

TUGAS AKHIR
STUDI LABORATORIUM PENGARUH PENAMBAHAN
BUBUK KULIT PISANG TERHADAP *FILTRATION LOSS* DAN
***RHEOLOGY* PADA LUMPUR PEMBORAN**



Anugrah Dwi Widiyanto

NIM. 1801206

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERMINYAKAN

SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI MIGAS

BALIKPAPAN

2024

TUGAS AKHIR
STUDI LABORATORIUM PENGARUH PENAMBAHAN
BUBUK KULIT PISANG TERHADAP *FILTRATION LOSS* DAN
***RHEOLOGY* PADA LUMPUR PEMBORAN**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Strata 1

Program Studi S1 Teknik Perminyakan

Sekolah Tinggi Teknologi Migas Balikpapan



Anugrah Dwi Widiyanto

NIM. 1801206

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERMINYAKAN
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI MIGAS
BALIKPAPAN

2024

HALAMAN PENGESAHAN I

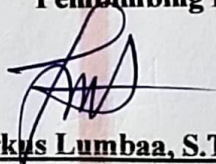
STUDI LABORATORIUM PENGARUH PENAMBAHAN BUBUK KULIT PISANG TERHADAP *FILTRATION LOSS* DAN *RHEOLOGY* PADA LUMPUR PEMBORAN

*Tugas Akhir telah memenuhi persyaratan dan dapat diterima serta dapat diajukan
dalam ujian Tugas Akhir*

Disetujui pada tanggal 23 Mei 2024

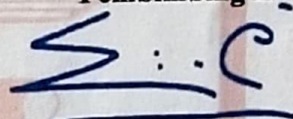
oleh :

Pembimbing I



Markus Lumbaa, S.T.,M.T
NIDN. 1113036702

Pembimbing II



Joko Wiyono, S.T.,M.T
NIDN. 1119018501

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Perminyakan



Abdi Suprayitno, S.T.,M.Eng
NIDN. 1110098502

HALAMAN PENGESAHAN II

STUDI LABORATORIUM PENGARUH PENAMBAHAN BUBUK KULIT PISANG TERHADAP *FILTRATION LOSS* DAN *RHEOLOGY* PADA LUMPUR PEMBORAN

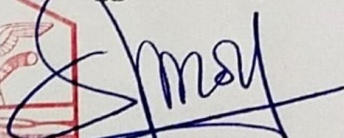
Telah dipertahankan di depan dewan penguji dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima sebagai kelengkapan mendapat gelar Sarjana Teknik

Disahkan pada tanggal 13 Juni 2024

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. [Rohima Sera Afifah, S.T., M.T] Ketua
[NIDN. 1117098601]
2. [Nuruddin Kafy El-Ridlo, S.S.,M.Pd.B.I] Sekretaris
[NIDN. 1127078503]
3. [Markus Lumbaa, S.T., M.T] Anggota
[NIDN. 1113036702]
4. [Joko Wiyono, S.T.,M.T] Anggota
[NIDN. 1119018501]

Mengetahui,
Wakil Ketua I Bidang Akademik
Sekolah Tinggi Teknologi Migas


Yumarti, S.T., M.Eng
NIDN. 1117068101

LEMBAR ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Anugrah DwiWidianto

NIM : 1801206

Judul Tugas Akhir : Studi Laboratorium Pengaruh Penambahan Bubuk Kulit Pisang Terhadap *Filtration Loss* dan *Rheology* pada lumpur pemboran.

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil karya tulis Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri. Karya tulis Tugas Akhir ini BUKAN merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya orang lain, atau hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya. Jika terdapat karya orang lain, saya PASTI mencantumkan sumber yang jelas.

Bila dikemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan pada karya tulis Tugas Akhir ini, saya bersedia diproses oleh kampus Sekolah Tinggi Teknologi Migas untuk melakukan verifikasi dengan sanksi berupa PENCABUTAN GELAR yang diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Sekolah Tinggi Teknologi Migas.

Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun.

Balikpapan, 13 Mei 2024
Yang membuat pernyataan

Anugrah Dwi Widianto
NIM.1801206

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Sekolah Tinggi Teknologi Migas, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Anugrah Dwi Widiyanto

NIM : 1801206

Program Studi : S1 Teknik Perminyakan

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Sekolah Tinggi Teknologi Migas Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Studi Laboratorium Pengaruh Penambahan Bubuk Kulit Pisang Terhadap Filtration Loss dan Rheology Pada Lumpur Pemboran

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Sekolah Tinggi Teknologi Migas berhak menyimpan, mengalihkan mengelola dalam bentuk pangakaln data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Balikpapan, 13 Mei 2024

Anugrah Dwi Widiyanto

NIM.1801206

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan anugerah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang berjudul :

“STUDI LABORATORIUM PENGARUH PENAMBAHAN BUBUK KULIT PISANG TERHADAP *FILTRATION LOSS* DAN *RHEOLOGY* PADA LUMPUR PEMBORAN”

Laporan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus di tempuh untuk menyelesaikan Program Sarjana di program studi S1 Teknik Perminyakan Sekolah Tinggi Teknologi Migas. Untuk itu kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr.M.Lukman,S.T.,M.T selaku Ketua Sekolah Tinggi Teknologi Migas.
2. Ibu Yuniarti,S.T.,M.Eng selaku Wakil Ketua I Bidang Akademik Sekolah Tinggi Teknologi Migas.
3. Bapak Abdi Suprayitno,S.T.,M.Eng selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Perminyakan Sekolah Tinggi Teknologi Migas.
4. Bapak Markus Lumbaa,S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Joko Wiyono,S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Pendamping.
5. Mbak Baik Maulinda Ulfah,S.T.,M.T dan Dea Ananda,S.T selaku pembimbing selama di Laboratorium STT Migas Balikpapan.
6. Serta semua pihak yang terlibat dalam penyusunan laporan tugas akhir ini

Saya menyadari bahwa penyusunan laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu saya mengharapkan segala kritik dan saran yang membangun. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Atas perhatiannya saya ucapkan terima kasih.

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Jangan pernah menyerah. Jika Tuhan belum menjawab doamu, itu karena Tuhan punya rencana yang lebih baik untuk hidupmu”

Dengan penuh ungkapan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada mereka yang tersayang :

1. Bapak yang terkasih yang tidak pernah lelah banting tulang untuk menyekolahkan saya. Semoga dengan hasil karya anakmu ini bisa membuat bapak bangga.
2. Mamaku tersayang yang telah melahirkan dan membesarkanku, terimakasih untuk cinta dan kasih sayang yang tak pernah berhenti. Terima kasih untuk doanya selama ini.
3. Kakaku terima kasih untuk support yang kamu berikan.
4. Kepada teman-teman saya dapa, gusti, jo, mail, dan bang wahyu terima kasih buat dukungan kalian kepada saya, tetap semangat meraih mimpi kita semua.
God Bless Us.

ABSTRAK

STUDI LABORATORIUM PENGARUH PENAMBAHAN BUBUK KULIT PISANG TERHADAP *FILTRATION LOSS* DAN *RHEOLOGY* PADA LUMPUR PEMBORAN

Anugrah Dwi Widiyanto, Pembimbing Utama : Markus Lumbaa,S.T.,M.T,
Pembimbing Pendamping : Joko Wiyono,S.T.M.T

Kesalahan ketika mengontrol *rheology* lumpur akan mengakibatkan masalah saat pemboran berlangsung seperti tidak stabilnya sumur dan kehilangan sebagian *filtrate* atau cairan yang menuju ke dalam formasi permeabel. Untuk mengatasi masalah dilakukannya penambahan polimer alami yang ramah lingkungan yang berasal dari kulit pisang memiliki fungsi sebagai kandidat polimer jenis baru, karena pada bahan tersebut memiliki kandungan senyawa organik 6-8% hemiselulosa, 60-65% selulosa, 5-10% lignin. Tujuan: Untuk mengetahui pengaruh bubuk kulit pisang terhadap *filtration loss* pada lumpur pemboran, untuk mengetahui pengaruh bubuk kulit pisang terhadap *rheology* lumpur pemboran. Metode penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium untuk menentukan *rheology* lumpur pemboran dari kulit pisang, parameter pengujian *densitas*, *plastic viscosity*, *yield point*, *gel strength*, *filtration loss*, dan *mud cake*. Hasil penelitian pada sampel serbuk kulit pisang mendapatkan hasil *volume filtrate* pada *filtration loss* dengan massa 2-8 gr mendapatkan hasil dengan nilai 7,2 ml/30 menit, 6,6/30 menit, 6,4/30 menit, 6,3/30 menit, 6/30 menit. Nilai dari *filtration loss* mengalami penurunan dikarenakan adanya penambahan 2 gr pada setiap konsentrasi serbuk kulit pisang yang terdapat kandungan selulosa *filtration loss* akan semakin berkurang karena lumpur semakin tebal, dari penelitian *rheology* menggunakan bubuk kulit pisang didapatkan nilai *mud weight* dengan massa 2 gr-8 gr dengan nilai 1,08-1,12 Sg, *plastic viscosity* dengan massa 2 gr-8 gr dengan rentang nilai 16-20 cp dan *yield point* dengan massa 2 gr-8 gr didapatkan nilai 70-10 lb/100ft², nilai *gel strength* 10 detik dengan massa 2-8 gr dengan nilai 7-10 lbs/100ft², *gel strength* 10 menit dengan massa 2-8 gr dengan nilai 8-12 lbs/100ft², *mud cake* dengan massa 2-8 gr dengan nilai 0,26-0,34 mm.. Kesimpulan: nilai *filtration loss* menurun dikarenakan kandungan air di dalam filtrat ikut menguap sehingga menyebabkan *filtration loss* berkurang. Nilai *rheology* Semakin besar penambahan serbuk kulit pisang maka nilai yang didapat semakin besar.

Kata Kunci :bubuk kulit pisang, *filtration loss*, *rheology*, lumpur pemboran, polimer

ABSTRACT

LABOLATORY STUDY OF THE EFFECT OF ADDING BANANA PEEL POWDER ON FILTRATION LOSS AND RHEOLOGY IN DRILLING MUD

Anugrah Dwi Widiyanto; Advisor: Markus Lumbaa,S.T.,M.T; Companion
Advisor: Joko Wiyono,S.T.,M.T

Errors in controlling *the rheology of the mud will result in problems during drilling such as instability of the well and loss of some of the filtrate or fluid leading into the permeable formation*. To overcome the problem, the addition of environmentally friendly natural polymers derived from banana peels has a function as a candidate for a new type of polymer, because the material contains organic compounds 6-8% hemicellulose, 60-65% cellulose, 5-10% lignin. Objective: To determine the effect of banana peel powder on *filtration loss* in drilling mud, to determine the effect of banana peel powder on drilling mud *rheology*. This research method was carried out on a laboratory scale to determine the rheology of drilling mud from banana peels, density testing parameters, *plastic viscosity, yield point, gel strength, filtration loss, and mud cake*. The results of the study on banana peel powder samples obtained *filtrate volume* results at *filtration loss* with a mass of 2-8 gr obtained results with values of 7.2 ml/30 minutes, 6.6/30 minutes, 6.4/30 minutes, 6.3/30 minutes, 6/30 minutes. The value of *filtration loss* decreased due to the addition of 2 grams to each concentration of banana peel powder containing cellulose content, *filtration loss* will be reduced because the mud is getting thicker, from *rheology* research using banana peel powder, a *mud weight value* with a mass of 2 gr-8 gr with a value of 1.08-1.12 Sg, *plastic viscosity* With a mass of 2 gr-8 gr with a value range of 16-20 cp and a *yield point* with a mass of 2 gr-8 gr a value of 70-10 lb/100ft², a *gel strength* value of 10 seconds with a mass of 2-8 gr with a value of 7-10 lbs/100ft², a *gel strength* of 10 minutes with a mass of 2-8 gr with a value of 8-12 lbs/100ft², *mud cake* with a mass of 2-8 gr with a value of 0.26-0.34 mm. Conclusion: the *filtration loss* value decreased because the water content in the filtrate also evaporated, causing *the filtration loss* to decrease. Rheology value The greater the addition of banana peel powder, the greater the value obtained.

Keywords: banana peel powder, filtration loss, rheology, drilling mud, polimer

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	1
HALAMAN PENGESAHAN I	ii
HALAMAN PENGESAHAN II	iii
LEMBAR ORISINALITAS	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pisang	4
2.2 Lumpur Pemboran.....	5
2.3 Fungsi-Fungsi Lumpur Pemboran	5
2.3.1 Mengangkat <i>cutting</i>	6
2.3.2 Mengontrol tekanan formasi	6
2.3.3 Menahan <i>cutting</i> saat sirkulasi dihentikan	6
2.3.4 Menjaga kestabilan lubang bor	7
2.3.5 Melumasi dan mendinginkan <i>bit</i>	7
2.3.6 Menghantarkan gaya hidrolika ke <i>bit</i>	8

2.3.7 Media untuk evaluasi (logging)	8
2.3.8 Mencegah dan menghambat korosi.....	8
2.3.9 Menunjang berat dari rangkaian bor	9
2.3.10 Membersihkan dasar lubang bor	9
2.4 Sifat Fisik dan <i>Rheology</i> Lumpur Pemboran	9
2.4.1 Densitas	10
2.4.2 <i>Plastic Viscosity</i>	11
2.4.3 Yield Point	11
2.4.4 <i>Gel Strength</i>	12
2.4.5 <i>Filtration Loss</i>	12
2.4.6 <i>Mud Cake</i>	13
2.4.7 pH.....	13
2.5 Jenis-Jenis Lumpur Pemboran	13
2.5.1 <i>Water Base Mud</i>	14
2.5.2 <i>Salt Water Mud</i>	14
2.5.3 <i>Oil Base Mud</i>	15
2.5.4 <i>Gaseous Drilling Fluid</i>	15
2.6 Polimer	16
2.6.1 Jenis-Jenis Polimer.....	16
2.6.2 Kelompok Selulosa	16
2.6.3 Kelompok Biopolimer.....	17
2.7 Fungsi Polimer pada Lumpur Pemboran	17
2.7.1 <i>Viscosifier</i> (Pengental)	17
2.7.2 Peningkatan daya guna bentonite (<i>bentonite extender</i>)	18
2.7.3 Penggumpal (<i>Flocculant</i>).....	18
2.7.4 Pengontrol laju tapisan.....	18
2.7.5 Additif penstabil <i>shale</i>	19
2.7.6 Mencegah <i>scale</i> (kerak)	19
2.7.7 Pemakaian dalam lumpur berat <i>non-disperse</i>	19
2.7.8 Pemecah gumpalan (Deflokulan).....	20
2.8 Penelitian Terdahulu	20
BAB III METODOLOGI.....	22

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	22
3.2.1 Alat	22
3.2.2 Bahan	26
3.3 Diagram Alir Penelitian	27
3.4 Prosedur Penelitian.....	28
3.4.1 Proses pembuatan lumpur pemboran	28
3.4.2 Pengujian <i>Rheology</i> Lumpur Pemboran.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Hasil Desain Lumpur	34
4.2 Hasil Pengujian di Laboratorium	36
4.2.1 Hasil Pengujian <i>Mud Weight</i>	36
4.2.2 Pengujian <i>Plasctic Viscosity</i>	37
4.2.3 Pengujian <i>Yield Point</i>	38
4.2.4 Pengujian <i>Gel Strength 10 detik</i>	39
4.2.5 Pengujian <i>Gel Strength 10 menit</i>	40
4.2.6 Pengujian <i>Filtrate API (100 psi)</i>	42
4.2.7 Pengujian <i>Mud Cake</i>	42
4.2.8 Pengujian pH.....	43
BAB V PENUTUP.....	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN 1	49
LAMPIRAN 2	49
LAMPIRAN 3	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kulit Kering Pisang Kepok	4
Gambar 3. 1 Timbangan digital (Laboratorium STT MIGAS Balikpapan,2024)	22
Gambar 3. 2 Mud mixer (Laboratorium STT MIGAS Balikpapan,2024)	23
Gambar 3. 3 Fann VG meter (Laboratorium STT MIGAS Balikpapan,2024)	23
Gambar 3. 4 LPLT filter press (Laboratorium STT MIGAS Balikpapan,2024) ..	24
Gambar 3. 5 Filter paper (Laboratorium STT MIGAS Balikpapan,2024)	24
Gambar 3. 6 Gelas ukur (Laboratorium STT MIGAS Balikpapan,2024).....	24
Gambar 3. 7 Jangka sorong (Laboratorium STT MIGAS Balikpapan,2024)	25
Gambar 3. 8 pH meter (Laboratorium STT MIGAS Balikpapan,2024)	25
Gambar 3. 9 Pressurizes Mud balance (Laboratorium STT MIGAS Balikpapan,2024)	
Gambar 3. 10 Stopwatch (Laboratorium STT MIGAS Balikpapan,2024)	26
Gambar 3. 11 Diagram alir.....	27
Gambar 4.1 1 Grafik Perubahan Mud Weight	37
Gambar 4.1 2 Grafik Perubahan Plastic Viscosity	38
Gambar 4.1 3 Grafik Perubahan Yield Point	39
Gambar 4.1 4 Grafik Perubahan Gel Strength 10 detik	40
Gambar 4.1 5 Grafik Perubahan Gel Strength 10 menit	41
Gambar 4.1 6 Grafik Perubahan Filtrate	42
Gambar 4.1 7 Grafik Perubahan Mud Cake	43
Gambar 4.1 8 Grafik Perubahan pH.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu	20
Tabel 3. 1 bahan lumpur pemboran.....	29
Tabel 4. 1 <i>Formation Original Mud</i>	34
Tabel 4. 2 Formulation Tercampur dengan bubuk Kulit Pisang	35
Tabel 4. 3 Hasil pengukuran lumpur.....	35
Tabel 4. 4 <i>Mud Weight</i>	36
Tabel 4. 5 Plastic Viscosity	38
Tabel 4. 6 <i>Yield Point</i>	39
Tabel 4. 7 <i>Gel Strength</i> 10 detik	39
Tabel 4. 8 <i>Gel Strength</i> 10 menit	41
Tabel 4. 9 <i>Filtrate</i>	42
Tabel 4. 10 <i>Mud Cake</i>	43
Tabel 4. 11 pH.....	44

DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan	satuan
<i>p</i>	Densitas lumpur	<i>Ppg</i>
<i>m</i>	Berat lumpur	<i>pound</i>
<i>v</i>	Volume lumpur	<i>gallon</i>
μ_p	Plastic viscosity	cp
C600	Dial reading 600 RPM	derajat
C300	Dial reading 300 RPM	derajat
Y_P	Yield point	lb/100ft ²
GS	Gel strength	lb/100ft ²

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam suatu proses pemboran, lumpur pemboran merupakan salah satu komponen yang dapat menentukan berjalannya proses pemboran, maka diperlukan suatu sistem lumpur pemboran yang dapat disesuaikan dengan formasi, tekanan, temperatur dan kontaminasi pada sumur yang akan ditembus. Sifat fisik lumpur pemboran sangat berpengaruh terhadap sirkulasi pemboraaan berlangsung. Penentuan suatu sifat fisik lumpur pemboran tidak terlepas dengan adanya bahan komposisi yang sesuai dengan keadaan pada suatu formasi sumur tersebut. Komposisi atau zat aditif pada suatu lumpur pemboran mempunyai fungsi untuk mengontrol sifat fisik pada suatu lumpur pemboran. Komposisi atau aditif kimia seperti kalsium klorida, kalium sulfat, natrium hidrosida, kromium dan bahan aditif lainnya merupakan jenis aditif kimia yang memiliki dampak negatif contohnya adanya kontaminasi pada lingkungan, sehingga jika tidak diatasi dengan baik maka akan menimbulkan beberapa masalah pada sektor lingkungan, Kesehatan dan keselamatan. Diperlukannya adanya regulasi yang ketat pada pemilihan komposisi atau zat aditif pada lumpur pemboran yang ramah lingkungan, kesehatan dan keamanan sehingga diperlukan bioindicator pada setiap pemilihan bahan tersebut. Penggunaan aditif pada lumpur pemboran ramah lingkungan yang dihasilkan dari pemanfaatan limbah biodegradable merupakan salah satu solusi dari masalah tersebut.

Dengan berkembang ilmu pengetahuan pada dunia lumpur pemboran, maka akan dilakukan percobaan pembuatan polimer berasal dari limbah biodegradable seperti kulit pisang. Keuntungan menggunakan limbah biodegradable adalah selain memanfaatkan hasil dari limbah rumah tangga, dapat mencegah terjadinya pencemaran pada saat berlangsung pemboran. Pada penelitian ini limbah

biodegradable yang digunakan adalah limbah kulit pisang. Kulit pisang memiliki kandungan senyawa organik yaitu 6-8% hemiselulosa, 60-65% selulosa, dan 5-10% lignin yang dapat menjaga nilai sifat fisik dari lumpur yang digunakan. Berdasarkan kandungan senyawa tersebut akan dilakukan percobaan eksperimen pada konsentrasi 2 gr, 4 gr, 6 gr dan 8 gr, sehingga dapat dilihat apakah penggunaan limbah kulit pisang dapat mempengaruhi *filtration loss* dan *rheology* lumpur pemboran

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah bubuk kulit pisang dapat digunakan sebagai jenis aditif polymer pada suatu lumpur pemboran?
2. Bagaimana pengaruh penambahan bubuk kulit pisang pada setiap konsentrasi terhadap setiap sample lumpur pemboran?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini merupakan analisa laboratorium yang mana mempunyai batasan masalah yaitu meliputi : *mud weight*, *plastic viscosity*, *yield point*, *gel strength*, *filtration loss*, *mud cake*, dan Ph terhadap konsentrasi 2 gr, 4 gr, 6 gr, 8 gr.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh bubuk kulit pisang terhadap *filtration loss* pada lumpur pemboran.
2. Untuk mengetahui pengaruh bubuk kulit pisang terhadap *rheology* lumpur pemboran.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Mengetahui pengaruh dari bubuk kulit pisang terhadap analisis *filtration loss* dan *rheology* dalam peningkatan lumpur pemboran.

-
2. Dapat dijadikan acuan bagi mahasiswa untuk melakukan penelitian selanjutnya mengenai perubahan sifat fisik lumpur ketika ditambahkan zat additive pada system polimer.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab tinjauan pustaka ini akan membahas teori dasar yang berhubungan dengan penelitian ini mengenai pemanfaatan kulit pisang sebagai bahan alternatif aditif lumpur pemboran yang ramah lingkungan. Penjelasan pada tinjauan Pustaka ini akan dijabarkan secara rinci pada setiap sub bab di tinjauan Pustaka ini.

2.1 Pisang

Penelitian ini menggunakan pisang kepok (*Musa acuminata balbisiana Colla*) merupakan salah satu jenis buah-buahan tropis yang tumbuh subur dan mempunyai wilayah penyebaran merata di seluruh wilayah Indonesia. Pisang termasuk komoditas unggulan yang mudah diusahakan, berumur singkat, dan dapat dipanen sepanjang tahun. Karena tanaman pisang merupakan tanaman yang dapat dipanen sepanjang tahun, maka limbah yang dihasilkan pun melimpah.

Bahan-bahan alami sangat bagus jika digunakan terkhususnya dalam industri karena mengurangi dampak pencemaran lingkungan dan juga bahan-bahan ramah lingkungan dapat dengan mudah didapatkan, bahan yang akan dilakukan uji coba dalam penelitian ini adalah kulit pisang kepok. Kulit pisang kepok memiliki kandungan phosphorus, magnesium, sodium, iron, calcium, copper, potassium, manganese, zinc. Kandungan senyawa organik yang terdapat pada kulit pisang kepok mentah (% berat kering) yaitu: 6-8% hemiselulosa, 60-65% selulosa, 5-10% lignin



Gambar 2. 1 Kulit Kering Pisang Kepok

Penggunaan *bio product* sangat menguntungkan dalam lumpur pemboran selain dari ramah lingkungan karena terbuat dari bahan-bahan alami dan mudah didapatkan yaitu jika kita aplikasikan ke dalam lumpur pemboran maka *rheology* lumpur yang diaplikasikan sangat stabil. Kulit Pisang yang telah kering sempurna selanjutnya akan diproses menggunakan *food processer* hingga menjadi bubuk kulit pisang, setelah diproses menjadi bubuk kemudian di campurkan kedalam lumpur pemboran, fungsi kulit pisang kepek sendiri yaitu sebagai polimer yang dapat menjaga *rheology* dari fluida yang akan digunakan pada saat pemboran dimana variabel yang mempengaruhi adalah suhu.

2.2 Lumpur Pemboran

Lumpur Pemboran merupakan fluida (zat cair / zat padat) yang digunakan dalam operasi pemboran untuk membantu proses pemboran. Zat cair dari lumpur pemboran merupakan komponen dasar lumpur yang berupa air atau minyak, zat padat sebagai pemberat dan pengental, dan zat kimia sebagai pengontrol sifat lumpur agar sesuai dengan kondisi formasi yang ditembus. Komposisi dan sifat fisik lumpur sangat berpengaruh terhadap suatu operasi pemboran dan faktor yang menentukan berhasil atau tidaknya suatu pemboran tergantung pada lumpur pemboran. Sebagai salah satu faktor penentu keberhasilan operasi pemboran, lumpur yang digunakan harus memiliki sifat fisik dan kimia yang stabil. Semua jenis lumpur pemboran pada dasarnya memiliki sifat yang sama yaitu *densitas, viskositas, gel strength, filter cake, water loss, dan electrical resistance*. Kecepatan pemboran, efisiensi, keselamatan, dan biaya pemboran sangat tergantung pada fluida yang digunakan. (Satiyawira et al., 2020)

2.3 Fungsi-Fungsi Lumpur Pemboran

Tujuan dari penggunaan lumpur pemboran adalah agar proses pemboran tidak mengalami masalah-masalah yang dapat menghambat proses pemboran itu sendiri. Faktor pendukung dalam operasi pemboran antara lain adalah kecepatan pemboran, efisiensi, keselamatan dan biaya pemboran. (Satiyawira, 2019).

2.3.1 Mengangkat *cutting*

Saat operasi pemboran berlangsung, bit akan menggerus formasi yang ditembus sehingga terjadi pengikisan yang menghasilkan serbuk bor atau yang disebut *cutting*. Untuk mencapai hasil operasi pemboran yang efektif maka *cutting* harus diangkat dari lubang sumur ke permukaan. *Cutting* yang tidak diangkat dapat menyebabkan beberapa masalah seperti bit baling dimana *cutting* melekat pada bit, menurunnya laju penetrasi akibat regrinding atau penggerusan *cutting*, dan meningkatkan beban dari drag dan torque. Hal yang mempengaruhi keberhasilan pengangkatan *cutting* yaitu kecepatan fluida di annulus, viskositas, densitas, rotasi pipa, dan hole angle (Amoco, 1994).

2.3.2 Mengontrol tekanan formasi

Tekanan hidrostatik yang dimiliki oleh lumpur pemboran merupakan faktor utama pengontrol tekanan formasi yang ditembus saat operasi pemboran. Tekanan hidrostatik adalah tekanan yang diakibatkan oleh gaya yang diberikan kolom fluida dengan densitas tertentu pada suatu kedalaman. Pada umumnya tekanan fluida formasi bernilai sekitar 0,465 psi/ft kedalaman, setara dengan ketinggian kolom fluida dengan densitas 8,94 ppg, yang kira-kira merupakan massa jenis air laut. Apabila tekanan formasi lebih kecil dari normal (*subnormal pressure*) maka densitas lumpur harus diperkecil untuk mencegah masuknya lumpur ke dalam formasi atau loss. Sedangkan untuk kondisi tekanan formasi yang lebih besar dari normal (*abnormal pressure*), densitas lumpur harus diperbesar dengan cara menambahkan pemberat seperti barite, hematit, dan kalsium karbonat. (Rabia, H., 2002)

2.3.3 Menahan *cutting* saat sirkulasi dihentikan

Pada keadaan statis dimana operasi pemboran dihentikan, lumpur pemboran berfungsi untuk menahan serbuk bor agar tidak jatuh dan menumpuk di dasar lubang bor. Sifat rheologi lumpur berupa *gel strength* adalah faktor penting yang berpengaruh pada kemampuan lumpur membersihkan lubang bor dan mencegah

pengendapan serbuk bor. *Gel strength* merupakan pembentukan padatan karena gaya tarik menarik antara mineral lempung yang terjadi di keadaan statis, sehingga perhitungan nilai *gel strength* dilakukan dengan standarisasi 10 detik dan 10 menit menggunakan alat VG Meter. Nilai *gel strength* yang terlalu kecil akan menyebabkan pengendapan *cutting* sedangkan nilai yang terlalu besar akan mempersulit pemompaan lumpur untuk disirkulasi kembali. (Rabia, H., 2002)

2.3.4 Menjaga kestabilan lubang bor

Ketidakstabilan lubang bor merupakan masalah yang sering ditemui dalam operasi pemboran, terlebih pada formasi yang mengandung lapisan *shale* reaktif yang tebal. Interaksi antara lumpur dan lapisan *shale* merupakan salah satu faktor ketidakstabilan lubang bor. Dimana filtrat dari lumpur pemboran akan terhidrasi oleh *shale* dan menyebabkan runtuhnya dinding formasi ke dalam lubang atau yang biasa disebut *sloughing shale*. *Mud cake* yang dibentuk oleh lumpur pemboran berperan untuk menahan dinding lubang bor agar tidak mudah runtuh. Hal ini diakibatkan oleh kemampuannya dalam menghalangi masuknya filtrat lumpur ke dalam formasi. Kualitas dari *mud cake* yang diharapkan yaitu tipis dan kuat agar mampu mencegah runtuhnya dinding lubang bor serta mempertahankan ukuran lubang bor. Ketebalan *mud cake* yang berlebih dapat menyebabkan beberapa masalah seperti stuck pipe. (Amoco, 1994)

2.3.5 Melumasi dan mendinginkan bit

Saat operasi pemboran berjalan, friksi atau gaya gesek dapat terjadi pada *bit* dan daerah dimana *drill string* berhubungan dengan dinding formasi. Perputaran tersebut menghasilkan sejumlah panas yang dapat merusak *bit* yang digunakan, menjadikan *bit* cepat terbakar dan menumpul. Dinding formasi pada umumnya memiliki konduktivitas yang kecil sehingga hanya mampu menyerap sebagian kecil dari panas yang dihasilkan. Namun lumpur yang dirkulasikan dapat mendinginkan *bit* dan *drill string*, membantu mengurangi faktor friksi pada pipa dan pahat bor,

berfungsi sebagai pelumas antara lubang sumur dan *drill string* sehingga mengurangi torsi dan *drag*. (BAKER HUGHES, 2006)

2.3.6 Menghantarkan gaya hidrolika ke bit

Lumpur pemboran merupakan media penghantar daya hidrolika dari permukaan ke dasar lubang bor untuk mengangkat serbuk bor dan membersihkan dasar lubang sumur. Laju sirkulasi dari lumpur dihitung sesuai dengan daya hidrolika lumpur yang diperlukan untuk mencapai pembersihan lubang dan pengangkatan serbuk bor yang optimal. Daya hidrolika yang dimaksud yaitu *Hydraulic Horsepower* (HHP) yang merupakan akibat dari aliran fluida pemboran dan *pressure drop* melalui *bit nozzle*. Energi yang dihasilkan kemudian dikonversi ke tenaga mekanik yang mampu mengangkat serbuk bor dan memperbaiki *Rate of Penetration* (ROP). (Baker Hughes INTEQ, 1995)

2.3.7 Media untuk evaluasi (logging)

Salah satu cara untuk mengevaluasi suatu formasi yaitu dengan menggunakan lumpur pemboran. Lumpur yang disirkulasikan ke dalam lubang sumur akan kembali ke permukaan membawa serbuk bor yang dapat dikumpulkan sebagai bahan evaluasi formasi dan untuk menentukan nilai komersial sumur yang dibor. Informasi mengenai formasi yang ditembus juga didapatkan dengan cara *Logging While Drilling* (LWD) dan *Measurement While Drilling* (MWD) dimana pengumpulan data formasi dilakukan seiring dengan operasi pemboran menggunakan kabel dan tanpa melepas *drill string*. Data formasi ditransmisikan secara *real-time* menggunakan pulsa tekanan melalui lumpur pemboran. (Rabia, H., 1985)

2.3.8 Mencegah dan menghambat korosi

Adanya material korosif seperti gas O₂, CO₂, dan H₂S pada formasi yang ditembus dapat memicu rusaknya peralatan pemboran yang umumnya terbuat dari baja dan karbon. Faktor yang juga berpengaruh yaitu pH dari lumpur yang digunakan. Lumpur dengan pH asam akan mempercepat laju korosi dan

menghancurkan serbuk bor yang terangkat, maka dari itu lumpur yang disirkulasikan harus bersifat basa dengan *range* pH 8.5-11.5. Aditif pengontrol pH seperti sodium hydroxide (caustic soda), potassium hydroxide, dan calcium hydroxide umumnya ditambahkan untuk menyeimbangi kadar asam lumpur akibat penambahan aditif-aditif lainnya. Sedangkan aditif yang digunakan untuk mengontrol korosi adalah *corrosion inhibitor*, *oxygen scavengers*, dan *hydrogen sulfide scavengers*. (BAKER HUGHES, 2006)

2.3.9 Menunjang berat dari rangkaian bor

Daya apung atau *buoyancy effect* yang diberikan lumpur pemboran berperan penting dalam membantu menahan berat pipa atau rangkaian pemboran. Faktor daya apung digunakan untuk menghubungkan kerapatan lumpur yang dipindahkan dengan kerapatan material dalam tubular; oleh karena itu, setiap peningkatan dalam kepadatan lumpur menghasilkan peningkatan gaya apung (Amoco,1994).

2.3.10 Membersihkan dasar lubang bor

Pembersihan lubang atau *hole cleaning* merupakan faktor penting dalam keberhasilan suatu proses pemboran. Keefektifan *hole cleaning* berbanding lurus dengan kemampuan lumpur pemboran mengangkat cutting ke permukaan. Faktor lainnya yang mempengaruhi yaitu kecepatan annular dari fluida pemboran yang disirkulasikan. Pembersihan lubang sumur yang tidak optimal dapat mengakibatkan umur *bit* yang berkurang akibat *regrinding*, *pipe sticking*, dan peningkatan *annular density* dan tekanan hidrostatik yang dapat menyebabkan rekahnya formasi lemah sehingga terjadi *loss circulation*. (Amoco, 1994)

2.4 Sifat Fisik dan Rheology Lumpur Pemboran

Lumpur pemboran sangatlah berpengaruh pada keberhasilan operasi pemboran. Sifat fisik dari lumpur perlu untuk diperhatikan dan disesuaikan dengan kriteria yang diinginkan pada setiap kondisi formasi yang ditembus. Sebagai contoh lumpur perlu ditambahkan pengontrol sifat fisik saat pemboran dilakukan pada daerah batuan lunak sedangkan di daerah batuan keras sifat-sifat ini tidak terlalu

berpengaruh. Beberapa pertimbangan yang penting dalam pemilihan lumpur pemboran yaitu faktor ekonomi, kontaminasi lumpur, jenis air yang tersedia, tekanan, dan temperatur. Pemantauan sifat-sifat fisik lumpur pemboran sangat penting meskipun sistem lumpur sudah dipersiapkan secara memadai. Umumnya akan ada perubahan sifat-sifat lumpur yang nantinya akan terlihat saat lumpur disirkulasikan. Oleh sebab itu sifat fisik harus dipantau secara kontinu dan dikoreksi sebelum terjadi masalah pemboran yang serius. (Rubiandini, R., 2012)

2.4.1 Densitas

Densitas atau berat jenis merupakan salah satu sifat fisik lumpur yang berperan penting dalam kesuksesan suatu proses pemboran. Nilai dari berat jenis atau densitas dari lumpur yang digunakan sangat berpengaruh sebagai penahan tekanan formasi. Berat jenis akan memberikan tekanan hidrostatis kepada lumpur yang diperlukan untuk mengimbangi tekanan formasi agar tidak terjadi *blow-out* ataupun hilang sirkulasi. Oleh sebab itu berat jenis lumpur perlu disesuaikan dengan keadaan formasi yang akan akan dibor, sehingga diperlukan pengaturan densitas yang baik. Lumpur dengan densitas yang terlalu berat akan menyebabkan *loss circulation* dan lumpur dengan densitas yang ringan akan menyebabkan *blow-out*. Penambahan material pemberat seperti barit akan membantu memperbesar nilai densitas sedangkan untuk mengurangi densitas lumpur cukup dengan menambahkan air atau minyak. (Amoco,1994)

Densitas lumpur ditentukan dengan persamaan :

$$p = \frac{m}{v} \quad (2.1)$$

Keterangan :

p = Densitas lumpur, *ppg*

m = Berat lumpur, *pound*

v = Volume lumpur, *gallon*

2.4.2 Plastic Viscosity

Plastic viscosity adalah sebuah tahanan atau hambatan terhadap aliran yang disebabkan oleh gesekan mekanis dalam lubang bor yang disebabkan oleh konsentrasi padatan, ukuran dan bentuk padatan, serta viskositas dari fluida pemboran. *Plastic viscosity* akan meningkat seiring dengan meningkatnya kadar padatan pada lumpur dan dapat diturunkan dengan mengurangi konsentrasi padatan atau dengan mengurangi luas permukaan dan dengan pengenceran atau pemisahan mekanis. Pengendalian nilai *plastic viscosity* lumpur melibatkan pengendalian kontaminan padatan pada lumpur dan viskositas fluida pemboran. (Amoco, 1994). Untuk menentukan persamaan *plastic viscosity* (μ_p) digunakan persamaan *Bingham plastic* berikut:

$$\mu_p = \frac{\tau_{600} - \tau_{300}}{\gamma_{600} - \gamma_{300}} \quad (2.2)$$

Dengan memasukkan persamaan didapat:

$$\mu_p = C_{600} - C_{300} \quad (2.3)$$

Dimana:

μ_p = *plastic viscosity*

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

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

2.4.3 Yield Point

Yield point merupakan resistensi dari fluida untuk mengalir akibat gaya tarik menarik antara partikel lumpur yang disebabkan oleh muatan-muatan pada permukaan partikel yang di dispersi dalam fasa fluida. (Rubiandini, 2009).

Yield point ditentukan dengan persamaan:

$$Y_p = 300 - (\mu_p) \quad (2.4)$$

Keterangan:

Y_p = *yield point*, lb/100 ft²

C300 = *dial reading* 300 RPM, derajat

(μ_p) = *plastic viscosity*, cp

2.4.4 *Gel Strength*

Gel strength merupakan kemampuan lumpur untuk menahan *cutting* dengan cara membentuk struktur *gel* saat sirkulasi dihentikan. Layaknya *yield point*, *gel strength* juga merupakan ukuran dari gaya tarik menarik partikel di dalam sistem lumpur. Perbedaannya yaitu *gel strength* adalah ukuran gaya tarik-menarik saat keadaan statik sedangkan *yield point* merupakan ukuran gaya tarik-menarik yang dinamik. (Rubiandini, 2009).

Gel strength ditentukan dengan persamaan :

$$GS = \frac{\text{simpangan maksimum 10 detik}}{\text{simpangan maksimum 10 menit}} \quad (2.5)$$

Keterangan :

GS = *Gel strength*, lb/100ft²

2.4.5 *Filtration Loss*

Filtration loss adalah kondisi dimana lumpur kehilangan sebagian dari fasa cairnya kedalam formasi permeabel sedangkan fasa padatnya akan membentuk *mud cake* pada dinding lubang bor. Pembentukan *mud cake* merupakan salah satu fungsi dari lumpur agar mampu mencegah runtuhnya dinding lubang bor. Namun ketebalan *mud cake* yang berlebih dapat menyebabkan beberapa masalah seperti terjepitnya pipa pemboran sehingga sulit untuk digerakkan. *Filtration loss* yang terlalu besar akan berdampak buruk terhadap formasi maupun lumpur itu sendiri karena akan mengakibatkan *formation damage*, dan lumpur akan kehilangan banyak cairan. (Rubiandini,2009).

2.4.6 Mud Cake

Mud cake adalah lapisan padatan-padatan yang bertumpuk di permukaan batuan setelah proses kehilangan cairan terjadi. *Mud cake* yang tipis merupakan bantalan yang baik antara pipa pemboran dan permukaan lubang bor. *Mud cake* yang tebal akan menjepit pipa pemboran sehingga sulit diangkat dan diputar. Sebagian rangkaian pemboran menempel pada dinding lubang bor yang berada pada kedalaman formasi yang porous dan *permeable* seperti pada formasi *limestone* maupun *sandstone* karena pada formasi ini terbentuknya *mud cake* yang tebal lebih mudah terjadi dan *mud cake* yang tebal dapat terbentuk akibat *fluid loss* yang tinggi. Berdasarkan spesifikasi standar lumpur pemboran, spesifikasi standar *mud cake* yaitu ≤ 2 mm. Semakin tipis *mud cake*, maka semakin baik lumpur pemboran tersebut (Rubiandini, 2010).

2.4.7 pH

pH merupakan indikator keasamaan dan kebasahan dari suatu sistem lumpur pemboran, pada umumnya pH lumpur berkisar antara 9,5-11,5 (bersifat basa) dikarenakan, jika lumpur bersifat asam maka akan menyebabkan korosi pada alat-alat yang digunakan dalam pemboran selain itu juga *cutting* yang keluar dari lubang bor akan halus dan hancur, sehingga tidak dapat ditentukan jenis batuan apa yang ditembus, sedangkan jika terlalu basah maka akan menaikkan kekentalan dan juga *gel strength* lumpur.

2.5 Jenis-Jenis Lumpur Pemboran

Seiring dengan berkembangnya zaman yang diikuti dengan majunya teknologi pemboran, penggunaan lumpur yang awalnya berupa fluida sederhana menjadi campuran antara fluida, padatan, dan bahan aditif kimia yang kompleks. Pemilihan jenis lumpur pemboran harus disesuaikan dengan kondisi lapangan berupa lithologi dan stratigrafi serta disesuaikan dengan tujuan pemboran yang berbeda seperti eksplorasi, pengembangan, atau kerja ulang. Penggunaan lumpur pemboran yang tidak sesuai akan mengakibatkan masalah pemboran yang nantinya akan menambah biaya dan menghasilkan operasi pemboran yang tidak efisien dan ekonomis. Dalam operasi pemboran terdapat beberapa jenis system lumpur yang

dapat digunakan seperti lumpur yaitu *fresh water mud*, *salt water mud*, *oil base mud*, dan *gaseous drilling fluid*. Penggunaan system lumpur tersebut tergantung pada kondisi lapangan yang akan dilakukan pengeboran, apakah terdapat masalah yang serius atau tidak, jika masalah yang terjadi relatif berat maka digunakan lumpur pemboran berbahan dasar *oil base mud* atau *Synthetic oil base mud*. (Edelstein, 2007).

2.5.1 Water Base Mud

Water Base mud merupakan lumpur berbahan dasar air tawar yang kadar garamnya kurang dari 10.000 ppm. Lumpur jenis ini terdiri dari *spud mud* yang digunakan untuk pemboran pada *conductor casing* dan berfungsi untuk membuka lubang di permukaan. *Natural mud* yang terbentuk dari pecahan *cutting* dan digunakan untuk pemboran cepat pada *surface casing*. *Bentonite-treated mud* yang merupakan jenis lumpur paling umum digunakan, terbuat dari campuran dari *bentonite*, *clay*, dan air. *Phosphate-treated mud* yaitu lumpur dengan kandungan *polyphosphate* sebagai pengontrol viskositas dan *gel strength*. *Organic colloid treated mud* yang mengandung tambahan *carboxymethylcellulose* sehingga lumpur ini mampu mengurangi *filtration loss*. (Amoco, 1994)

2.5.2 Salt Water Mud

Lumpur pemboran air asin atau *salt water mud* adalah lumpur berbasis air dengan kandungan NaCl terlarut sebagai komponen utamanya. Lumpur ini digunakan pada pemboran kubah garam atau lapisan formasi garam dan pada kondisi pengeboran tertentu seperti untuk *shale inhibition*. Jenis pertama lumpur ini yaitu *Unsaturated Salt Water Mud* yang merupakan lumpur dengan kegaraman tidak jenuh dan memiliki sifat *filtrat loss* dan *gel strength* yang tinggi. Fasa cair yang digunakan pada lumpur ini adalah air laut lepas atau dari teluk. Sedangkan untuk jenis yang kedua yaitu *Saturated Salt Water Mud* menggunakan bahan dasar air tawar yang dijenuhkan dengan natrium klorida. Lumpur ini mempunyai *filtrat*

loss yang rendah dan bisa dikontrol sampai 1 cc API dengan koloid organik. (Amoco, 1994)

2.5.3 Oil Base Mud

Jenis lumpur ini menggunakan minyak sebagai fasa kontinyunya dan dengan kadar air yang rendah (3-5%). Manfaat *oil base mud* didasarkan pada kenyataan bahwa filtratnya adalah minyak karena itu tidak akan menghidratkan *shale* atau *clay* yang sensitif baik terhadap formasi biasa maupun formasi produktif. Kegunaan lainnya yaitu untuk membantu melepaskan pemasangan *casing* dan *liner*, melepaskan *drill pipe* yang terjepit, dan untuk kompleksi serta *workover* sumur. Sistem lumpur *oil base* baik digunakan untuk formasi dengan *shale* reaktif, formasi dalam dan bertemperatur tinggi, formasi *anhybrid* dan formasi garam, serta pada pemboran formasi yang mengandung hidrogen sulfida dan karbon dioksida. Sifat-sifat yang perlu diperhatikan dalam jenis lumpur *oil base* adalah berat jenis, *rheology*, *oil water ratio* (OWR), kestabilan listrik, laju tapisan, dan alkalinitas. Oleh sebab sifat khusus yang dimiliki jenis lumpur ini yaitu sebagai campuran dua cairan yang tidak dapat menyatu (minyak dan air), maka diperlukan *emulsifier* atau pengemulsi untuk menjaga agar cairan ini tetap stabil (yaitu untuk menjaga agar fase terdispersi tidak menyatu dan mengendap dari campuran). Efektivitas pengemulsi tergantung pada alkalinitas dan elektrolit (kandungan klorida) dari fase air, dan suhu cairan pengeboran. Sifat-sifat fisik yang dipengaruhi emulsifikasi hanyalah berat lumpur, volume filtrat, tebal mud cake dan pelumasan. (Baker Hughes INTEQ, 1995)

2.5.4 Gaseous Drilling Fluid

Lumpur ini digunakan untuk pemboran pada formasi keras dan kering menggunakan gas atau udara. Penggunaan lumpur ini juga baik pada zona *depleted* dan bertekanan rendah sehingga tidak disarankan pada kondisi formasi bertekanan besar. Fluida ini diterapkan untuk meningkatkan laju penembusan karena pengurangan tekanan hidrostatik. (Rabia, H., 2002)

2.6 Polimer

Polimer dapat diartikan sebagai molekul besar yang tersusun dari penggabungan molekul kecil yang disebut dengan monomer. Penggunaan polimer dalam lumpur pemboran yaitu sebagai aditif untuk menyempurnakan kinerja dari lumpur itu sendiri. Polimer dengan berat molekul yang tinggi berperan sebagai pengental (*viscosifiers*) dan penggumpal (*flocculant*) sedangkan yang berat molekulnya rendah sebagai pemecah gumpalan (*deflocculant*). Polimer yang digunakan dalam lumpur pemboran terdiri dari bahan-bahan alami atau sintesis dan biasanya mempunyai berat molekul yang tinggi. (Amoco, 1994)

2.6.1 Jenis-Jenis Polimer

Secara umum ada tiga jenis polimer yang digunakan yaitu *extender*, *colloidal polymer*, dan polimer rantai panjang. Polimer ekstender meliputi *sodium polyacrylate* atau yang dikenal dengan BENEX, polimer koloid meliputi *carboxymethyl cellulose* (CMC), *hydroxyethyl cellulose* (HEC), dan *starch*, sedangkan polimer rantai panjang yaitu *xanthan gum*. (Amoco, 1994)

2.6.2 Kelompok Selulosa

Selulosa merupakan senyawa yang tergolong ke dalam kelompok karbohidrat yang terdiri dari karbon, hydrogen dan oksigen. Selulosa merupakan polimer yang relatif stabil dikarenakan adanya ikatan hydrogen, selulosa seperti serabut, liat, tidak larut dalam air, tidak memiliki titik leleh biasanya ditemukan didalam dinding sel pelindung tumbuhan, terutama pada tangkai batang, dahan dan semua bagian berkayu dari jaringan tumbuhan memerlukan proses yang Panjang untuk menghilangkan hemisolulosa dan lignin yang tercampur. Serat selulosa memiliki fleksibilitas dan elastisitas yang baik, bagian microfibril banyak mengandung jembatan hydrogen antar molekul selulosa bersifat sangat kuat dan tidak bisa ditembus dengan air, ditemukan rumus kimianya adalah $(C_6H_{10}O_5)_n$ dan merupakan polimer dari alam yang sudah dimodifikasi yang bertujuan untuk

mendapatkan kelarutan dalam air dengan reaksi terhadap gugus OH atau pemutusan ikatan oksigennya (Amoco, 1994).

2.6.3 Kelompok Biopolimer

Kelompok biopolimer merupakan bagian dari kelompok polisakarida yang dalam proses pembentukannya melibatkan bakteri *Xanthomonas Campestris*. Contoh kelompok biopolimer adalah *Xanthan Gum* yang merupakan produk dari bakteri *Xanthomonas Campestris* pada gula. Sebagai polimer polisakarida, *xanthan gum* memiliki keuntungan berupa kelarutannya yang tinggi, stabilitas termo, viskositas tinggi yang diikuti dengan kemampuan *shear thinning* yang tinggi, dan kemampuannya untuk membentuk struktur *gel*. Fungsi lainnya berupa pengental, penstabil, dispersan, dan bahan pelapis. (Amoco, 1994)

Biopolymer berguna untuk mengontrol atau meningkatkan viskositas, *plastic viscosity*, *yield point*, dan *gel strength*. Keuntungannya yang mampu menghasilkan fluida dengan *shear thinning* yang tinggi membuat viskositas larutan dengan polimer ini mendekati viskositas air, namun tidak mampu mengontrol laju tapisan dan pada pH yang tinggi dapat terkontaminasi dengan Ca^{2+} . Berikut merupakan contoh polimer kelompok biopolimer yaitu XC-Polimer. Contoh dari kelompok Biopolimer adalah XC Polymer

2.7 Fungsi Polimer pada Lumpur Pemboran

Penambahan polimer pada suatu sistem lumpur pemboran berguna untuk memaksimalkan performa lumpur hingga mencapai target pemboran yang diharapkan. Beberapa fungsi penambahan polimer ke dalam suatu sistem lumpur yaitu sebagai berikut

2.7.1 Viscosifier (Pengental)

Polimer merupakan salah satu aditif lumpur pemboran yang efektif dalam mengontrol nilai viskositas lumpur. Polimer *viscosifier* adalah polimer yang

memiliki berat molekul tinggi, bercabang, dan larut dalam air. Kemampuan polimer dalam meningkatkan viskositas dipengaruhi oleh interaksi antara molekul polimer dan air, polimer itu sendiri, dan polimer dan padatan. Polimer yang digunakan sebagai *viscosifier* contohnya XCD Polimer dan polimer *guard gum*. (Rabia, H., 2002)

2.7.2 Peningkatan daya guna bentonite (*bentonite extender*)

Peningkatan daya guna *bentonite* bekerja dengan menghubungkan atau *cross-linking* partikel *bentonite* sehingga interaksi fisik antar partikel meningkat. Polimer dengan anion tinggi mampu meningkatkan viskositas dan gel strength di dalam konsentrasi padatan 4% dan konsentrasi < 20 ppb. Polimer jenis ini dapat menempel pada ujung lempung dan mengembang sehingga luas permukaan akan bertambah dan dengan sendirinya menaikkan viskositas. (Amoco, 1994)

2.7.3 Penggumpal (*Flocculant*)

Flokulasi yang dimaksud yaitu proses pemisahan atau pengambilan cutting yang sudah menyatu dan berukuran lebih besar. Flokulan adalah polimer molekul anionik yang mampu mengikat padatan yang dihasilkan oleh serbuk bor agar menggumpal sehingga memudahkan pengambilan dengan cara penyaringan atau pengendapan. (Amoco, 1994).

2.7.4 Pengontrol laju tapisan

Laju tapisan atau *water loss* merupakan perembesan air ke dalam formasi dinding lubang bor yang permeabel. Hal ini dipengaruhi oleh tekanan, temperatur, dan campuran padatan dan cairan seperti lumpur. Polimer yang cukup efektif dalam mengontrol filtrasi antara lain *starch*, CMC, PAC, dan *poliakrilat terhidrolisis*. Pengontrolan laju tapisan dilakukan dengan penyumbatan oleh polimer itu sendiri. Polimer anionik mampu mengontrol laju tapisan dengan mengentalkan fluida dan membatasi masuknya filtrat ke dalam formasi melalui *mud cake* yang terbentuk.

Sedangkan untuk polimer nonionik bekerja dengan menghidrasi dan menyumbat pori-pori pada *mud cake*. (Baker Hughes INTEQ, 1995)

2.7.5 Additif penstabil *shale*

Additif penstabilan *shale* digunakan untuk menjaga formasi *shale* agar tidak runtuh ke dalam lubang bor. Penstabilan ini dilakukan dengan pola kerja pertama yaitu *Coating* dimana terjadi pengikatan polimer pada partikel bermuatan positif formasi *shale* sehingga mengurangi kontak fluida dengan formasi *shale* dan meminimalisir hidrasi dan dispersi air terhadap lempung. Kemudian pola kerja Osmosa yang mengandalkan garam terlarut untuk mengabsorpsi air dalam *shale*. (Rabia, H., 2002)

2.7.6 Mencegah *scale* (kerak)

Kerak merupakan endapan dari senyawa-senyawa anorganik yang menimbun pada permukaan suatu substansi. Kerak terbentuk karena telah mencapai keadaan larutan lewat jenuh di mana beberapa molekul akan bergabung membentuk inti kristal. Apabila ukuran inti kristal menjadi lebih besar dari inti kritis, pertumbuhan kristal akan dimulai dari kristal kecil membentuk kristal dengan ukuran yang lebih besar sehingga terjadi penebalan lapisan kerak. Kristal-kristal yang terbentuk mempunyai muatan ion lebih rendah dan cenderung untuk menggumpal sehingga terbentuklah kerak (Lestari, 2008). Penghambatan *scale* ladang minyak adalah proses mencegah pembentukan *scale* dari memblokir atau menghalangi aliran fluida melalui pipa, katup, dan pompa yang digunakan dalam produksi minyak dan pengolahan. Penggunaan polimer asam akrilat, polimer asam maleat, dan fosfonates umum untuk sistem air karena kelarutan baik dan stabilitas termal. (Amoco, 1994).

2.7.7 Pemakaian dalam lumpur berat *non-disperse*

Perbedaan mendasar antara lumpur terdispersi dan tidak terdispersi adalah tidak adanya pendispersi (*dispersant*). Lumpur pemboran yang tidak terdispersi

tidak memerlukan pH yang tinggi dan tidak mengandung *dispersant*. Akibatnya, lumpur ini kurang toleran terhadap padatan dan kontaminasi. *Fluid loss control* dan viskositas pada lumpur ini dipertahankan melalui polimer dan sangat rentan terhadap kontaminasi dari formasi, gas, dan cairan. Salah satu contoh polimer yang digunakan untuk menjaga kestabilan lumpur yaitu KCl polimer. Pemakaian KCl polimer dapat membantu lumpur mencapai viskositas maksimum dan kandungan padatan yang minimum. (Rabia, H., 2002)

2.7.8 Pemecah gumpalan (Deflokulan)

Dalam pemboran suatu sumur dengan temperatur tinggi, terjadi flokulasi *clay*. Flokulasi bergantung pada kandungan dan konsentrasi *solid* dalam lumpur serta tingkat deflokulasi kimiawi. Beberapa hal yang dapat dilakukan untuk meminimalkan pengaruh temperatur tinggi terhadap sifat fisik lumpur pemboran adalah dengan menjaga kadar padatan minimum, *treatment* dengan *deflocculant* yang stabil pada temperatur tinggi, dan menjaga pH cukup tinggi untuk menjaga *deflocculant* selama digunakan. Untuk lumpur pemboran dengan limbah berdensitas tinggi, efek flokulasi dari flokulan kopolimer kation berbasis pati secara signifikan bersifat lebih baik daripada koagulan lain. (Amoco, 1994)

2.8 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Nama, Judul Penelitian dan Tahun Publikasi	Metode/Variabel	Hasil Penelitian
1	Dian Ulfah dkk, <i>The Effect of Additive CMC Pineapple Leaves on Loss Filtration Loss Drilling Mud Rheology</i> , 2020	Eksperimental	Penambahan 2gr-10gr kulit nanas, meningkatkan PV, YP, GS, dan mengontrol <i>filtration loss</i> .
2	Ridho Fernanda dkk, <i>Analisis of Additive CMC Addition From Durian Skin To Loss Filtration and Drilling Mud Rheology</i> , 2019	Eksperimental	Penambahan 2gr-6gr kulit durian, meningkatkan densitas, PV, YP, GS, dan untuk

			mengontrol <i>filtration loss</i>
3	Dedi Sufiandi dkk, <i>The Effect of Corn Strach Additive on Filtration Loss and Rheology of Drilling Mud</i> , 2019	Eksperimental	Penambahan massa mengurangi <i>filtration loss</i> . <i>Mud cake</i> , <i>GS</i> , <i>PV</i> , dan <i>viscosity</i> mengalami peningkatan
4	Rendi Septian dkk, <i>The Effect of Activated Carbon Particle Size of Palm Shell on Filtration Loss and Drilling Mud</i> , 2019	Eksperimental	Berdasarkan hasil pengujian, ukuran partikel carbon 150 μm menghasilkan nilai <i>filtration loss</i> melebihi standar API. Ketebalam <i>Mud cake</i> dari setiap ukuran partikel yang diuji berkurang seiring mengecilnya ukuran partikel yang digunakan
5	Ghanima Yasmaniar dkk, <i>The Effect of Banana Peel Powder Additive to Filtration Loss and Mud Cake on Fresh Water Based Mud for Temperature 80°F dan 200°F</i> , 2019	Eksperimental	Pada penambahan 2gr-8gr menggunakan temperature 80°F dan 200°F <i>filtration loss</i> mengalami penurunan, <i>viscositas</i> , <i>PV</i> , <i>YP</i> , <i>GS</i> , <i>pH</i> mengalami peningkatan.

BAB III

METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan dalam waktu 1 bulan dari tanggal 29 Januari – 29 Februari. Tempat yang digunakan pada pembuatan sample penelitian ini adalah di Laboratorium Sekolah Tinggi Teknologi Minyak dan Gas Bumi Balikpapan.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

3.2.1 Alat

Berikut ini adalah alat beserta gambar yang dipakai pada proses penelitian :

1. Timbangan Digital

Timbangan digital berfungsi menimbang berat bahan dasar pembuatan lumpur dan additif yang akan digunakan.



Gambar 3. 1 Timbangan digital (Laboratorium STT MIGAS Balikpapan,2024)

2. *Mud mixer*

Mud Mixer berfungsi mengaduk material sampel lumpur beserta semua additif agar tercampur rata.



Gambar 3. 2 *Mud mixer* (Laboratorium STT MIGAS Balikpapan,2024)

3. *Fann VG meter*

Fann VG meter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur *rheology* lumpur pemboran berupa *viskositas plastic* dari lumpur pemboran. Prinsip kerjanya adalah torsi yang dihasilkan bila lumpur diaduk dengan kecepatan tertentu.



Gambar 3. 3 *Fann VG meter* (Laboratorium STT MIGAS Balikpapan,2024)

4. LPLT (*Low Pressure Low Temperature*)

Fungsi : Untuk menganalisa ukursn *mud cake* dan *volume filtrate* pada kondisi lumpur tertentu.



Gambar 3. 4 LPLT filter press (Laboratorium STT MIGAS Balikpapan,2024)

5. Filter paper

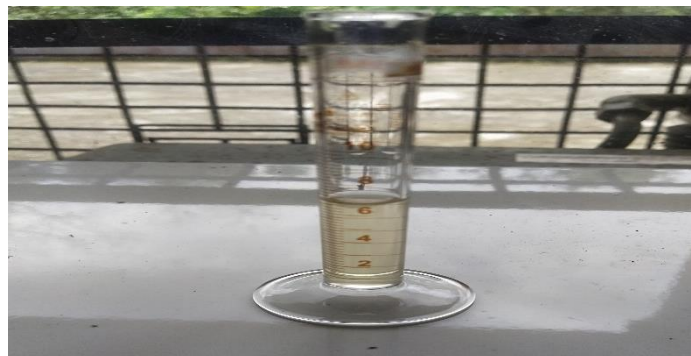
Fungsi : Dipergunakan untuk menyaring agar *filtrate* lumpur tidak ikut turun bersama *filtrate* air pada alat LPLT.



Gambar 3. 5 Filter paper (Laboratorium STT MIGAS Balikpapan,2024)

6. Gelas ukur

Gelas ukur berfungsi untuk mengukur volume air yang akan digunakan pada pengujian.



Gambar 3. 6 Gelas ukur (Laboratorium STT MIGAS Balikpapan,2024)

7. Jangka sorong

Jangka sorong berfungsi untuk mengukur *mud cake*.



Gambar 3. 7 Jangka sorong (Laboratorium STT MIGAS Balikpapan,2024)

8. pH meter

pH meter digunakan untuk mengukur tingkat keasaman suatu larutan.



Gambar 3. 8 pH meter (Laboratorium STT MIGAS Balikpapan,2024)

9. Pressurized Mud Balance

Mud Balance suatu alat yang digunakan untuk mengukur massa jenis lumpur bor. Untuk mendapatkan hasil yang akurat.



Gambar 3. 9 Pressurizes Mud balance (Laboratorium STT MIGAS Balikpapan,2024)

10. *Stopwatch*

Stopwatch berfungsi mengukur waktu pengujian pada *mixing*, pengujian pada *Fann VG meter* dan pengujian lainnya.

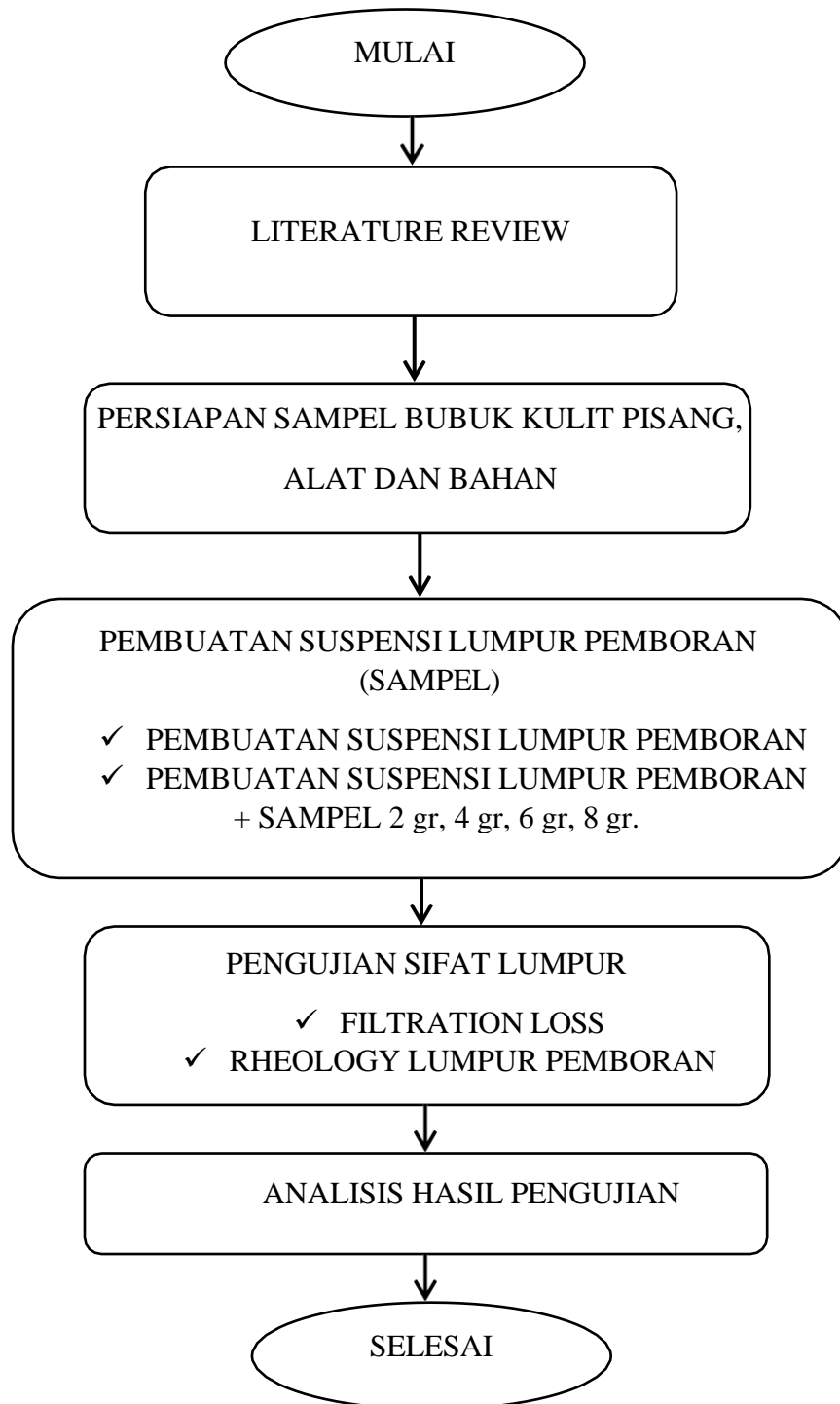


Gambar 3. 10 Stopwatch (Laboratorium STT MIGAS Balikpapan,2024)

3.2.2 Bahan

1. *Fresh water*
2. *Caustic Soda (NaOH)*
3. *Bentonite*
4. *Starch*
5. *Pac-LV*
6. *Biocide*
7. *Barite*
8. *KCL*
9. *XCD polimer*
10. *Bubuk Kulit Pisang*

3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 11 Diagram alir

Dari Gambar 3.11 Diagram alir dapat dilihat menjelaskan tentang alur penelitian secara bertahap dari awal hingga pada selesainya. Berikut penjelasan dari Gambar 3.11:

1. Studi literatur membahas tentang dasar teori yang akan digunakan dalam Tugas Akhir.
2. Persiapan alat dan bahan melakukan persiapan dengan memakai alat dan bahan yang akan digunakan nantinya.
3. Pembuatan sampel lumpur melakukan percobaan pembuatan sampel lumpur dengan komposisi yang ada dengan variasi sampel lumpur pemboran lumpur dengan serbuk kulik pisang 2 gr, 4 gr, 6 gr, 8 gr.
4. Sampel lumpur telah dibuat dilanjutkan melakukan pengujian densitas, *plastic viscosity*, *yield point*, *gel strength*, *filtration loss* dan *mud cake* sampel lumpur dengan variasi yang ada kemudian melakukan pengujian pH *filtrat*.
5. Setelah pengujian sampel lumpur selesai dilanjutkan dengan melakukan analisa data dari hasil pengujian.
6. Dan kemudian melakukan penulisan hasil dan pembahasan yang telah didapat dari pengujian sebelumnya dan membuat kesimpulan yang ada.

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur pembuatan lumpur dan pengujian *rheology* lumpur pemboran berdasarkan parameternya berupa *desitas*, *gel stength*, *plastic viscosity*, *yield point*, *pH*, *filtration loss*, dan *mud cake*.

3.4.1 Proses pembuatan lumpur pemboran

Proses pembuatan lumpur pemboran dan langkah-langkah pengujiannya menurut (Harry et all, 2017) dengan cara sebagai berikut :

1. Menyiapkan bahan yang akan dipakai dan telah ditimbang menggunakan timbangan digital

Tabel 3. 1 bahan lumpur pemboran

Bahan	Weight gram	Function
<i>Fresh Water</i>	327,93	<i>Base fluid</i>
<i>NaOH (caustic soda)</i>	0,20	<i>pH control</i>
<i>Biocide</i>	0,25	<i>Bacteria remover</i>
<i>Bentonite</i>	1,25	<i>Viscosifier</i>
<i>Starch</i>	4,00	<i>Dissolvent</i>
<i>PAC-LV</i>	2,00	<i>Fluid loss</i>
<i>Barite</i>	25,00	<i>Weghting agent</i>
<i>XCD Polymer</i>	1,90	<i>Viscosifier</i>
<i>KCL</i>	20,00	<i>Ion Na+</i>
<i>Bubuk kulit pisang</i>	2,4,6,8	<i>Rheology control</i>

2. Menyiapkan *mud mixer* dan *cup mixer*
3. Menyalakan *mixer* dan memasukan berbagai macam *additive* sesuai urutan dengan masa yang telah ditentukan sedikit demi sedikit ke dalam *cup mixer*
4. Menambahkan serbuk kulit pisang kedalam campuran komposisi lumpur yang telah dibuat sebelumnya ke dalam *mud mixer*.
5. Lakukan kembali langkah-langkah pembuatan lumpur dengan komposisi serbuk kulit pisang yang berbeda termasuk lumpur yang tidak memakai serbuk kulit pisang.

3.4.2 Pengujian *Rheology* Lumpur Pemboran

Proses pengujian sifat-sifat fisik lumpur pemboran dan langkah-langkah pengujiannya menurut (API Recommended Practice 13B-1, 2009) dan (Novrianti et al, 2018) dengan cara sebagai berikut:

A. Proses pengujian Densitas

Berikut pengujian densitas dilakukan menggunakan alat *mud balance* dan langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Siapkan lumpur dan *mud balance* yang akan digunakan.
2. *Cup mud balance* yang telah dibersihkan kemudian diisi sampel lumpur hingga penuh.
3. Kemudian *Cup mud balance* ditutup rapat sampai tidak ada udara didalam *cup*

- serta bersihkan kembali lumpur yang menempel pada bagian dinding luar *cup*.
4. *Balance arm* diletakan pada posisinya semula, kemudian atur *rider* hingga seimbang dengan parameter gelembung tepat di bawah garis tengah dan baca densitas yang ditunjukkan pada skala.
 5. Lakukan kembali langkah-langkah pengujian densitas dengan komposisi lumpur yang berbeda-beda.

B. Proses Pengujian *Shear Stress*

Berikut pengujian *shear stress* menggunakan alat *fann vg meter* dengan kecepatan yang berbeda (3, 6, 100, 200, 300, 600 rpm) dan langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Siapkan alat *fann vg meter*, termometer suhu dan sampel lumpur yang akan digunakan.
2. Masukkan atau tambahkan sampel lumpur kedalam bejana sampai dengan batas yang ditentukan.
3. Letakan bejana pada tempatnya, serta mengatur posisi kedudukannya sedemikian rupa sehingga rotor dan bob tercelup ke dalam lumpur menurut batas yang telah ditentukan.
4. Kemudian menggerakkan rotor pada posisi *High* dan menempatkan kecepatan putar rotor pada kedudukan 600 RPM pemutaran terus dilakukan sampai dengan suhu 120° sehingga kedudukan skala (dial) mencapai keseimbangan yang ditunjukkan oleh skala dan lakukan pencatatan harga.
5. Jika telah mencapai keseimbangan maka pencatatan harga dilanjutkan pada kecepatan 300, 200, 100, 6 dan 3 RPM dengan cara yang sama.

C. Proses Pengujian *Plastic Viscosity*

Berikut langkah-langkah mengukur *plastic viscosity* menggunakan alat *fann vg meter* sebagai berikut:

1. *Plastic viscosity* dihitung dari perhitungan yang diperoleh dari dial reading pada 600 rpm dikurangi 300 rpm menggunakan alat fann VG meter.

Plastic viscosity ditentukan dengan persamaan:

$$\mu_p = C600 - C300 \quad (3.1)$$

Keterangan:

μ_p = plastic viscosity, cp

C600 = dial reading pada 600 RPM, derajat

C300 = dial reading pada 300 RPM, derajat

D. Pengujian *Yield Point*

Berikut langkah-langkah mengukur *yield point* sebagai berikut:

1. *Yield point* dihitung dari perhitungan dial reading 300 rpm dikurangi *plastic viscosity*, menggunakan fann VG meter.

Yield point ditentukan dengan persamaan:

$$Y_P = C300 - \mu_p \quad (3.2)$$

Keterangan :

Y_P = yield point, lb/100 ft²

C300 = dial reading 300 RPM, derajat

μ_p = plastic viscosity, cp

E. Proses pengujian *Gel Strength*

Berikut pengujian *gel strength* 10 detik dan 10 menit menggunakan alat *fannvg meter* dan langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Siapkan alat *fann vg meter*, termometer suhu dan sampel lumpur yang akan digunakan.
2. Masukkan atau tambahkan sampel lumpur kedalam bejana sampai dengan batas yang ditentukan.
3. Letakan bejana pada tempatnya, serta mengatur posisi kedudukannya sedemikian rupa sehingga rotor dan bob tercelup ke dalam lumpur menurut

batas yang telah ditentukan.

4. Kemudian menggerakkan rotor pada posisi *High* dan menempatkan kecepatan putar rotor pada kedudukan 600 RPM pemutaran terus dilakukan sampai dengan suhu 120° sehingga kedudukan skala (dial) mencapai keseimbangan yang ditunjukkan oleh skala dan lakukan pencatatan harga.
5. Aduk dengan fann VG selama 10 detik pada kecepatan 600 RPM
6. Jika telah selesai matikan fann VG dan diamkan lumpur selama 10 detik.
7. Setelah 10 detik Lalu gerakan kembali rotor pada kecepatan 3 RPM dan baca simpangan terjauh pada skala penunjuk.
8. Lakukan pengadukan kembali lumpur dengan fann VG selama 10 detik pada kecepatan rotor 600 RPM.
9. Terakhir, lakukan kembali untuk pengujian gel strength 10 menit dengan catatan jika gel strength 10 menit maka pendiaman lumpur 10 menit

F. Proses Pengujian *Filtration loss* dan *Mud cake*

Berikut langkah-langkah pengujian *Filtration loss* dan *mud cake* sebagai berikut :

1. Persiapkan alat LPLT filter press kemudian lakukan pemasangan filter paper sampai rapat dan tidak ada kebocoran. Setelah itu letakan gelas ukur di bagian bawah silinder fungsinya untuk menampung *filtration loss*.
2. Sampel lumpur dituangkan ke dalam silinder sampai dengan batas 1 inch di bagian bawah permukaan silinder kemudian pengukuran dilakukan dengan menggunakan jangka sorong.
3. Lalu tutup rapat dan alirkan udara dengan tekanan 100 psi \pm 5 psi
4. Catat waktu *filtration loss* setelah 30 menit dengan menggunakan stopwatch.
5. Menghentikan tekanan udara lalu buang tekanan udara melalui silinder (bleed off) dan tuangkan kembali sisa-sisa lumpur ke dalam silinder di mixer cup.
6. Terakhir menentukan ketebalan *mud cake* yang terdapat pada filter paper dengan menggunakan jangka sorong.

G. Proses Pengujian pH filtrat

1. Siapkan alat pH meter, dan gelas ukur yang akan dipergunakan
2. Masukkan *filtrate* ke dalam gelas ukur kemudian celupkan pH meter kedalam gelas ukur yang telah terisi *filtrate* untuk menentukan pH *filtrate* yang diuji.
3. Amati dengan seksama skala ukuran pH yang terdapat pada layar pH meter dan catat

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menjelaskan hasil dari penelitian uji *rheology* lumpur pemboran dan *filtration loss* dengan pemanfaatan bubuk kulit pisang sebagai pengganti additif industri, dengan komposisi 2,4,6,8 gram sehingga didapatkan hasil *rheology* dan *filtration loss* sebagai berikut:

4.1 Hasil Desain Lumpur

Tabel 4. 1 *Formulation Original Mud*

<i>Fluid formation</i>	S.G	Conc (ppb)	Weight (ml)	Mixing Time (min)	Kecepatan mixing
<i>Fresh Water</i>	1	-	327,93	-	-
<i>Caustic soda</i>	2,13	0,2	0,2	1	LOW
<i>BIOCIDE</i>	1,05	0,25	0,25	1	LOW
<i>BENTONITE</i>	2,5	1,25	1,25	7	LOW
<i>STARCH</i>	1,5	4	4	7	LOW
<i>PAC-LV</i>	1,5	2	2	7	LOW
<i>BARITE</i>	4,2	25	25	3	LOW
<i>XCD POLYMER</i>	1,6	1,9	1,9	8	LOW
<i>KCL</i>	1,98	20	20	3	LOW

Tabel 4. 2 Formulation Tercampur dengan bubuk Kulit Pisang

<i>Fluid Formation</i>	S.G	Conc (ppb)	Weight (ml)	Mixing Time (min)	Kecepatan mixing
<i>Fresh Water</i>	1	-	327,93	-	-
<i>Caustic soda</i>	2,13	0,2	0,2	1	LOW
<i>BIOCIDE</i>	1,05	0,25	0,25	1	LOW
<i>BENTONITE</i>	2,5	1,25	1,25	7	LOW
<i>STARCH</i>	1,5	4	4	7	LOW
<i>PAC-LV</i>	1,5	2	2	7	LOW
<i>BARITE</i>	4,2	25	25	3	LOW
<i>XCD POLYMER</i>	1,6	1,9	1,9	8	LOW
<i>KCL</i>	1,98	20	20	3	LOW
Kulit Pisang	1,07	-	2	10	LOW
Kulit Pisang	1,07	-	4	10	LOW
Kulit Pisang	1,07	-	6	10	LOW
Kulit Pisang	1,07	-	8	10	LOW

Tabel 4. 3 Hasil pengukuran lumpur

MUD PROPERTIES		SPEC	ORIGINA L MUD	SERBUK PISANG			
				2 gr	4 gr	6 gr	8 gr
MW	Sg	1,05-1,13	1,08	1,09	1,09	1,11	1,12
Funnel Viscosity	sec/qt	-	-	-	-	-	-
Rheology @ 120 F	600 rpm		60	62	66	69	70

	300 rpm		44	45	47	49	50
	200 rpm		36	36	37	38	39
	100 rpm		27	28	30	31	32
	6 rpm		10	11	12	14	15
	3 rpm		9	9	10	11	12
PV R600-R300	cps	ALAP	16	17	19	20	20
YP R300-PV							
lbs/100 ft ²		26 - 35	28	28	28	29	30
Gel Strength 10" lbs/100							
ft ²		4-11	7	8	9	9	10
Gel Strength 10' lbs/100 ft ²		5-15	9	9	11	11	12
Filtrate API (100 psi)							
ml/30 min		<15	7,2	6,6	6,4	6,3	6
		8,0 –					
pH		11,5	9,1	9	8,7	8,2	8,1
					0,2	0,3	0,3
mud cake		<2	0,26	0,26	7	3	4

4.2 Hasil Pengujian di Laboratorium

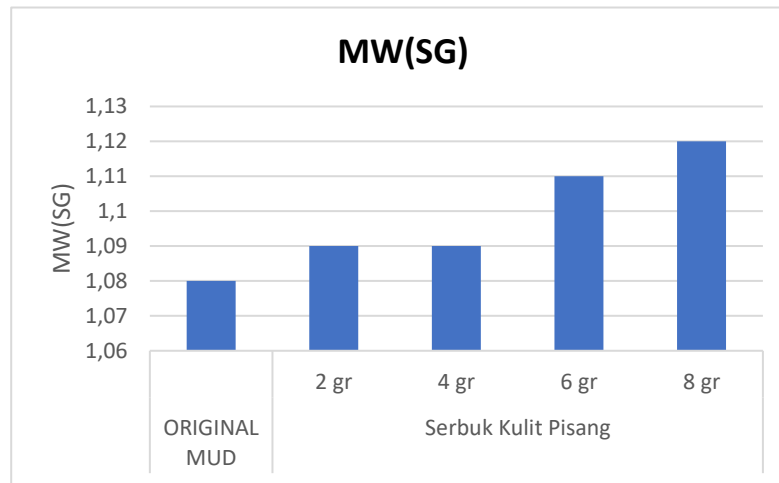
Hasil pengujian yang dilakukan pada laboratorium STT Migas Balikpapan hasil berupa pengujian mengenai (*mud weight, plastic viscosity, yield point, gel strength 10 detik, gel strength 10 menit, filtration loss, mud cake, dan pH*).

4.2.1 Hasil Pengujian Mud Weight

Dari pengujian ini lumpur yang digunakan adalah jenis lumpur WBM (*water base mud*) kemudian diformulasikan menggunakan alat *mud balance* kegunaan untuk menguji densitas dari lumpur tersebut. Densitas adalah berat jenis dari lumpur bor yang memiliki peran sebagai penahan tekanan formasi. Dibawah ini adalah tabel dan grafik dari hasil penelitian menentukan perbandingan antara masing-masing variasi sample yang berbeda-beda.

Tabel 4. 4 *Mud Weight*

MUD PROPERTIES	ORIGINAL MUD	Serbuk Kulit Pisang			
		2 gr	4 gr	6 gr	8 gr
MW	1,08	1,09	1,09	1,11	1,12



Gambar 4.1 1 Grafik Perubahan Mud Weight

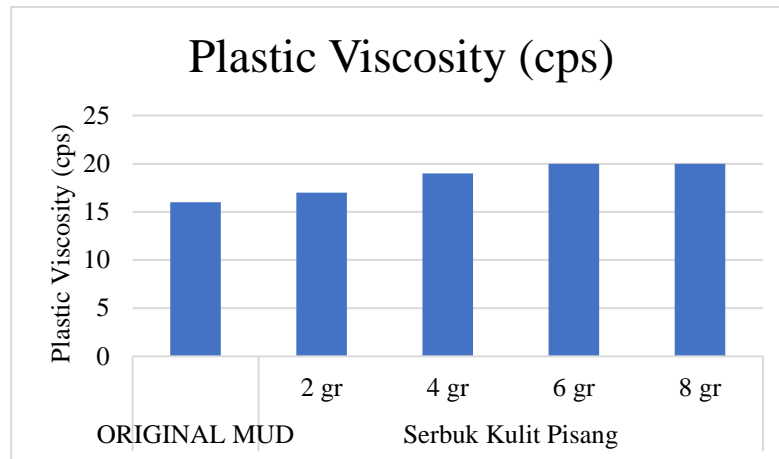
Analisa yang di dapat dari perhitungan *mud weight* menggunakan *mud balance* yaitu pada *mud weight* menentukan tekanan hidrostatik di dalam lubang sumur nilai *mud weight* mengalami peningkatan dari 1,08 Sg-1,12 Sg sudah memenuhi standarisasi yang sudah ditetapkan. Nilai *mud weight* harus lebih besar dari tekanan formasi agar tidak terjadi kick (masuknya fluida ke dalam lubang bor), apabila terlalu kecil akan terjadi loss. Dengan demikian bubuk kulit pisang dapat membantu mengontrol tekanan formasi.

4.2.2 Pengujian *Plastic Viscosity*

Plastic Viscosity merupakan tahanan terhadap aliran yang disebabkan oleh adanya gesekan diantara sesama padat yang berada didalam lubang bor, nilai dari *plastic viscosity* sangat tergantung dari kandungan zat padat atau biasa disebut kandungan solid. Kandungan solid pada lumpur pemboran tidak boleh dari 5 %, karena jika terlalu banyak akan mempengaruhi performa dari lumpur pemboran, salah satu yang berbengaruh adalah proses pengangkatan *cutting*, maka diperlukan proses *treatment* khusus pada peralatan *solid control equipment* untuk mengurangi kandungan solid didalam lumpur. Bisa dilihat pada tabel 4.5. Hasil pengujian *plastic viscosity*.

Tabel 4. 5 *Plastic Viscosity*

MUD PROPERTIES	ORIGINAL MUD	Serbuk Kulit Pisang			
		2 gr	4 gr	6 gr	8 gr
PV	16	17	19	20	20



Gambar 4.1 2 Grafik Perubahan Plastic Viscosity

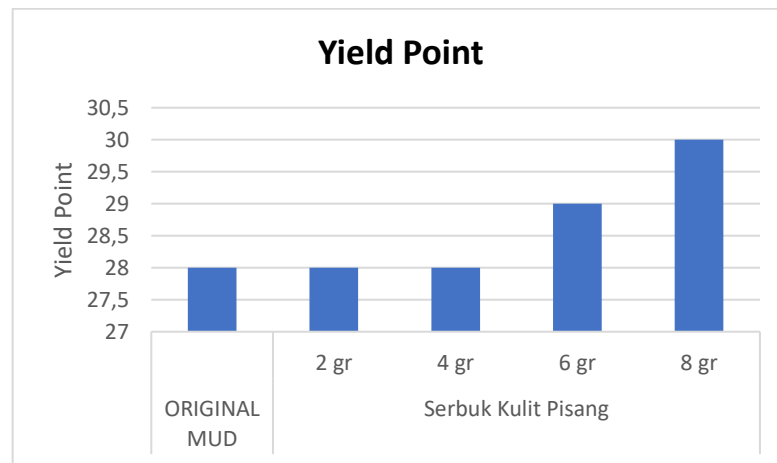
Pengujian kembali dilakukan dengan melihat perubahan *plastic viscosity* dari lumpur yang telah terjadi penambahan gram. Pada pengujian *plastic viscosity*, peneliti kembali melihat adanya perubahan. Pada original mud didapatkan hasil 16 cps, pada penambahan bubuk kulit pisang 2 gr, 4 gr, 6 gr, 8gr, didapatkan hasil 16 cps naik sampai dengan 20 cps artinya lumpur semakin kental sehingga berguna mengangkat cutting ke permukaan

4.2.3 Pengujian *Yield Point*

Yield Point adalah gaya elektro kimia padatan-padatan, cairan-cairan padat zat kimia yang terjadi pada kondisi dinamis dan berhubungan dengan pola aliran, pengangkatan serpihan, kehilangan tekanan *annular* dan kontaminasi. Gaya tarik menarik antar partikel disebabkan oleh adanya muatan dari partikel tersebut. Faktor yang mempegaruhi nilai *yield point* dari lumpur seperti konsentrasi volume kandungan kandungan padatan dalam lumpur dan jumlah muatan partikel yang terkandung dalam lumpur. Perubahan *yield point* pada sampel tersebut dapat ditunjukkan pada tabal 4.6. Dibawah ini.

Tabel 4. 6 *Yield Point*

MUD PROPERTIES	ORIGINAL MUD	Serbuk Kulit Pisang			
		2 gr	4 gr	6 gr	8 gr
YP R300-PV	28	28	28	29	30



Gambar 4.1 3 Grafik Perubahan *Yield Point*

Pengujian kembali dilakukan untuk melihat nilai *yield point* dari lumpur Original dan yang telah mendapatkan penambahan. Kenaikan *yield point* ini diakibatkan oleh kandungan yang ada didalam bubuk kulit pisang yang ditambahkan, sehingga membuat *yield point* meningkat. *Yield point* menahan *cutting* turun dikarenakan *yield point* yang cukup tinggi mencegah *cutting* turun kembali ke dasar sumur saat sirkulasi dihentikan. Ini penting untuk menjaga integritas sumur.

4.2.4 Pengujian *Gel Strength 10 detik*

Perubahan properti atau *rheology* lumpur terhadap *gel strength 10 detik* dari original mud ke penambahan gram bubuk kulit pisang dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut:

Tabel 4. 7 *Gel Strength 10 detik*

MUD PROPERTIES	ORIGINAL MUD	Serbuk Kulit Pisang			
		2 gr	4 gr	6 gr	8 gr



Gambar 4.1 4 Grafik Perubahan *Gel Strength* 10 detik

Berdasarkan gambar 4.1.4 merupakan hasil dari pengukuran *gel strength* dari masing-masing konsentrasi, terlihat bahwa setiap penambahan konsentrasi bubuk kulit pisang terdapat kenaikan nilai dari *gel strength* dikarenakan dari setiap penambahan konsentrasi bubuk kulit pisang terdapat kandungan selulosa yang dapat menaikkan nilai dari *gel strength*. Terlihat pada pengukuran awal nilai dari *gel strength* (7 lbs/100ft²) /10 detik naik pada konsentrasi 2 gr (8 lbs/100ft²) /10 detik, begitu juga konsentrasi 4 gr (9 lbs/100ft²) /10 detik, 6 gr (9 lbs/100ft²) /10 detik, 8 gr (10 lbs/100ft²) /10 detik.

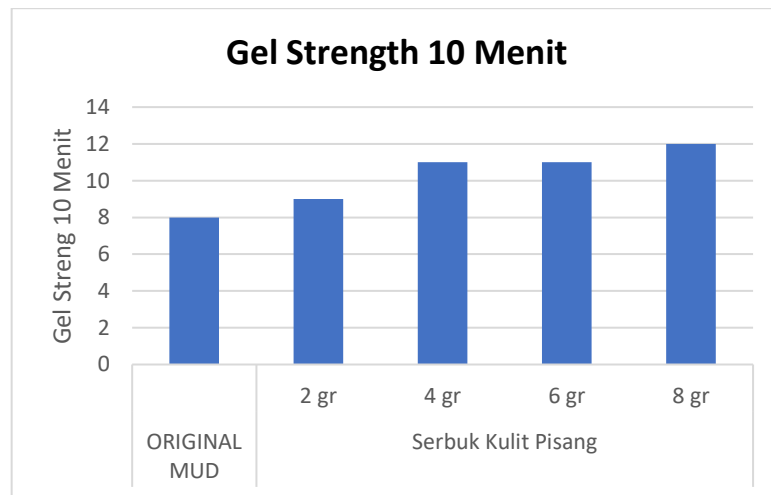
Nilai *gel strength* 10 detik sangat baik sesuai dengan spesifikasi pada data, sehingga *gel strength* 10 detik mampu menahan *cutting*. Nilai *gel strength* terlalu kecil akan menyebabkan pengendapan *cutting* sedangkan nilai yang terlalu besar akan mempersulit pemompaan lumpur untuk disirkulasikan kembali.

4.2.5 Pengujian *Gel Strength* 10 menit

Perubahan properti atau *rheology* lumpur terhadap *gel strength* 10 menit dengan penambahan bubuk kulit pisang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 8 *Gel Strength* 10 menit

MUD PROPERTIES	ORIGINAL MUD	Serbuk Kulit Pisang			
		2 gr	4 gr	6 gr	8 gr
Gel Streng 10'	8	9	11	11	12



Gambar 4.1 5 Grafik Perubahan *Gel Strength* 10 menit

Pada pengujian *gel strength* 10 menit terhadap lumpur original dan lumpur yang diberi penambahan gram didapatkan hasil unruk penambahan dari original mud (8 lbs/100ft²) /10 menit mengalami peningkatan untuk 2 gr menjadi (9 lbs/100ft²) /10 menit, 4 gr menjadi (11 lbs/100ft²) /10 menit, 6 gr menjadi (11 lbs/100ft²) /10 menit, dan 8 gr menjadi (12 lbs/100ft²) /10 menit. Sesuai dengan banyaknya gram yang diberikan, hasil tersebut dapat dilihat pada gambar 4.1.5. Kenaikan *Gel strength* juga dapat dipengaruhi oleh penambahan bubuk kulit pisang pada lumpur pemboran sehingga *gel strength* meningkat.

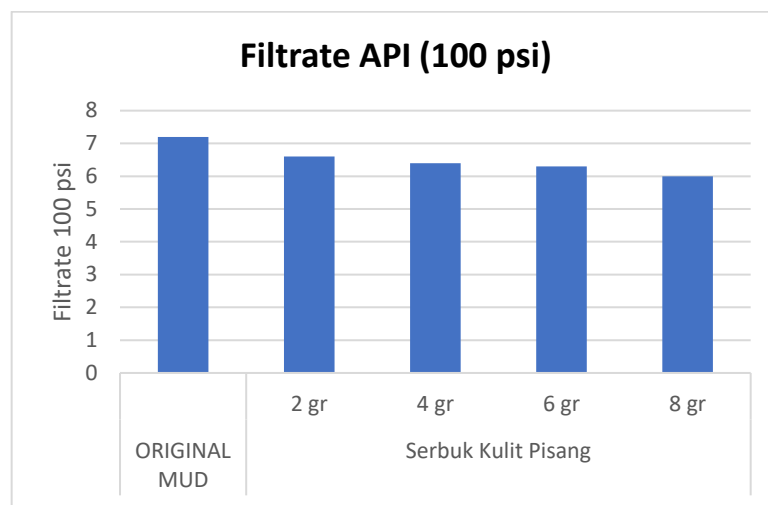
Nilai *gel strength* 10 menit sangat baik sesuai dengan spesifikasi pada data, sehingga *gel strength* 10 menit mampu menahan cutting. Nilai *gel strength* terlalu kecil akan menyebabkan pengendapan *cutting* sedangkan nilai yang terlalu besar akan mempersulit pemompaan lumpur untuk disirkulasikan kembali.

4.2.6 Pengujian *Filtrate* API (100 psi)

Perubahan properti atau *rheology* lumpur terhadap *filtrate* API dengan penambahan serbuk kulit pisang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 9 *Filtrate*

MUD PROPERTIES	ORIGINAL MUD	Serbuk Kulit Pisang			
		2 gr	4 gr	6 gr	8 gr
Filtrate	7,2	6,6	6,4	6,3	6



Gambar 4.1 6 Grafik Perubahan *Filtrate*

Pada penelitian ini berdasarkan standar API sampel lumpur dengan 2gr-4gr sudah sesuai dengan spesifikasi *filtration loss* yang dimana standarnya ialah harus kurang dari 15 ml/30 menit. Dapat dilihat bahwa bubuk kulit pisang bisa dikatakan sebagai pengontrol *filtrate* yang bagus dikarenakan penambahannya dapat mengurangi masalah yang terjadi pada proses pemboran seperti kehilangan cairan pada lumpur pemboran.

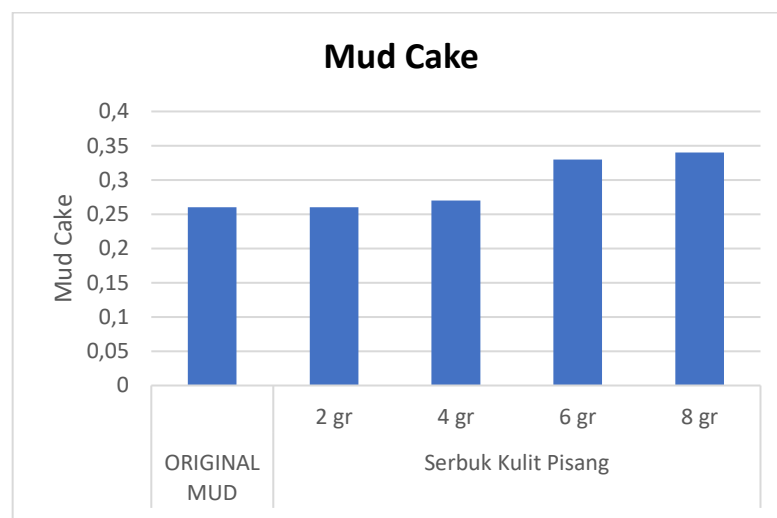
4.2.7 Pengujian *Mud Cake*

Dari penelitian ini *mud cake* diuji menggunakan alat jangka sorong untuk mengetahui ketebalannya. *Mud cake* yang tipis ialah bantalan yang baik bagi pipa pemboran dan permukaan lubang bor, adapun masalah yang ditimbulkan jika *mud cake* tebal yaitu pipa menjepit pipa pemboran sehingga sulit untuk diangkat dan

diputar. *Mud cake* pada setiap lumpur pemboran dengan penambahan konsentrasi serbuk kulit pisang dari 2 gr, 4 gr, 6 gr, 8 gr. Ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 10 *Mud Cake*

MUD PROPERTIES	ORIGINAL MUD	Serbuk Kulit Pisang			
		2 gr	4 gr	6 gr	8 gr
Mud Cake	0,26	0,26	0,27	0,33	0,34



Gambar 4.1 7 Grafik Perubahan *Mud Cake*

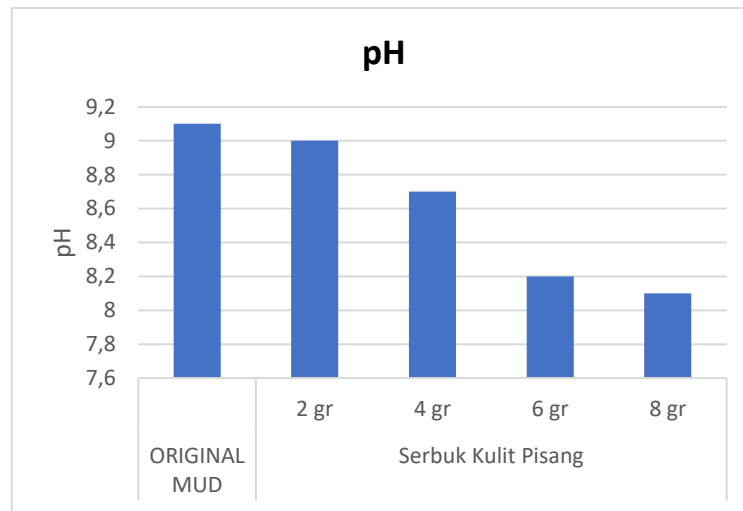
Hasil pengujian *mud cake* berguna menjaga kestabilan lubang bor sesuai dengan standarisasi kurang dari 2 mm terlihat pada gambar 4.1.7. Pada *original mud* 0,26 mm, pada konsentrasi 2gr 0,26 mm, 4 gr 0,27 mm, 6 gr 0,33 mm, 8 gr 0,34 mm. Kualitas dari *mud cake* yang diharapkan yaitu tipis dan kuat agar mampu menjaga kestabilan lubang bor. Ketebalan *mud cake* yang berlebih dapat menyebabkan beberapa masalah seperti menjepit pipa pemboran sehingga sulit untuk diangkat dan diputar.

4.2.8 Pengujian pH

Perubahan properti atau *rheology* lumpur terhadap pH dengan penambahan serbuk kulit pisang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 11 pH

MUD PROPERTIES	ORIGINAL MUD	Serbuk Kulit Pisang			
		2 gr	4 gr	6 gr	8 gr
pH	9,1	9	8,7	8,2	8,1



Gambar 4.1 8 Grafik Perubahan pH

Hasil pengujian pH sesuai dengan standarisasi yang ditentukan oleh data. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa bubuk kulit pisang dapat mencegah dan menghambat korosi. pH kurang dari 7 bersifat asam akan mempercepat laju korosi dan menghancurkan serbuk bor yang terangkat, maka dari itu lumpur harus disirkulasikan harus bersifat basa dengan range 8,0-11,5.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

1. Penelitian pada sampel serbuk kulit pisang mendapatkan hasil *volume filtrate* pada *filtration loss* dengan massa 2-8gr mendapatkan hasil dengan nilai 7,2ml/30 menit, 6,6/30 menit, 6,4/30 menit, 6,3/30 menit, 6/30 menit. Nilai dari *filtration loss* mengalami penurunan dikarenakan adanya penambahan 2gram pada setiap konsentrasi serbuk kulit pisang yang terdapat kandungan selulosa *filtration loss* akan semakin berkurang karena lumpur semakin tebal.
2. Dari penelitian *rheology* menggunakan bubuk kulit pisang didapatkan nilai *mud weight* dengan massa 2gr-8gr dengan nilai 1,08-1,12Sg, *plastic viscosity* dengan massa 2gr-8gr dengan rentang nilai 16-20 cp dan *yield point* dengan massa 2gr-8gr didapatkan nilai 28-30 lbs/100ft², nilai *gel strength* 10 detik dengan massa 2-8gr dengan nilai (7-10 lbs/100ft²) /10 detik, *gel strength* 10 menit dengan massa 2-8gr dengan nilai (8-12 lbs/100ft²) /10 menit, *mud cake* dengan massa 2-8gr dengan nilai 0,26-0,34 mm.

5.2 Saran

1. Diharapkan kepada peneliti selanjutnya agar dapat melakukan penelitian dengan menggunakan bubuk kulit pisang dengan *filtration loss* agar melakukan variasi *temperature* terhadap *rheology* lumpur pemboran.
2. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya tentang pengaruh penambahan bubuk kulit pisang terhadap *filtration loss* dan *rheology* lumpur pemboran

agar melakukan penelitian dengan serius, teliti, dan sungguh-sungguh.
Agar hasil yang didapatkan bisa maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amoco. *Drilling Fluids Manual*. Amoco Production Company, 1994.
- [2] Applications., P.C. Choice Reviews Online. <https://doi.org/10.5860/choice.44-3878>, 2007.
- [3] Baker, &. H. *Drilling Engineering Workbook A Distributed Learning Course*. 80270H Rev(December), 1995.
- [4] Borah, B. &. *A review on applications of bio-products employed in drilling fluids*. 6(November 2021), 100411, 2022.
- [5] Chemistry, P.n.d.. *Polymer Chemistry and Applications CLASSIFICATION OF POLYMERS*.
- [6] Edelstein, M. R. *Drilling Fluid Classifications. Research in Social Problems and Public Policy*. [https://doi.org/10.1016/S0196-1152\(06\)14023-5](https://doi.org/10.1016/S0196-1152(06)14023-5), 2007.
- [7] Ferdiansyah, M. K. <https://doi.org/10.22146/agritech.25363>. *Optimasi Sintesis Karboksi Metil Selulosa (CMC) dari Pelepah Kelapa Sawit menggunakan Response Surface Methodology (RSM)*., 37, 2017.
- [8] Indonesia, K. P. *Lumpur dan Hidrolika Lumpur Pengeboran. PK.Teknik Pengeboran Migas Lumpur Dan Hidrolika Lumpur Pemboran*. <http://repositori.kemdikbud.go.id/11228/1/LUMPUR-DAN-HIDROLIKA-LUMPURPENGEBORAN>, 2013.
- [9] Jodi, K. E. *analisis-perhitungan-pengangkatan-cutting*. 3(cc), 204–211, 2015
- [10] Meirexa, A. H. *Evaluasi Penanggulangan Hilangnya Sirkulasi Lumpur pada Sumur CLU-14 Lapangan CLU-D/6. PETRO: Jurnal Ilmiah Teknik Perminyakan*, 10(2), 2021.
- [11] Rabia, H. *Well Engineering and Construction*, 2002.
- [12] Rabia, H. *Oilwell Drilling Engineering Principles & Practice*, 1985
- [13] Rubiandini.R. *Teknik Pemboran*. Bandung:ITB, 2009.
- [14] Rubiandini.R. *Teknik Pemboran. Drilling 016 b Percobaan II Viskositas, Gel Strength dan Filtration loss*, 2010.
- [15] Satiyawira, B. *Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Fisik Sistem Low Solid Mud Dengan Penambahan Aditif Biopolimer Dan Bentonite Extender*. PETRO:Jurnal Ilmiah Teknik, 2019.

- [16]Satiyawira, B. P. *Laboratory study of the effect of various temperatures on the physical properties of low solid mud systems with addition of biopolymer and bentonite-extender*. <https://doi.org/10.1063/5.0012112>, 2020.
- [17]Taleb, A. A.-H.-N. IPTC-19964-MS Laboratory Study of Environmentally Friendly, 2020.

LAMPIRAN 1

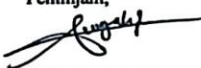
 SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI MINYAK DAN GAS BUMI (STT MIGAS) BALIKPAPAN Kampus Jl. Soekarno Hatta Km.08 Karang Joang Balikpapan Tlp. 0542.860468 / 081253328451			
No. Dokumen: STTM-DF.04.PM-12/03/01	FORMULIR SPMI FORMULIR PEMINJAMAN LABORATORIUM (PENELITIAN)	DOKUMEN SISTEM PENJAMINAN MUTU INTERNAL (SPMI) STT MIGAS BALIKPAPAN	
Mulai Berlaku: 01 Agustus 2018		Revisi : 00	Hal : 1 dari 1

LABORATORIUM
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI MINYAK DAN GAS BUMI BALIKPAPAN

Nama Mahasiswa : ANUGRAH DWI WIDIARTO
 Prodi : SI TEKNIK PERMINTYAKAN
 Semester : 12
 Dosen Pembimbing : 1. MARKUS LUMBAA, S.T., M.T
 2. JOKO WIYONO, S.T., M.T
 Judul Skripsi/TA/Riset : STUDI LABORATORIUM PENGARUH PENAMBAHAN BUBUK KULIT
 DISANG TERHADAP FILTRASI LOSS LUMPUR PEMBORAN.
 Hari dan tanggal peminjaman
 - Mulai : 29 JANUARI
 - Akhir : 29 FEBRUARI

Balikpapan,

Peminjam,

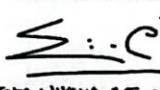

(ANUGRAH, D.W.....)
 NIM. 1801206

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I


(MARKUS LUMBAA, S.T., M.T.....)
 NIDN : 31102036702

Dosen Pembimbing II


(Joko WIYONO, S.T., M.T.....)
 NIDN : 3119016501

Menyetujui,


Ka. Laboratorium STT Migas Balikpapan






Baig Maulinda Ulfah, S.T., M.T
 NIK 202318019802

Laboran Laboratorium STT Migas Balikpapan


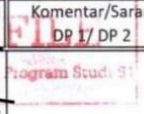



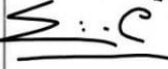

Dea Ananda
 NIK 202308100002

LAMPIRAN 2

	STT MIGAS - BALIKPAPAN			
	Prosedur Mutu		DOKUMEN	
	LEMBAR MONITORING TUGAS AKHIR (TA)		ISO 9001:2008/IWA 2 TERINTEGRASI DENGAN APT BAN-PT	
No. Dokumen FM-PM-09 1/15.03/RG	No. Revisi 0	Tgl Berlaku 4-Apr-13	Halaman 1 dari 1	
<p>Nama Mahasiswa : ANGERAH DWI WIPRANTO</p> <p>NIM : 1301206</p> <p>Konsentrasi Bidang : SI TEKNIK PERMINTAHAN</p> <p>Judul Tugas Akhir : STUDI LABORATORIUM PENGARUH PENAMBAHAN BUBUK KUNYIT PISANG TERHADAP FIKSASI DAN RHEOLOGY PADA LUMPUR BANGORAN.</p> <p>Nama Pembimbing 1 : MAKKOS LUMBAN, S.T., M.T.</p> <p>Nama Pembimbing 2 : JOKO WYONO, S.T., M.T.</p>				

No	Tanggal Konsultasi	Kegiatan yang diselesaikan/ dikonsultasikan	Tanda Tangan Dosen Pembimbing	Komentar/Saran DP 1/DP 2
1.	tgl 3-3-24	Penjelasan Bab I II		
2	tgl 15-3-24	Penjelasan BAB III dan Koreksi		
3	tgl 30-3-24	Penjelasan Bab IV dan Koreksi		
4	tgl 11-4-24	Kesimpulan dan Susun dan daftar Pustaka di buku		

lembar konsultasi wajib dilampirkan pada laporan

No	Tanggal Konsultasi	Kegiatan yang diselesaikan/ dikonsultasikan	Tanda Tangan Dosen Pembimbing	Komentar/Saran DP 1/ DP 2
	27 Januari 2024	Pengajuan form TA di Lab		
	19 April 2024	Diskusi mengenai progres TA dan penulisan TA, revisi PPT		
	3 Mei 2024	Bimbingan mengenai laporan TA dan menambahkan kesimpulan di PPT TA		
	13 Mei 2024	Menyiapkan PPT final		
	22 Mei 2024	Diskusi mengenai revisi sebelumnya dan ada penambahan di batasan masalah. Sekaligus meminta tanda tangan pada lembar pengesahan dan lembar monitoring TA		

lembar konsultasi wajib dilampirkan pada laporan

LAMPIRAN 3

➤ Alat



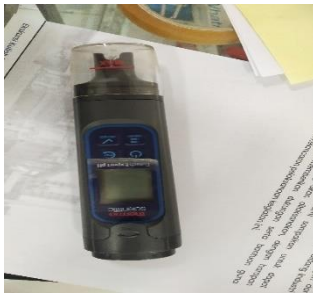
Timbangan digital



Cup



Mud Mixer



pH meter



Pressurized Mud Balance



VG meter



Stopwatch



Filter Press



Gelas Ukur



Jangka sorong



Filter paper

➤ **Bahan**



Caustic soda



biocide



PAC-LV



Bentonite



barite



Starch



KCL



XCD Polymer



Fresh water



bubuk kulit pisang 2gr



bubuk kulit pisang 4gr



bubuk kulit pisang 6 gr



bubuk kulit pisang 8gr

