1 mm, and the filtrate volume is 5.5 ml and 5 ml.

KEYWORDS: *Carboxymethyl Cellulose (CMC), Cassava peels and Rheology*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemboran merupakan salah satu usaha untuk mendapatkan target yang telah direncanakan dan lumpur pemboran merupakan salah satu sarana untuk mencapai target tersebut. Lumpur pemboran merupakan materi yang sangat penting dalam suatu operasi pemboran dan memiliki fungsi yang banyak, seperti untuk menahan tekanan reservoir, melakukan pengangkatan *cutting*, media untuk mengetahui lapisan, dan lain-lain. Karena kegunaannya yang banyak maka perencanaan program lumpur pemboran sangat penting dilakukan agar operasi pemboran dapat berjalan sesuai rencana (Widiatna, Satyawira, & Sundja, 2015). Tujuan terpenting penggunaan lumpur pemboran yaitu agar dalam proses pemboran tidak menemui kesulitan-kesulitan yang dapat mengganggu kelancaran kegiatan pemboran itu sendiri (Hamid, 2017). Agar lumpur pemboran dapat berfungsi dengan baik, maka lumpur tersebut harus selalu dikontrol sifat-sifat fisiknya (Maulana, Satiyawira, & Rosyidan, 2015). Masalah yang biasa ditemukan pada lumpur pemboran yaitu kurangnya viskositas lumpur sehingga mengakibatkan lumpur tidak mampu mengangkat *cutting* dan hilangnya fluida ke dalam batuan (*filtration loss*).

Pada penelitian ini penguji menggunakan lumpur yang ditambahkan dengan *additive* CMC (*Carboxymethyl Cellulose*) dimana CMC berguna untuk mengikat air dan meningkatkan kekentalan lumpur. Menurut Rubiandini, 2010 CMC merupakan *additive* fluid loss yang efektif pada berbagai lumpur berbahan dasar air (*water basemud*). *Additive* CMC berfungsi sebagai *filtration loss reducer*, *shale control agen* dan *viscosifier* terhadap *rheology* lumpur (Suhascaryo, Rubiandini, & Handayani, 2001). Penelitian dalam pemanfaatan bahan organik untuk dunia industri sering dilakukan, contohnya seperti pemanfaatan ampas tebu sebagai *lost circulation material* (Hamid, 2017), kulit buah kakao sebagai bahan CMC (Nisa, Dwi, & Putri, 2013), pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan CMC (Fatimah, 2016), dan pemanfaatan kulit singkong sebagai CMC, penelitian pembuatan CMC dari kulit singkong ini sebelumnya telah dilakukan oleh (Santoso dkk, 2012), berdasarkan penelitian tersebut menunjukkan bahwa kulit singkong mengandung unsur selulosa yang dapat dikembangkan

sebagai bahan baku pembuatan *Carboxymethyl cellulose* (CMC) serta lebih menguntungkan, baik dari sisi ekonomi maupun aplikasinya dalam bidang pangan maupun industri.

Dari data Kementerian Pertanian Direktorat Jendral Hortikultura produksi ubi kayu atau singkong di Indonesia mencapai 26.421.770 ton/tahun (BPS, 2014). Dan berdasarkan data statistik pertanian produksi singkong pada tahun 2017 untuk provinsi Riau sendiri mencapai 120.611 ton/tahun, provinsi Sumatera Barat 228.446 ton/tahun, dan Sumatera Utara yang jumlah produksinya mencapai 1.001.877 ton/tahun (Kementerian & Pertanian 2017). Dengan besarnya jumlah produksi singkong di provinsi Riau dan sekitarnya tentu limbah dari kulit singkong juga akan meningkat oleh sebab itu peneliti mengangkat judul penggunaan kulit singkong sebagai *additive* CMC pada lumpur pemboran serta pengaruh terhadap *rheology* lumpur pemboran dan *filtration loss*.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dari tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui perbandingan *rheology* lumpur pemboran meliputi nilai viskositas, *plastic viscosity*, *yield point*, *gel strength*, *mud cake* dan *filtration loss* dengan menggunakan *additive* CMC kulit singkong dan CMC industri.
2. Menganalisa hasil dari penambahan *additive* CMC kulit singkong terhadap *rheology* lumpur pemboran berdasarkan *American Petroleum Institute* (API) Specification 13A, 18th (2010) “*Specification for Drilling Fluids Materials*”

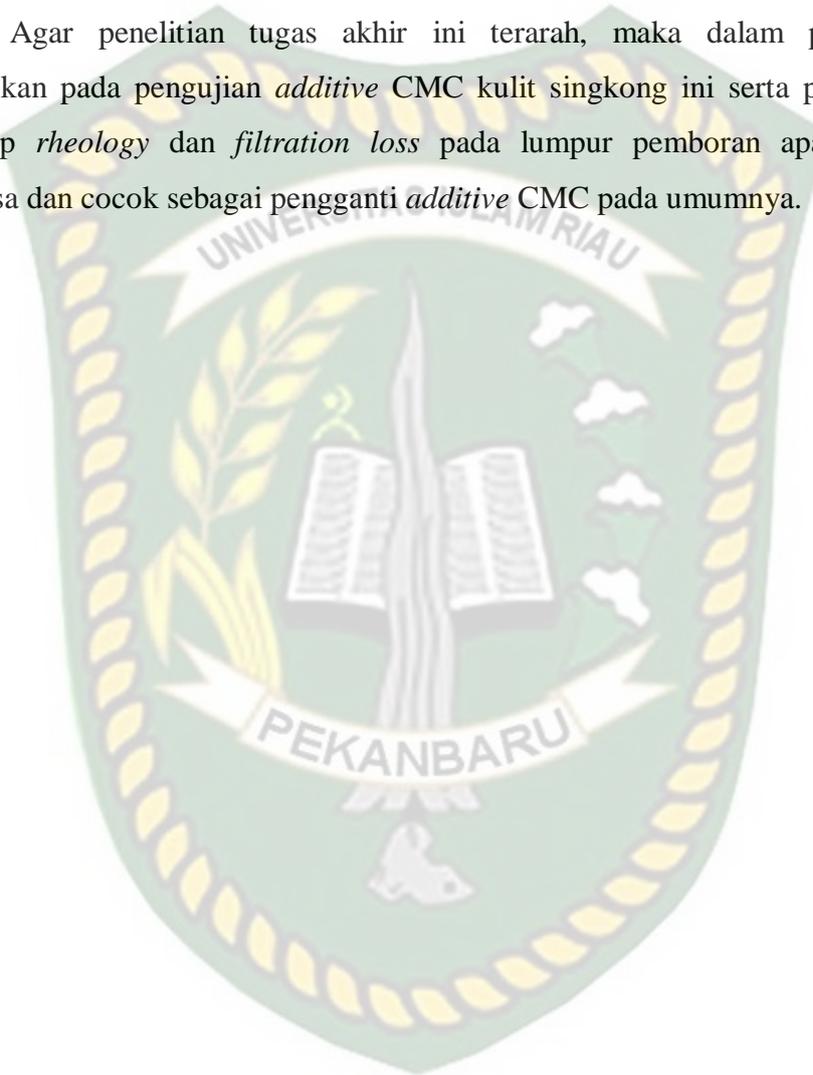
1.3. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini diharapkan limbah kulit singkong dapat dikembangkan menjadi bahan baku pembuatan CMC dan diterapkan pada industri hulu migas khususnya terhadap fluida pemboran, dimana aditif ini berfungsi untuk menaikkan nilai viskositas dan mengurangi potensi terjadinya *fluid loss* dan *lost circulation*. Selain itu pemanfaatan kulit singkong sebagai bahan dasar

pembuatan CMC alami ini dapat mengurangi limbah dari kulit singkong tersebut sehingga lebih ramah lingkungan.

1.4. Batasan Masalah

Agar penelitian tugas akhir ini terarah, maka dalam pembahasan difokuskan pada pengujian *additive* CMC kulit singkong ini serta pengaruhnya terhadap *rheology* dan *filtration loss* pada lumpur pemboran apabila sudah dianalisa dan cocok sebagai pengganti *additive* CMC pada umumnya.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Sumber daya alam merupakan segala sesuatu yang diciptakan oleh Allah di bumi untuk dimanfaatkan oleh manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya. Sumber daya alam terdapat dimana saja seperti di air, udara, tanah dan sebagainya, maka manusia yang telah diciptakan oleh Allah sebagai khalifah di bumi memiliki kewajiban untuk memelihara, mengelola dan memanfaatkan semua sumber daya alam di bumi. Dalam firman Allah pada Q.S Al-An'am (6) 1-3 tentang siapa yang menciptakan langit dan bumi. Maka sudah kewajiban kita untuk bersyukur untuk segala sesuatu yang telah diberikan oleh Allah, Allah telah berjanji barang siapa yang mensyukuri nikmat yang telah aku berikan maka ditambah nikmat tersebut, tetapi apabila kufur terhadap nikmat yang aku berikan maka mendapatkan siksa yang sangat pedih. Dalam bentuk syukur manusia kepada Allah, maka manusia harus memelihara segala sumber daya alam yang telah diberikan.

2.1 Lumpur Pemboran

Lumpur pemboran merupakan cairan yang berbentuk lumpur, dimana dari percampuran zat cair, zat padat dan zat kimia. Zat cair disini sebagai bahan dasar agar lumpur yang terjadi dapat dipompakan. Zat padat ada dua macam yaitu untuk memberikan kenaikan berat jenis dari lumpur dan untuk membuat lumpur mempunyai kekentalan tertentu. Sedangkan zat kimia dapat berupa zat padat maupun zat cair yang bertugas untuk mengontrol sifat-sifat lumpur agar sesuai dengan yang diinginkan. Sifat-sifat lumpur harus disesuaikan dengan kondisi lapisan yang akan ditembus. Karena sifat lapisan-lapisan atau formasi-formasi yang akan ditembus atau dilalui oleh lumpur adalah bermacam-macam atau berubah-ubah, maka kita selalu mengubah sifat lumpur dengan menambahkan zat kimia yang sesuai, maka dari itu *rheology* lumpur harus selalu di ukur, dimana lumpur yang masuku kedalam lubang sumur atau lumpur yang baru keluar dari dalam sumur. (Grahadiwin, Zabidi, & Rosyidan, 2016)

Ditinjau dari zat cair pembentuk lumpur, maka lumpur pemboran dapat dibedakan menjadi dua, yaitu *water base mud* dan *oil base mud*. Lumpur berfasa air atau *water base mud* mempunyai fasa yang kontinu adalah air yaitu air garam (*saltbased mud*) dan air garam jenuh (*saturated salt waterbased mud*). Sedangkan lumpur berfasa minyak mempunyai fasa yang kontinu adalah minyak. Pada lumpur berfasa minyak kalau terdapat air, fasa airnya merupakan fasa yang teremulsi. Lumpur ini lebih dikenal dengan *emulsion mud* atau *oil in water emulsion mud* atau disebut juga dengan *inverts mud*.

2.2 Fungsi Lumpur Pemboran

Fungsi lumpur pemboran (Buntoro, 1999):

1. Mengangkat *cutting* ke permukaan
2. Mengontrol tekanan formasi
3. Mendinginkan serta melumasi pahat dan *drill string*
4. Membersihkan dasar lubang bor
5. Membantu dalam evaluasi formasi
6. Melindungi formasi produktif
7. Membantu stabilitas formasi

2.3 Rheology Lumpur Pemboran

Rheology (perilaku) fluida pemboran adalah suatu kondisi yang dialami oleh fluida pemboran selama proses aliran fluida berlangsung. *Rheology* lumpur pemboran meliputi sifat aliran dan jenis fluida pemboran (Novrianti & Mursyidah, 2017). *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 (Rubiandini, 2010).

2.3.1 Viskositas

Viskositas adalah tahanan terhadap aliran atau gerakan yang penting untuk laminar flow, viskositas merupakan bagian yang pokok dalam sifat-sifat *rheology*

fluida pemboran. Pengukuran sifat-sifat *rheology* fluida pemboran penting mengingat efektivitas pengangkatan *cutting* merupakan fungsi langsung dari viscositas.

Pengukuran viskositas yang sederhana dilakukan dengan menggunakan alat *Marsh Funnel*. Viskositas ini adalah jumlah detik yang dibutuhkan lumpur sebanyak 0.9463liter (1 quart) untuk mengalir keluar dari corong *Marsh Funnel*. Bertambahnya viscositas ini direfleksikan dalam bertambahnya *apparent viscosity*. Untuk fluida *Non-Newtonian*, informasi yang didapat dengan *Marsh Funnel* memberikan suatu gambaran *rheology* fluida yang tidak lengkap sehingga biasa digunakan untuk membandingkan fluida yang baru (awal) dengan kondisi sekarang.



Gambar 2.1 *Marsh Funnel* (Rubiandini, 2010)

2.3.2 *Plastic Viscosity* (μ_p)

Plastic Viscosity adalah tahanan fluida terhadap aliran atau gerakan yang disebabkan oleh adanya gesekan antara partikel pada fluida yang mengalir. *Viscosity* menyatakan kekentalan dari lumpur bor, dimana *viscosity* lumpur memegang peranan dalam pengangkatan serbuk bor atau *cutting*. Bila lumpur tidak cukup kental maka pengangkatan serbuk bor kurang sempurna dan akan mengakibatkan serbuk bor tertinggal dalam lobang bor sehingga menyebabkan rangkaian pipa bor akan terjepit (Pradirga, Zabidi, & Rosyidan, 2016).

Untuk menentukan *Plastic Viscosity* (μ_p) digunakan persamaan sebagai berikut (Rubiandini, 2010) :

$$\mu_p = C600 - C300 \dots\dots\dots(1)$$

2.3.3 Yield Point (Y_p)

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* (Rubiandini, 2010).

Untuk menentukan *Yield Point* (Y_p) digunakan persamaan sebagai berikut (Rubiandini, 2010) :

$$Y_p = C300 - \mu_p \dots\dots\dots(2)$$

2.3.4 Gel Strength (GS)

Gel Strength ialah tahanan *gel*/lapisan film yang berfungsi menahan *cutting* pada kondisi *static* pada saat proses *round trip* dilakukan. Fungsi *gel strength* dalam lumpur pemboran adalah menahan *cutting* dan pasir dalam suspensi sewaktu sirkulasi lumpur dihentikan (Fitrianti, 2017). 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 (Richa, Khalid, & Novrianti, 2018).

2.4 Filtrasi dan Mud Cake

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 tersebut disebut "*filtrate*". Sedangkan lapisan partikel-partikel besar tertahan dipermukaan batuan disebut "*filter cake*". Proses filtrasi diatas hanya terjadi apabila terdapat perbedaan tekanan positif ke arah batuan. Pada dasarnya ada dua jenis *filtration* yang terjadi selama operasi pemboran yaitu *static filtration* dan *dynamic filtration*. *Static filtration* terjadi jika lumpur berada dalam keadaan diam dan *dynamic filtration* terjadi ketika lumpur disirkulasikan.

Apabila *filtration loss* dan pembentukan *mud cake* tidak dikontrol maka ia akan menimbulkan berbagai masalah, baik selama operasi pemboran maupun dalam evaluasi formasi dan tahap produksi. *Mud cake* yang tipis akan merupakan bantalan yang baik antara pipa pemboran dan permukaan lubang bor. *Mud cake* yang tebal akan menjepit pipa pemboran sehingga sulit diangkat dan diputar sedangkan filtrat yang masuk ke formasi dapat menimbulkan *damage* pada formasi. Standar prosedur yang digunakan dalam pengukuran volume *filtration loss* dan tebal *mud cake* untuk *static filtration* adalah API RP 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.



Gambar 2.2 LPLT

(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2015)

Pembentukan *mud cake* dan *filtration loss* adalah dua kejadian dalam pemboran yang berhubungan erat, baik waktu maupun kejadiannya maupun sebab dan akibatnya, oleh sebab itu maka pengukurannya dilakukan secara bersamaan.

2.5 Kulit Singkong

Singkong atau ubi kayu (*Manihot utilissima*) adalah salah satu bahan makanan pokok yang sangat sering dijumpai di Indonesia dan Negara kita merupakan penghasil singkong terbesar dalam bidang pertaniannya, Dari data Kementerian Pertanian Direktorat Jendral Hortikultura produksi ubi kayu atau singkong di Indonesia mencapai 26.421.770 ton/tahun (BPS, 2014). Dan berdasarkan data

statistik pertanian produksi singkong pada tahun 2017 untuk provinsi Riau sendiri mencapai 120.611 ton/tahun, provinsi Sumatera Barat 228.446 ton/tahun, dan Sumatera Utara yang jumlah produksinya mencapai 1.001.877 ton/tahun (Kementrian & Pertanian 2017).

Dalam satu kilogram singkong dapat menghasilkan berat kulit singkong sebesar 150-200 gram (Artiyani 2011). Kulit singkong secara proporsional mengandung unsur selulosa sekitar 80-85% dari berat kulit singkong. Kandungan selulosa yang tinggi menjadikan kulit singkong berpotensi dijadikan bahan baku pembuatan bubuk selulosa. Selulosa dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan *carboxymethyl cellulose* (CMC), yang dapat digunakan sebagai campuran bahan pangan maupun industri.

Tabel 2.1. Komposisi kulit singkong

Komposisi	Persentase (%)
Abu	6.3
Air	9.8
Serat (termasuk selulosa)	83.9

Sumber : (Santoso dkk, 2012)

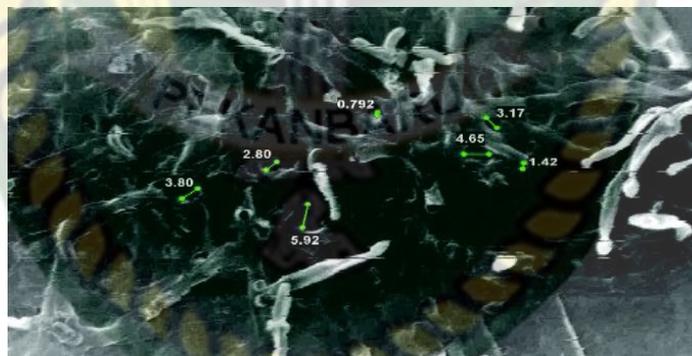
2.6 Carboxy Methyl Cellulose (CMC)

Carboxymethyl cellulose (CMC) adalah polimer buatan dari alam yang dihasilkan dari selulosa. Faktanya, selulosa adalah komponen organik yang paling banyak ditemukan di dunia. Sekitar 33% dari seluruh biomassa tumbuhan adalah selulosa yang umumnya banyak ditemukan pada dinding sel tanaman. Senyawa turunan selulosa yang berupa eter polymer selulosa linier bersenyawa anion, bersifat tidak bewarna, tidak berbau, tidak beracun, butiran dan bubuk yang larut dalam air. Fungsi CMC disini adalah sebagai pengental, penstabil emulsi atau suspensidan bahan pengikat (Wijayani, Ummah, & Tjahjani, 2005). CMC berperan sebagai zat pengental sehingga baik untuk meningkatkan viskositas suatu fluida (Kamal, 2010). CMC secara luas digunakan dalam bidang pangan, kimia, perminyakan, pembuatan kertas, tekstil, serta bangunan (Hastuti & Indriana, 2015). Aditive ini stabil sampai temperatur diatas 350°F

Selulosa tidak pernah ditemukan dalam keadaan murni di alam, tetapi selalu berasosiasi dengan polisakarida lain seperti lignin, pektin, hemiselulosa, dan xilan (Fessenden & S, 1989). Kulit singkong merupakan sumber selulosa yang berlimpah dan murah, dengan kadar serat termasuk selulosa sebanyak 80-85% dari berat kulit singkong (Santoso dkk, 2012), oleh sebab itu sangat disayangkan jika kandungan selulosa yang tinggi tersebut tidak dimanfaatkan lebih lanjut.

2.7 Pengujian SEM dan FTIR Kulit Singkong

SEM (*Scanning Electron Microscope*) merupakan salah satu mikroskop electron yang digunakan untuk mengamati morfologi dan topologi dari permukaan sel meliputi susunan butiran-butiran mikropartikel suatu material, dan FTIR digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi suatu senyawa organik. Pengujian SEM dan FTIR sudah pernah dilakukan oleh (Yuningrat dkk, 2010) untuk mengetahui karakteristik dari selulosa kulit singkong. Berikut adalah hasil dari pengujian SEM dari kulit singkong.



Gambar 2.3 Hasil Pengujian SEM (Yuningrat dkk, 2010)

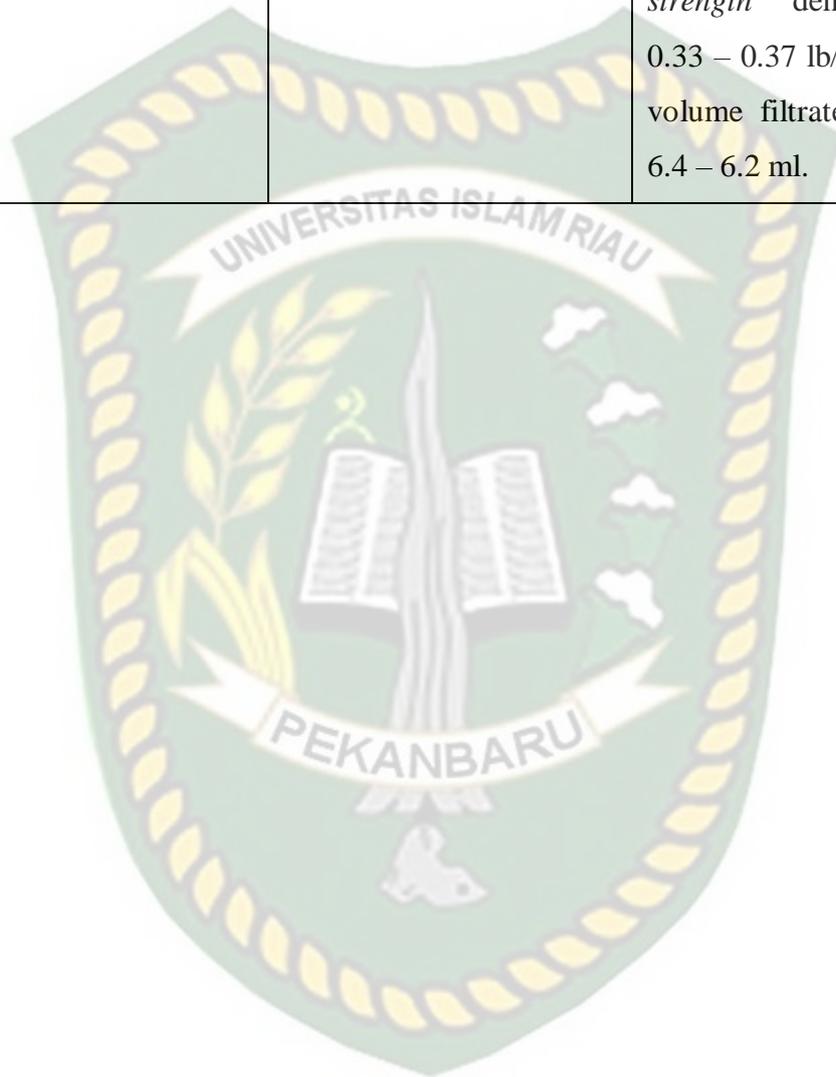
Gambar diatas merupakan bentuk dan ukuran pori dari kulit singkong pada pembesaran 1000x dan membran selulosa dari kulit singkong ini memiliki ukuran pori 0.792 – 5.92 μm dan partikel partikelnya berbentuk seperti ranting pohon. Sedangkan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) dilakukan dengan analisis terhadap spektra infra merah yang dihasilkan dari FTIR dilakukan dengan menentukan gugus fungsi yang tampak pada panjang gelombang tersebut dan dibandingkan dengan gugus fungsi dari selulosa murni. Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan FTIR, gugus fungsi yang terdapat pada kulit singkong memiliki gugus fungsi yang sama pada selulosa murni (Yuningrat dkk, 2010).

2.8 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

Nama	Judul	Hasil Penelitian
Ridwan (2019)	Penggunaan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai <i>Additive</i> CMC Pengganti dari CMC Industri dan Pengaruh Terhadap <i>Rheology</i> Lumpur	Dari hasil penelitian <i>rheology</i> menggunakan CMC tandan kosong kelapa sawit 2 gr – 6 gr didapat <i>plastic viscosity</i> dengan nilai 10 - 20 cp, <i>yield point</i> dengan nilai 35 - 40 lb/100ft ² , <i>gel strength</i> dengan nilai 0.54 – 0.6 lb/100 ft ² dan volume filtrate sebanyak 5.2 – 4.3 ml.
Fernanda, R. (2019)	Analisis Penambahan <i>Additive</i> CMC dari Kulit Durian Terhadap <i>Filtration Loss</i> dan <i>Rheology</i> Lumpur Pemboran	Dari hasil penelitian <i>rheology</i> menggunakan CMC kulit durian 2 gr – 6 gr didapat <i>plastic viscosity</i> dengan nilai 3 - 8 cp, <i>yield point</i> dengan nilai 1 - 3 lb/100ft ² , <i>gel strength</i> dengan nilai 0.2 – 0.5 lb/100 ft ² dan volume filtrate sebanyak 8.7 – 7.1 ml.
Hakim, W. (2019)	Pengaruh Sifat <i>Rheology</i> Lumpur Pemboran dari CMC Kulit Kacang Tanah Sebagai Alternatif	Dari hasil penelitian <i>rheology</i> menggunakan CMC kulit kacang tanah 2 gr – 6 gr didapat <i>plastic</i>

	Pengganti CMC industri	<i>viscosity</i> dengan nilai 7 - 10 cp, <i>yield point</i> dengan nilai 12 - 17 lb/100ft ² , <i>gel strength</i> dengan nilai 0.33 – 0.37 lb/100 ft ² dan volume filtrate sebanyak 6.4 – 6.2 ml.
--	------------------------	---



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

Dalam penelitian Tugas Akhir ini, metode yang dilakukan adalah metode *experiment*. Metode pembuatan CMC kulit singkong yaitu melakukan delignifikasi, alkalisasi, karboksimetilasi, penetralan, pengeringan, serta sieving dengan ukuran 80 mesh. Pengujian dilakukan terhadap *rheology* lumpur pemboran dan *filtration loss* dengan penambahan CMC kulit singkong dan CMC industri dengan komposisi pada masing-masing sampel sebanyak 1 gr, 2 gr, 3 gr, 4 gr, dan 5 gr, dimana nilai tersebut diambil karena pengujian ini menggunakan variabel bebas seperti pada penelitian pemanfaatan pati jagung untuk mengontrol *fluid loss* (Ghazali, Alias, Mohd, Adeib, & Noorsuhana, 2015). Selain itu penggunaan sistem ini juga bertujuan untuk mendapatkan nilai optimum dari pencampuran lumpur pemboran menggunakan *additive* CMC kulit singkong dan CMC industri dan membandingkan hasilnya dengan *American Petroleum Institute* (API) Specification 13A, 18th (2010) “*Specification for Drilling Fluids Materials*”. Teknik pengambilan data yaitu melalui hasil dari penelitian di laboratorium (data primer). Hasil penelitian yang didapatkan telah dilakukan analisis yang mengarah kepada tujuan dari penelitian.

3.2 Jadwal Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pemboran Fakultas Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau. Penelitian dilakukan selama dua bulan mulai dari 1 November s/d 31 Desember 2020.

Tabel 3.1Jadwal Penelitian Tugas Akhir

Kegiatan	November				Desember			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Pengumpulan Kulit Singkong	■	■						
Pembuatan CMC Kulit Singkong		■	■	■	■	■		
Melakukan Pengujian					■	■	■	
Analisis Hasil							■	■

3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Penelitian

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Persiapan alat dan bahan pengujian merupakan proses awal yang dilakukan sebelum penelitian dimulai,

3.4.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. <i>Mud mixer</i> | 8. <i>Sieve analysis</i> |
| 2. Gelas ukur | 9. <i>LPLT filter press</i> |
| 3. <i>Timbangan digital</i> | 10. <i>Filter paper</i> |
| 4. Jangka sorong | 11. <i>Oven</i> |
| 5. <i>Fann VG meter</i> | 12. <i>Blender</i> |
| 6. <i>Marsh funnel</i> | 13. Kertas pH |
| 7. <i>Stopwatch</i> | 14. Cawan alumunium |

3.4.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- | | |
|----------------------|----------------|
| 1. Kulit singkong | 5. Aquades |
| 2. NaOH | 6. Asam asetat |
| 3. Isopropil alkohol | 7. Metahanol |
| 4. Sodium asetat | 8. Bentonite |

3.4.3 Gambar Alat dan Fungsi Alat

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

1. *Mud Mixer*

Fungsi: pencampur/pengaduk media lumpur.



Gambar 3.2 *Mud Mixer*
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

2. Gelas Ukur

Fungsi: Untuk mengukur kadar *volume filtrate* atau zat cair lainnya.



Gambar 3.3 Gelas Ukur
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

3. Timbangan Digital

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



Gambar 3.4 Timbangan *Digital*
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

4. Jangka Sorong

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



Gambar 3.5 Jangka Sorong
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

5. *Fann VG Meter*

Fungsi: Untuk mengukur *rheology* lumpur berupa *Plastic Vicosity*, *Yield Point*, dan *Gel Strength*.



Gambar 3.6 *Fann VG Meter*
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

6. *Marsh Funnel*

Fungsi: Untuk mengukur laju alir lumpur



Gambar 3.7 *Marsh Funnel*
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

7. *Stopwatch*

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



Gambar 3.8 *Stopwatch*
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

8. *Sieve*

Fungsi: Untuk menyaring atau memilah *sample* sehingga di dapatkan kehalusan yang di inginkan.



Gambar 3.9 *Sieve*

9. LPLT (*Low Pressure Low Temperature*)

Fungsi: Untuk menganalisa ukuran mudcake dan *volume filtrate* pada kondisi lumpur tertentu.



Gambar 3.10 LPLT
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

10. *Filter Paper*

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



Gambar 3.11 *Filter Paper*
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

11. *Oven*

Fungsi: Untuk pemanasan/pengeringan *sample* yang akan diolah.



Gambar 3.12 *Oven*
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

12. *Blender*

Fungsi: Untuk menghaluskan *sample* yang akan diolah.



Gambar 3.13 *Blender*
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

13. Kertas pH

Fungsi: Untuk menentukan fluida yang dianalisis bersifat asam ataupun basa.

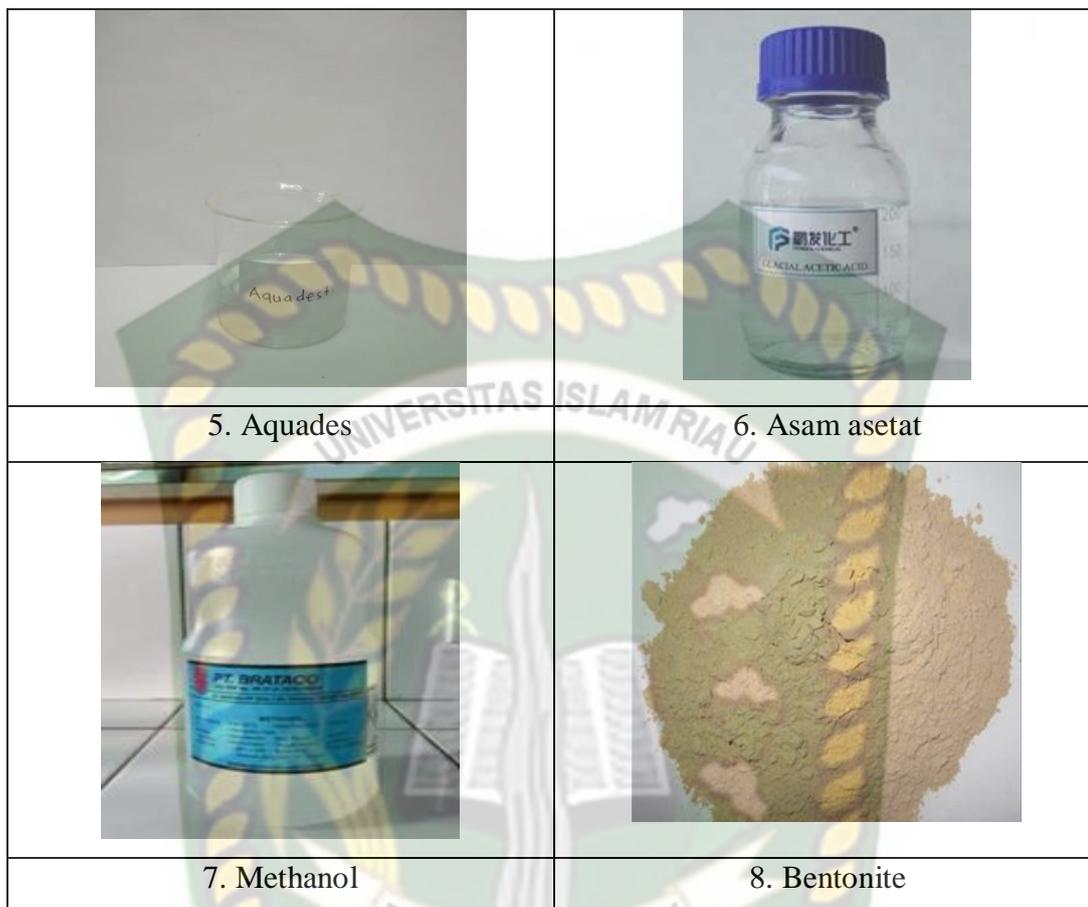


Gambar 3.14 Kertas pH
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

3.4.4 Gambar Bahan dan Fungsi Bahan

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

1. Kulit Singkong	2. NaOH
3. Isopropil Alkohol	4. Sodium Asetat



Gambar 3.14 Bahan

Fungsi bahan:

1. Kulit singkong sebagai bahan dasar dalam pembuatan *additive* CMC alami
2. NaOH sebagai media delignifikasi dan alkalisasi dalam pembuatan CMC kulit singkong yang bertujuan untuk mengaktifkan gugus-gugus OH pada molekul selulosa dan berfungsi sebagai pengembang.
3. Isopropil alkohol sebagai pelarut NaOH dalam proses alkalisasi.
4. Sodium asetat digunakan sebagai reagen proses karboksimetilasi.
5. Aquades digunakan untuk membilas sampel pada tahap pencucian sampel.
6. Asam asetat digunakan untuk menetralkan kadar NaOH dari proses delignifikasi dan karboksimetilasi.
7. Methanol digunakan untuk membilas sampel yang telah dinetralkan yang berguna untuk menghilangkan produk samping dari tahap pereaksian berupa sodium glikoat serta zat-zat pengotor lainnya.

8. Bentonite digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan sampel lumpur pemboran.

3.5. Prosedur Penelitian

3.5.1. Pembuatan CMC Kulit Singkong

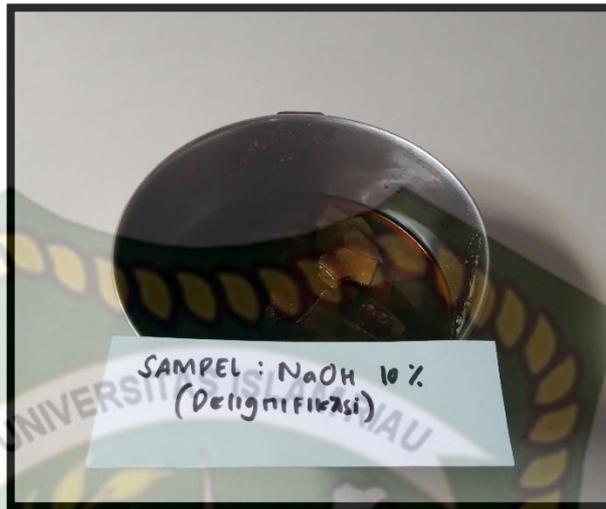
Berikut merupakan prosedur yang dilakukan dalam pengolahan kulit singkong hingga dapat diolah menjadi CMC menurut (Santoso dkk, 2012):

1. Menyiapkan sampel berupa kulit singkong bagian dalam yang berwarna putih dan telah dibersihkan seperti pada gambar.



Gambar 3.15 Kulit Singkong

2. Sampel dikeringkan secara alami dibawah sinar matahari kemudian di potong-potong kecil dan simpan dalam wadah yang kering.
3. Delignifikasi dengan cara menyiapkan larutan NaOH 10% (komposisi : 90% air + 10% NaOH), lalu dicampur dengan sampel kulit singkong yang sudah di potong-potong kecil dalam sebuah cawan, aduk dengan rata sampai seluruh sampel terendam. Serta dipanaskan menggunakan oven dengan suhu 35° C selama 5 jam.



Gambar 3.16 Proses Delignifikasi

4. Alkalisasi dilakukan dengan menggunakan 100 ml isopropil alkohol dan 20 ml NaOH 20% pada suhu 30° selama 90 menit.



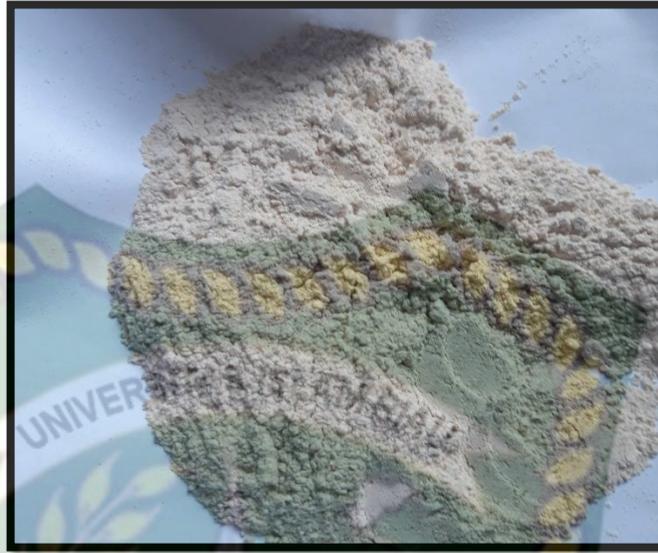
Gambar 3.17 Proses Alkalisasi

5. Karboksimetilasi dengan menambahkan sodium asetat sebanyak 3 gram pada sampel dan dipanaskan menggunakan oven dengan suhu 50° C selama 6 jam.



Gambar 3.18 Proses Karboksimetilasi

6. Sampel di saring kemudian di cuci dengan air untuk dilakukan proses netralisasi dengan merendamkan sampel pada larutan *Acetic acid* + *Methanol* untuk mestabilkan kadar NaOH dan produk samping yang terbentuk berupa sodium glikolat pada proses alkalisasi dan karboksimetilasi.
7. Mengeringkan sampel dengan oven pada suhu 50°C hingga benar-benar kering dan masa sampel konstan.
8. Haluskan sampel menggunakan blender dan melakukan *sieving* untuk mendapatkan ukuran sampel yang merata.



Gambar 3.19 Sampel CMC kulit singkong yang telah di *sieve 80 mesh*

3.5.2. Prosedur Pembuatan Lumpur

Pembuatan lumpur di laboratorium dalam penelitian ini dilakukan dengan langkah-langkah menurut (Harry, Oduola, Ademiluyi, & Joel, 2017) sebagai berikut :

- a. Menyiapkan gelas ukur.
- b. Masukkan air 350 ml ke dalam gelas.
- c. Siapkan alat *mixer* 220 volt, bahan yang di *mixing*
 1. Air : 350 ml
 2. Bentonite : 22.5 gr
 3. CMC kulit singkong : 1, 2, 3, 4 dan 5 gr
 4. CMC Industri : 1, 2, 3, 4 dan 5 gr
- d. Siapkan *Marsh funnel* untuk mengukur viskositas lumpur.
- e. Siapkan alat *Fann VG meter* di gunakan untuk,
 1. Mencari nilai *plastic viscosity*
 2. Mencari nilai *yield point*
 3. Mencari nilai *gel strenght* 10 *sec* dan 10 *minute*
- f. Siapkan alat *filter press* di gunakan untuk,
 1. Mencari nilai *mud cake*

2. Mencari seberapa besar *filtration loss*
3. Menecari nilai *pH*



Gambar 3.20 Lumpur Standar

3.5.3. Prosedur Pengujian Menggunakan Perlatan

Karena lumpur pemboran menjadi salah satu pertimbangan dalam mengoptimasikan operasi pemboran, oleh karena itu untuk memelihara dan mengontrol sifat – sifat fisik lumpur pemboran agar sesuai dengan yang di inginkan, maka perlu melakukan pengukuran *rheology* lumpur pemboran, yaitu diantaranya (Vikas Mahto, 2013) dan (Edition, Api, Annex, Part, & National, 2015).

1. Prosedur Penentuan Viskositas Menggunakan *Marsh Funnel*
 1. Mempersiapkan campuran lumpur pemboran
 2. Tutup bagian bagian bawah *marsh funnel* (sisi lubang kecil) dengan menggunakan jari dan memastikan tidak ada celah yang terbentuk
 3. Tuang campuran lumpur pemboran melalui sisi atas *marsh funnel* (sisi lubang besar)
 4. Tempatkan sebuah wadah di lubang kecil yang tertutup jari untuk menampung campuran lumpur
 5. Perlahan lepaskan jari dari lubang kecil dan biarkan lumpur mengalir ke wadah

6. Catat waktu laju alir lumpur dan lakukan pada setiap perbandingan campuran lumpur dasar dan lumpur dengan pencampuran CMC
2. Perhitungan *Plastic Viscosity* dan *Yield Point*
 1. *plastic viscosity* di hitung dengan persamaan:

$$PV = C_{600} - C_{300}$$

Keterangan

PV = *plastic viscosity*

C_{600} = *dial reading* pada 600 RPM

C_{300} = *dial reading* pada 300 R

2. *Yield point* di hitung dengan rumus:

$$YP = C_{300} - PV$$

Keterangan:

YP = *Yield point*

C_{300} = *Dial reading* 300 RPM

PV = *Plastic viscosity*

3. Pengukuran *gel strength*
 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. Membaca simpangan maksimum pada skala penunjuk.
 4. Mengaduk kembali lumpur dengan *fann VG* pada kecepatan rotor 600 RPM selama 10 detik.
 5. Mengulangi kerja diatas untuk *Gel Strength* 10 menit. (untuk *Gel Strength* 10 menit, lama pendiaman lumpur 10 menit).

4. Pengukuran *Volume Filtrat*

Alat dan bahan:

- a. Peralatan *filter press*
- b. Gelas ukur
- c. Kertas saring (*filter paper*)
- d. Lumpur yang akan diamati

Prosedur percobaan:

A. *Standard filter press*

1. Mempersiapkan alat *filter press* dan segera memasang *filter paper* serapat mungkin dan meletakkan gelas ukur dibawah silinder untuk menampung *fluid filtrate*.
2. Menuangkan campuran lumpur ke dalam silinder sampai batas 1inch dibawah permukaan silinder, ukur dengan jangka sorong, dan segera menutup rapat.
3. Kemudian mengalirkan udara dengan tekanan 100 psi
4. Pada 7,5 menit pertama ganti gelas ukur dibawah silinder yang menampung *fluid* dengan gelas ukur yang baru dan lanjutkan pengumpulan filtrat hingga akhir dari pengatur waktu kedua diatur pada 30 menit dan hasil *filtration loss* yang diambil yaitu setelah 7,5 menit pertama.
5. Menghentikan penekanan udara, membuang tekanan udara dalam silinder (*bleed off*), dan sisa lumpur dalam silinder dituangkan kembali kedalam *mixer cup*.
6. Menentukan tebal *mud cake* dengan menggunakan jangka sorong.

Dari prosedur pembuatan lumpur yang menggunakan *additive* CMC kulit singkong dengan CMC industri sama saja, namun yang membedakannya hanya dari jenis *additive* saja.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perbandingan *rheology* dan *filtration loss* lumpur pemboran menggunakan CMC kulit singkong dan CMC industri

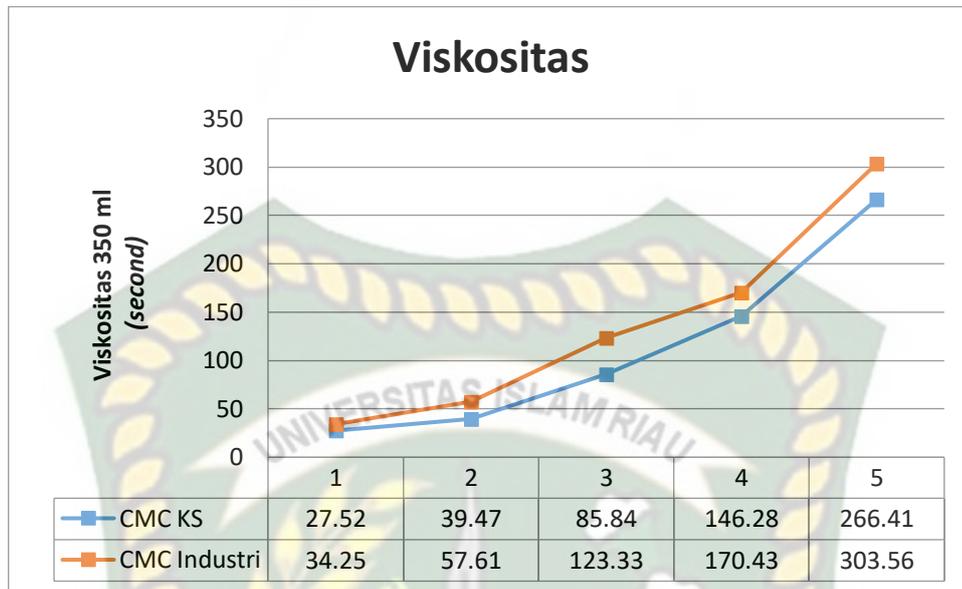
Untuk bab ini peneliti akan membahas hasil penelitian yang didapat, dimana peneliti melakukan pengujian untuk mengetahui nilai perbandingan *rheology* lumpur pemboran seperti viskositas, *plastic viscosity*, *yield point*, *gel strenght*, *mud cake*, dan *volume filtrate* dengan penambahan *additive* CMC kulit singkong dan CMC industri. Pada penelitian ini peneliti melakukan percobaan dengan membuat 10 sampel lumpur pemboran dengan komposisi setiap sampel 22,5 gr *bentonite*, air 350 ml dan penambahan *additive* CMC kulit singkong dan CMC industri yang berbeda yaitu 1 gr, 2 gr, 3 gr, 4 gr, dan 5 gr pada masing-masing sampel yang terdapat pada 5 sampel CMC kulit singkong dan 5 sampel CMC industri dan membandingkan hasil yang telah didapatkan dengan standar API Spec 13A. (2010).

4.1.1 Viskositas

Viskositas adalah tahanan fluida terhadap aliran atau gerakan yang penting untuk *laminar flow*. Viskositas lumpur diukur dengan menggunakan *marsh funnel* dengan menentukan waktu alirannya menggunakan *stopwatch*. Adapun nilai dan grafik dari kedua sampel yaitu:

Tabel 4.1 Hasil Pengamatan viskositas CMC KS dan CMC industri

No	Berat CMC (gr)	Viskositas 350 ml (<i>second</i>)	
		CMC KS	CMC Industri
1	1	27.52	34.25
2	2	39.47	57.61
3	3	85.84	123.33
4	4	146.28	170.43
5	5	266.41	303.56



Gambar 4.1 Grafik viskositas dari CMC KS dan CMC industri

Berdasarkan data dari grafik diatas, nilai viskositas yang dimiliki oleh sampel lumpur pemboran dengan menggunakan CMC kulit singkong berbanding lurus dengan nilai viskositas lumpur pemboran yang menggunakan CMC industri, dimana dengan penambahan jumlah *additive* CMC kulit singkong yaitu 27.52 *second* untuk 1 gr, 39.47 *second* untuk 2 gr, 85.84 *second* untuk 3 gr, 146.28 *second* untuk 4 gr dan 266.41 *second* untuk 5 gr. Begitu pula dengan nilai viskositas yang didapat dengan penambahan CMC industri, yaitu 34.25 *second* untuk 1 gr, 57.06 *second* untuk 2 gr, 123.33 *second* untuk 3 gr, 170.03 *second* untuk 4 gr dan 303.56 *second* untuk 5 gr.

Dari nilai viskositas diatas dapat di simpulkan bahwa nilai viskositas CMC kulit singkong dan CMC industri berbanding lurus dengan jumlah *additive* CMC yang ditambahkan, meskipun nilai dari viskositas sampel lumpur pemboran yang menggunakan *additive* CMC kulit singkong nilainya berada dibawah sampel lumpur yang menggunakan *additive* CMC industri tetapi tetap saja CMC dari kulit singkong ini memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai viskositas lumpur pemboran tahap awal berdasarkan jumlah gr yang ditambahkan. Hal ini dikarenakan proses Alkalisasi pada kulit singkong mengalami perekahan struktur

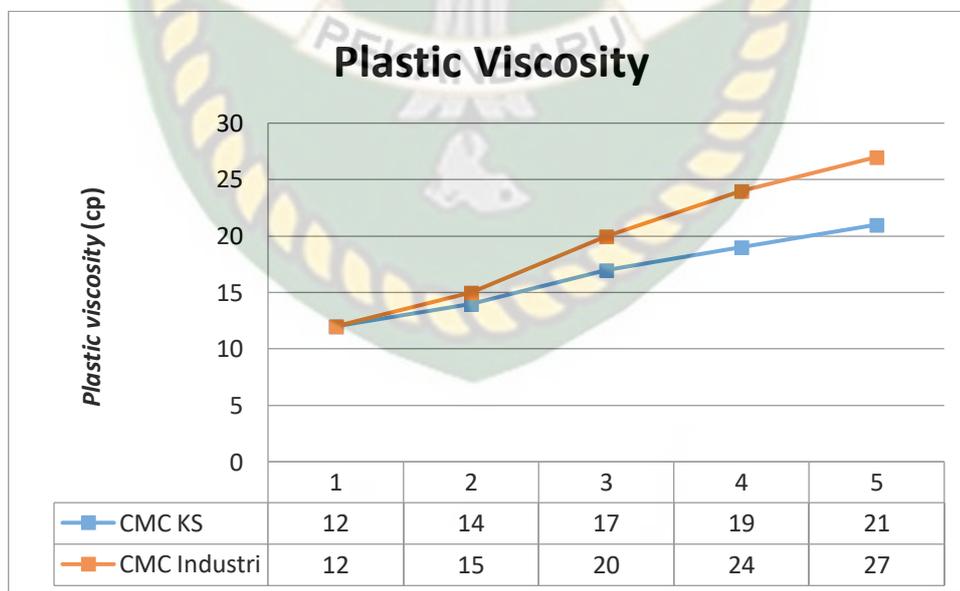
sehingga *selulose* kulit singkong tersebut berbentuk seperti berserat dan memiliki pori pori yang besar sehingga mampu mengikat air.

4.1.2 Plastic Viscosity

Menurut Rubiandini, 2010 *plastic visvosity* seringkali digambarkan sebagai bagian dari resistensi untuk mengalir yang disebabkan oleh friksi mekanik. Adapun nilai dan grafik dari kedua sampel yaitu:

Tabel 4.2 Hasil Pengamatan *plastic viscosity* CMC KS dan CMC industri

No	Berat CMC (gr)	<i>Plastic viscosity</i> (cp)	
		CMC KS	CMC Industri
1	1	12	12
2	2	14	15
3	3	17	20
4	4	19	24
5	5	21	27



Gambar 4.2 Grafik *Plastic Viscosity* dari CMC KS dan CMC industri

Berdasarkan dari data grafik diatas, nilai *plastic viscosity* dari CMC kulit singkong berbanding lurus dengan nilai *plastic viscosity* dari CMC industri,

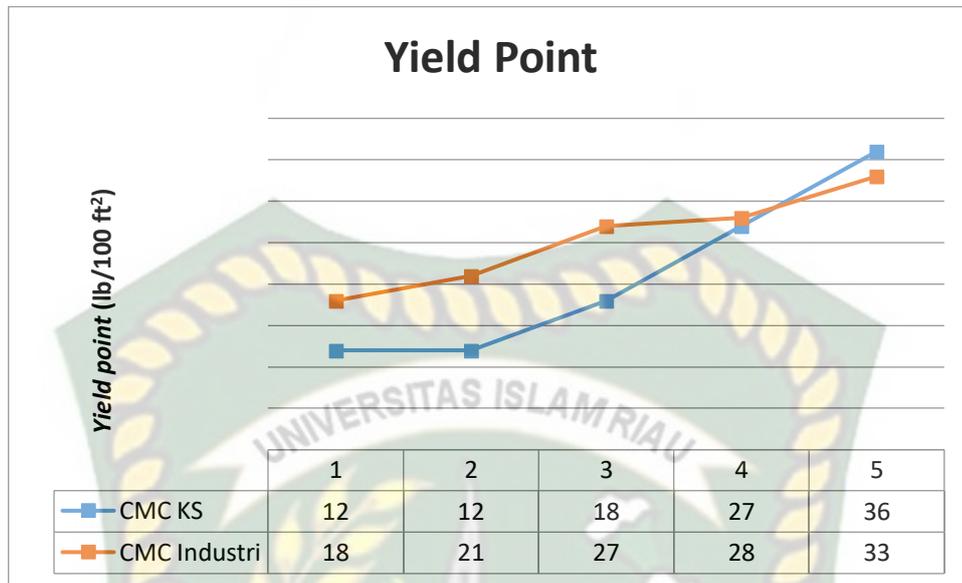
penambahan jumlah *additive* CMC kulit singkong yaitu 12 cp untuk 1 gr, 14 cp untuk 2 gr, 17 cp untuk 3 gr, 19 cp untuk 4 gr dan 21 cp untuk 5 gr. Begitu pula dengan nilai yang didapat dengan penambahan CMC industri. yaitu 12 cp untuk 1 gr, 15 cp untuk 2 gr, 20 cp untuk 3 gr, 24 cp untuk 4 gr dan 27 cp untuk 5 gr. Dilihat dari nilai *plastic viscosity* tersebut CMC kulit singkong dan CMC industri sama-sama mampu menaikkan nilai *plastic viscosity* lumpur hal ini terjadi karena besar *plastic viscosity* dipengaruhi oleh kandungan padatan dan ukuran padatan, semakin banyak padatan yang dibawa maka semakin *viscos* (Arif et al., 2001). Berdasarkan API Spec 13A. (2010), harga standar untuk *plastic viscosity* pada suhu 80° F (suhu ruang) adalah 10 – 20 cp. Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka komposisi lumpur dengan penambahan CMC kulit singkong 1 gr, 2 gr, 3 gr, dan 4 gr sudah memenuhi standar nilai *plastic viscosity*, sedangkan untuk lumpur dengan penambahan CMC industri yang memenuhi nilai *plastic viscosity* ialah penambahan pada komposisi 1 gr, 2 gr, dan 3 gr.

4.1.3 Yield Point

Menurut Rubiandini, 2010 *Yield point* merupakan gaya *dynamic* yang menahan *cutting* agar tidak kembali jatuh ke dasar sumur pada saat sirkulasi lumpur sedang berlansung. Adapun nilai dan grafik dari kedua sampel yaitu:

Tabel 4.3 Hasil Pengamatan *yield point* CMC KS dan CMC industri

No	Berat CMC (gr)	<i>Yield point</i> (lb/100 ft ²)	
		CMC KS	CMC Industri
1	1	12	18
2	2	12	21
3	3	18	27
4	4	27	28
5	5	36	33



Gambar 4.3 Grafik *yield point* dari CMC KS dan CMC industry

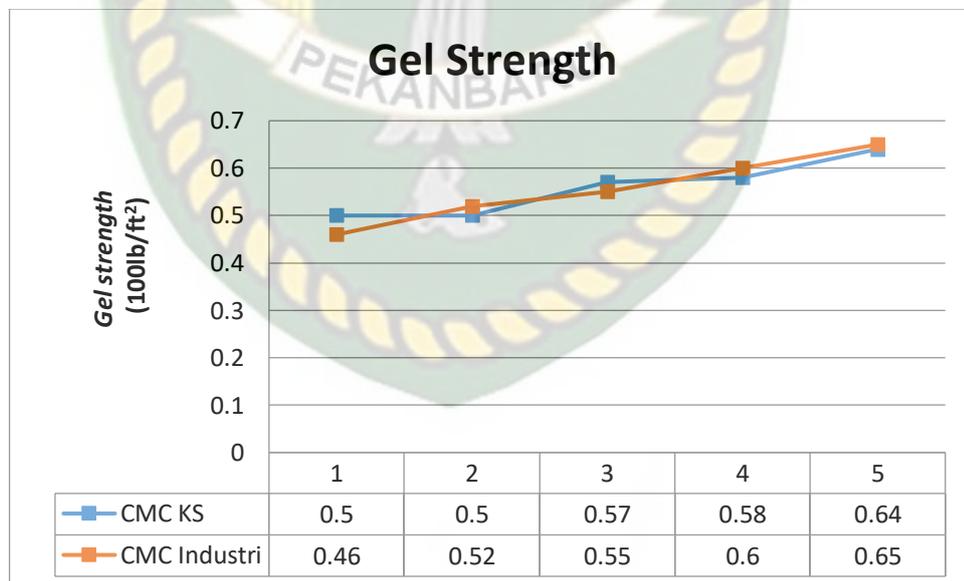
Berdasarkan data dari grafik diatas, nilai *yield point* dari CMC kulit singkong berbanding lurus dengan nilai *yield point* dari CMC industri, penambahan jumlah *additive* CMC kulit singkong yaitu 12 lb/100 ft² untuk 1 gr, 12 lb/100 ft² untuk 2 gr, 18 lb/100 ft² untuk 3 gr, 27 lb/100 ft² untuk 4 gr dan 36 lb/100 ft² untuk 5 gr. Begitu pula dengan nilai yang didapat dengan penambahan CMC industri. yaitu 18 lb/100 ft² untuk 1 gr, 21 lb/100 ft² untuk 2 gr, 27 lb/100 ft² untuk 3 gr, 28 lb/100 ft² untuk 4 gr dan 33 lb/100 ft² untuk 5 gr. Dilihat dari perbandingan nilai *yield point* tersebut CMC kulit singkong dan CMC industri sama-sama mengalami kenaikan nilai *yield point* seiring dengan penambahan *additive* CMC. Berdasarkan API Spec 13A. (2010) nilai standar untuk *yield point* adalah 15 – 45 lb/100 ft². Apabila diamati dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka komposisi lumpur pemboran dengan penambahan CMC kulit singkong yang memenuhi standar ialah pada penambahan 3 gr, 4 gr, dan 5 gr. Sedangkan untuk komposisi lumpur pemboran dengan penambahan CMC industri semua komposisi memenuhi standar nilai *yield point*.

4.1.4 Gel Strength

Gel strength adalah suatu daya pembentuk agar dari suatu fluida pada kondisi static, sifat ini menunjukkan kemampuan lumpur didalam menahan serpihan bor. Pada saat *gel strength* terlalu tinggi akan mengakibatkan kerja pompa terlalu berat untuk memulai sirkulasi sedangkan *gel strength* terlalu kecil akan menyebabkan terendapnya *cutting*. Adapun nilai dan grafik dari kedua sampel yaitu:

Tabel 4.4 Hasil Pengamatan *gel strength* CMC KS dan CMC industri

No	Berat CMC (gr)	<i>Gel strength</i> (100lb/ft ²)	
		CMC KS	CMC industri
1	1	0.50	0.46
2	2	0.50	0.52
3	3	0.57	0.55
4	4	0.58	0.60
5	5	0.64	0.65



Gambar 4.4 Grafik *Gel Strength* dari CMC KS dan CMC Industri

Berdasarkan nilai tabel 4.5 bisa kita lihat perbandingan nilai *gel strength* antara sampel lumpur terkandung CMC kulit singkong dan CMC industri tidak

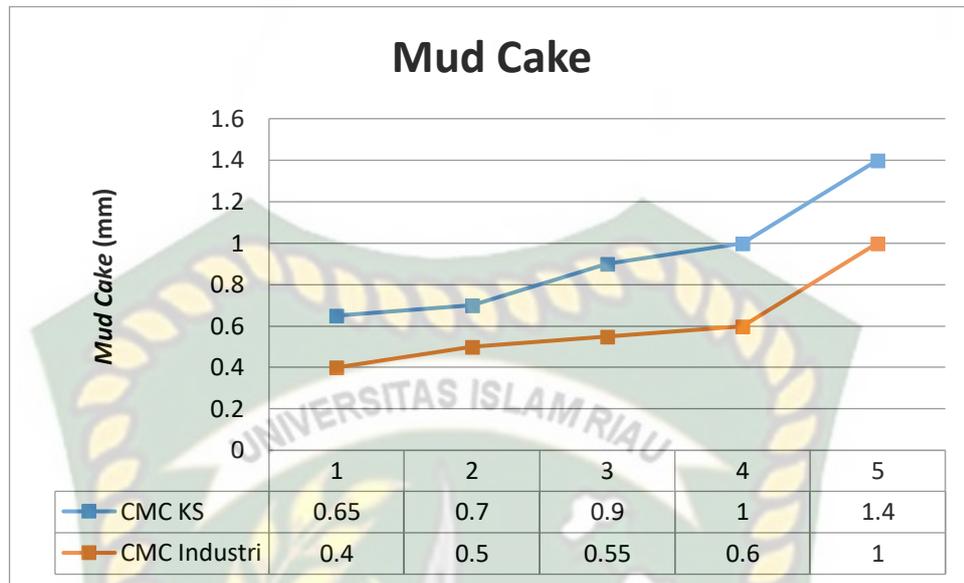
jauh berbeda dimana nilai dari sampel lumpur CMC kulit singkong yaitu pada sampel 1 gr bernilai 0,50 100lb/ft², sampel 2 gr bernilai 0,50 100lb/ft², sampel 3 gr bernilai 0.57 100lb/ft², sampel 4 gr bernilai 0.58 100lb/ft² dan sampel 5 gr bernilai 0.64 100lb/ft² sedangkan nilai dari sampel lumpur CMC industri yaitu pada sampel 1 gr bernilai 0,46 100lb/ft², sampel 2 gr bernilai 0,52 100lb/ft², sampel 3 gr bernilai 0,55 100lb/ft², sampel 4 gr bernilai 0.6 100lb/ft² dan sampel 5 gr bernilai 0.65 100lb/ft². Perbandingan nilai pada kedua sampel tersebut tidak jauh berbeda dan pada setiap penambahan CMC kulit singkong nilai *gel strength* terus naik begitu pula halnya dengan penambahan CMC industri, hal ini bisa disimpulkan bahwa CMC kulit singkong dan CMC industri nantinya mampu menahan serpihan *cutting* pada lubang bor agar tidak jatuh atau mengendap didasar lubang bor.

4.1.5 *Mud Cake*

Mud cake terbentuk saat lumpur pemboran (*drilling mud*) bertemu dengan formasi dan menempel dibatuan permeabel sehingga terbentuknya *mud cake*. *mud cake* yang baik sebaiknya tipis agar tidak memperkecil lubang bor dan mengurangi kemungkinan terjepitnya pipa bor, serta filtrat yang masuk ke formasi tidak berlebihan. (Amin, V. I. 2017). Menurut Grahadiwin (2015) *Mud cake* yang bagus adalah setipis mungkin yaitu < 1.5 mm. Adapun nilai dan grafik dari *mud cake* pada sampel CMC kulit singkong dan CMC industri yaitu:

Tabel 4.5 Hasil Pengamatan *mud cake* CMC KS dan CMC industri

No	Berat CMC (gr)	<i>Mud Cake</i> (mm)	
		CMC KS	CMC industri
1	1	0.65	0.4
2	2	0.7	0.5
3	3	0.9	0.55
4	4	1	0.6
5	5	1.4	1



Gambar 4.5 Grafik *mud cake* dari CMC KS dan CMC industri

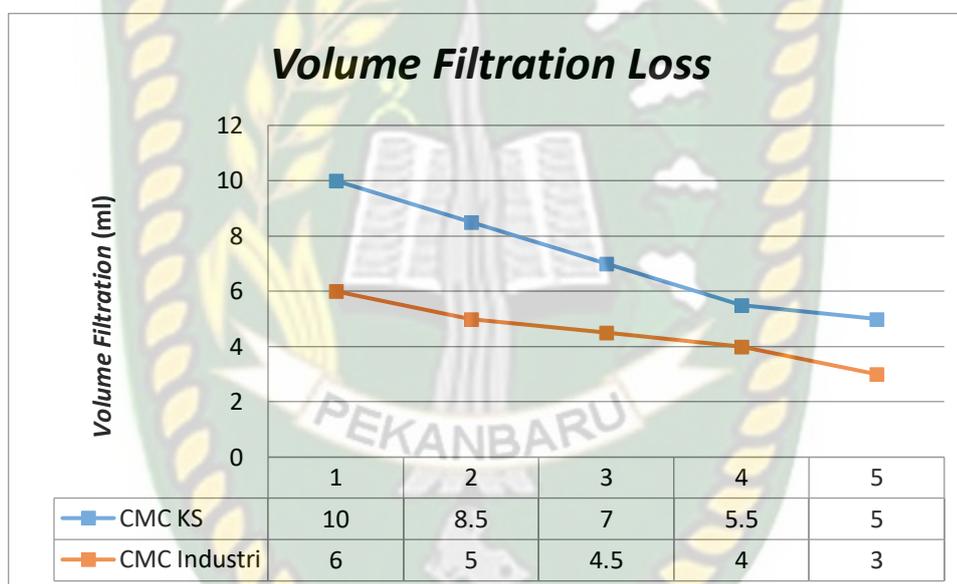
Dilihat dari data tabel hasil penelitian yang telah dilakukan nilai *mud cake* pada sampel CMC kulit singkong lebih tinggi dari pada sampel CMC industri hal ini dikarenakan sampel CMC kulit singkong terbuat dari bahan alami yang bersifat berserat sehingga hal ini lah yang membuat nilai *mud cake* CMC kulit singkong lebih tinggi atau tebal dari pada CMC industri. Namun dilihat dari standar nilai dari *mud cake* berdasarkan API Spec 13A. (2010) adalah 0.5 – 2.5 mm sehingga CMC kulit singkong dan CMC industri untuk penambahan komposisi 1 gr, 2 gr, 3 gr, 4 gr, dan 5 gr semuanya masih memenuhi standar nilai *mud cake*.

4.1.6 Volume Filtration Loss

Filtration Loss yaitu kehilangan segian fasa cair (*filtrate*) lumpur yang masuk kedalam formasi yang permeable. Menurut (Fitrianti, 2017) *Filtration Loss* yang terlalu besar berpengaruh jelek terhadap formasi maupun terhadap lumpurnya sendiri, karena dapat menyebabkan terjadinya *formation damage* dan lumpur akan kehilangan banyak cairan. Berikut adalah hasil perbandingan pengamatan volume filtrat yang terbaca melalui penyaringan di LPLT:

Tabel 4.6 Hasil Pengamatan *volume filtration* CMC KS dan CMC industri

No	Berat CMC (gr)	<i>Volume Filtration</i> (ml)	
		CMC KS	CMC industri
1	1	10	6
2	2	8.5	5
3	3	7	4.5
4	4	5.5	4
5	5	5	3

**Gambar 4.6** Grafik *volume filtration* dari CMC KS dan CMC industri

Berdasarkan data dari tabel dan grafik diatas, terlihat bahwa perbandingan *volume filtrate* dari CMC kulit singkong dan CMC industri sama-sama mengalami penurunan seiring dengan penambahan *additive* CMC kulit singkong maupun CMC industri. Hal ini membuktikan bahwa kedua *additive* CMC tersebut sama-sama mampu mengikat air sehingga mampu mengurangi *volume filtrat*. Berdasarkan API Spec 13A. (2010) untuk standar *volume filtrat* maksimal sebesar 10 ml sehingga CMC kulit singkong dan CMC industri untuk penambahan komposisi 1 gr, 2 gr, 3 gr, 4 gr, dan 5 gr semuanya memenuhi standar nilai *volume filtrat* yang diperbolehkan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian penggunaan kulit singkong sebagai alternatif pengganti dari CMC industri dan pengaruh terhadap *rheology* lumpur yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil dari pengujian viskositas, *plastic viscosity*, *yield point* dan *gel strength* terhadap lumpur dengan penambahan CMC kulit singkong dan CMC industri memiliki pengaruh yang signifikan, dimana disetiap penambahan sampelnya mengalami kenaikan secara linear. Seperti pada pengujian viskositas lumpur dengan CMC kulit singkong 1 gr dengan nilai 27.52 *second* dan pada 5 gr dengan nilai 266.41 *second*. Pengujian *plastic viscosity* lumpur dengan CMC kulit singkong 1 gr dengan nilai 12 cp dan pada 5 gr dengan nilai 21 cp. Pengujian *yield point* lumpur dengan CMC kulit singkong 1 gr dengan nilai 12 lb/100 ft² dan pada 5 gr dengan nilai 36 lb/100 ft². Pengujian *gel strength* pada lumpur dengan CMC kulit singkong 1 gr dengan nilai 0.5 100lb/ft² dan pada 5 gr dengan nilai 0.64 100lb/ft².
2. Hasil dari pengujian *mud cake* dan *volume filtration loss* terhadap lumpur dengan penambahan CMC kulit singkong dan CMC industri memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai *mud cake* dan *filtrate* pada masing-masing sampel lumpur tersebut. Seperti pada pengujian *mud cake* sampel lumpur dengan penambahan CMC kulit singkong 1 gr dengan nilai 0,5 mm dan sedangkan 5 gr dengan nilai 1.4 mm dan pada pengujian *volume filtration loss* sampel lumpur dengan penambahan CMC kulit singkong pada 1 gr dengan nilai 10 ml sedangkan pada 5 gr dengan nilai 5 ml. hal ini berlaku untuk kedua sampel lumpur yang menggunakan CMC kulit singkong dan CMC industri dimana setiap penambahan sampel CMC kulit singkong dan CMC industri terhadap lumpur akan mengurangi nilai *filtrate* pada sampel namun *mud cake* yang terbentuk nilainya juga semakin bertambah.

3. Berdasarkan data dari hasil percobaan yang telah diperoleh untuk sampel lumpur dengan penambahan CMC kulit singkong, nilai *rheology* yang memenuhi spesifikasi fluida pemboran berdasarkan API Spec 13A. (2010) adalah lumpur dengan penambahan komposisi CMC kulit singkong 3 gr dan 4 gr dengan nilai *plastic viscosity* 17 cp dan 19 cp, nilai *yield point* 18 lb/100 ft² dan 27 lb/100 ft², *mud cake* 0.9 mm dan 1 mm, serta volume *filtrate* 5.5 ml dan 5 ml.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian penggunaan kulit singkong sebagai *additive* CMC pengganti dari CMC industri serta pengaruh terhadap *rheology* lumpur disarankan untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Menghitung nilai keekonomisan CMC kulit singkong ini jika seandainya diterapkan disuatu lapangan pemboran atau perusahaan.
2. Melakukan penelitian terhadap pengaruh temperatur pada lumpur pemboran dengan penambahan CMC kulit singkong terhadap *rheology* lumpur pemboran dan *filtration loss*.

DAFTAR PUSTAKA

- API Spec 13A 18th Edition (2010). *Specification for Drilling Fluids Materials*. 2010(August 2010)
- Artiyani, A., & Soedjono, E. S. (2011). Bioetanol dari limbah kulit singkong melalui proses hidrolisis dan fermentasi dengan *saccharomyces cervisiae*. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XIII*. Surabaya: FTSP Institut Teknologi Sepuluh November.
- Amin, V. I. (2017). *Prediksi Kedalaman Lapisan Batuan Gamping di Area Selat Sunda Utara Menggunakan Multilayer Perceptron Duelist Algoritim*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Arif, L., Buntoro, A., Sudarmoyo, & Rubiandini, R. (2001). Penelitian Sifat-Sifat Rheologi Lumpur Filtrasi Rendah Pada Temperatur Tinggi. *Proceeding Simposium Nasional IATMI*.
- Buntoro, A. (1999). *LUMPUR PEMBORAN: Perencanaan dan Solusi Masalah Secara Praktis*. Yogyakarta: UPN Veteran
- Edition, E., Api, C., Annex, M., Part, A. S., & National, O. F. U. S. (2015). *Specification for Drilling Fluids Materials*. 2009(July).
- Fatimah, T. (2016). *Pemanfaatan Selulosa Dari Tandan Kosong Sawit Untuk Sintesis dan Karakterisasi Carboxymethyl cellulose (CMC)*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Fessenden, R. J., & S, J. F. (1989). *Kimia Organik Jilid 2 Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga.

- Fitrianti, F. (2017). Pengaruh Lumpur Pemboran Dengan Emulsi Minyak Terhadap Kerusakan Formasi Batu Pasir Lempungan (Analisa Uji Laboratorium). *Journal of Earth Energy Engineering*, 1(1), 67-79.
- Fernanda, R. (2019). *Analisis Penambahan Additive CMC Dari Kulit Durian Terhadap Filtration Loss Dan Rheology Lumpur Pemboran*. Pekanbaru: Universitas Islam Riau.
- Ghazali, N. A., Alias, N. H., Mohd, T. A. T., Adeib, S. I., & Noorsuhana, M. Y. (2015). Potential of Corn Starch as Fluid Loss Control Agent in Drilling Mud. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 754, pp. 682-687). Trans Tech Publications.
- Grahadiwin, P., Zabidi, L., & Rosyidan, C. (2016). *Studi Laboratorium Pengujian Fiber Mat Sebagai Loss Circulation Materials dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Rheology Lumpur Berbahan Dasar Minyak*. Jakarta: Universitas Trisakti.
- Hakim, W. (2019). *Pengaruh Sifat Rheology Lumpur Pemboran Dari CMC Kulit Kacang Tanah Sebagai Alternatif Pengganti CMC Industri*. Pekanbaru: Universitas Islam Riau.
- Hamid, A. (2017). Studi Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Lost Circulation Material (LCM) dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Rheologi Lumpur. *Petro*, 6(1), 12-20.
- 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*, 5(3-1), 10-20.

- Hastuti, F. W., & Indriana, K. (2015). *Pembuatan Carboksymethyl Cellulose (CMC) dari Batang Pohon Pisang (Musa Acuminata) Dengan Proses Alkalisasi dan Karboksimetilasi*. Surakarta: Uversitas Sebelas Maret.
- Kamal, N. (2010). Pengaruh Bahan Aditif CMC (Carboxymethyl Cellulose) Terhadap beberapa Parameter Pada Larutan Sukrosa. *Jurnal Teknologi*.
- Kementrian, & Pertanian. (2017). *Statistik Produksi Hortikultura*.
- Maulana, B., Satiyawira, B., & Rosyidan, C. (2015). Pengaruh Pemakaian Konsentrasi K-Soltex dan Bore Trole Terhadap Sifat Rheology Lumpur Sistem KCL / Polimer Untuk Mengatasi Perkembangan Shale Di Laboratorium Universitas Trisakti. *Seminar Nasional Cendekiawan 2015*, 271-276.
- Nisa, D., Dwi, W., & Putri, R. (2013). PEMANFAATAN SELULOSA DARI KULIT BUAH KAKAO (Teobroma cacao L.) SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN CMC (Carboxymethyl Cellulose)[IN PRESS JULI 2014]. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(3), 34-42.
- Novrianti, Mursyidah, & Ramadhan, M. I. (2017). Optimasi Hidrolika Lumpur Pemboran Menggunakan API Modifiet Powe Law Pada Hole 8 1/2 Sumur X Lapangan Mir. *Journal Of Eart Energy Engineering*, 15-28.
- Pradirga, G., Zabidi, L., & Rosyidan, C. (2016). *Studi Laboratorium Pengujian Fiber Mat Sebagai Loss Circulation Materials Dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Rheology Lumpur Berbahan Dasar Minyak*. 1–11.
- Richa, M., Khalid, I., & Novrianti. (2018). *Performance Analysis of Local Pekanbaru Bentonite for Reactive Solid Application of Mud Drilling*. 6(1), 23–32.

- Rubiandini, R. (2010). Additive Lumpur Pemboran Drill-009. In *Teknik Pemboran dan Pratikum*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Rubiandini, R. (2010). Lumpur Pemboran Drill-005. In *Teknik Pemboran dan Pratikum*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- S.P Santoso., Niko, S., & Aning, ayu. c. (2012). Pemanfaatan kulit singkong sebagai bahan dasar pembuatan Na CMC. *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 11, No. 3, 2012, 124-131.
- Suhascaryo, N., Rubiandini, R., & Handayani. (2001). Studi Laboratorium Additif Temperatur Tinggi Terhadap Sifat - Sifat Rheology Lumpur Pemboran Pada Kondisi Dinamis. *Proceeding of The 5 th Inaga Annual Scientific Conference & Exhibitions*. Yogyakarta.
- Vikas Mahto. (2013). Effect Of Activated Charcoal On the Rheological and Filtration Properties Of Water Drilling Fluid. *International Journal of Chemical & Petrochemical Technology (IJCPT)*, 3(4), 27–32.
- Widiatna, F., Satyawira, B., & Sundja, A. (2015). Analisis Penggunaan Lumpur Pemboran Pada Formasi Gumai Shale Sumur K-13, S-14 Dan Y-6 Trayek 12 ¼” Cnooc Ses Ltd. 361–367.
- Wijaya, S. M., Pitaloka, A. B., & Saputra, A. H. (2017). Sintesis dan Karakterisasi Carboxymethyl Cellulose (CMC) dari Selulosa Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan Media Reaksi Isopropanol Etanol. *Depok: Universitas Indonesia. Hal, 1(1), 1-2.*
- Yuningrat, N. W., Gunamantha, M., & Martiningsih, N. W. (2010). *Karakteristik membran selulosa dari kulit singkong dengan metode SEM dan FTIR*. Bali: Universitas Pendidikan Ganesha



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau