

**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN ADITIF *POTATO*
STARCH TERHADAP *FILTRATION LOSS*, *PLASTIC*
VISCOSITY, *YIELD POINT* DAN *GEL STRENGTH*
LUMPUR PEMBORAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

RIFDAH ARISTA ADYATMA

NPM 173210221



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

2022

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh:

Nama : Rifdah Arista Adyatma

NPM : 173210221

Program Studi : Teknik Perminyakan

Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Penambahan Aditif *Potato Starch*
Terhadap *Filtration Loss, Plastic Viscosity, Yield Point*
Dan *Gel Strength* Lumpue Pemboran

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

Penguji : Dr. Eng. Adi Novriansyah, S.T., M.T ()

Penguji : Novia Rita, S.T., M.T ()

Ditetapkan di : Pekanbaru

Tanggal : 25 Agustus 2022

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 didalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Jika terdapat unsur penipuan atau pemalsuan data maka saya bersedia dicabut gelar yang telah saya peroleh.

Pekanbaru, 25 Agustus 2022



Rifdah Arista Adyatma
173210221



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur atas kehadiran Allah Subhannahu wa Ta'ala atas kelimpahan rahmat dan hidayah – Nya, saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Islam Riau. Saya menyadari bahwa banyak pihak yang terlibat dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Idham Khalid, S.T., M.T selaku dosen pembimbing saya yang telah menyediakan waktu dan pikiran untuk memberikan arahan serta bimbingannya dalam kelancaran penelitian dan penyelesaian tugas akhir ini. Sekaligus selaku Kepala Laboratorium Pemboran Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau dan Instruktur Laboratorium AI – Hafif Ramdhani, S.T. yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian.
2. Novia Rita, S.T., M.T selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan, nasihat dan penyemangat selama menjalani perkuliahan di Teknik Perminyakan. Sekaligus selaku Ketua Prodi Teknik Perminyakan dan Tomi Erfando, S.T., M.T selaku Sekretaris Prodi serta dosen – dosen yang telah banyak membantu terkait perkuliahan dan ilmu pengetahuan.
3. Orang tua saya Siswadi dan Uliana Siregar, Salmi. Serta kedua saudara saya Rifqi Adyatma dan Rifan Eria Adyatma yang telah memberikan dukungan penuh baik material maupun moral.
4. Sahabat terbaik saya Atika Adila, Bella Mutiara J.R, Berri Williana Drival, Fitri Damai Yanti dan Zulfita Dian Ningrum.

Semoga Allah memberikan balasan atas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini dapat membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, 25 Agustus 2022

Rifdah Arista Adyatma

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
DAFTAR SINGKATAN.....	x
DAFTAR SIMBOL	xi
ABSTRAK.....	xii
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 PUSTAK.....	4
2.1 <i>FILTRATION LOSS</i>	4
2.2 <i>MUD CAKE</i>	6
2.3 <i>RHEOLOGY</i> LUMPUR	7
2.3.1 Viskositas	7
2.3.2 <i>Plastic Viscosity</i>	8
2.3.3 <i>Yield Point</i>	8
2.3.4 <i>Gel Strength</i>	9
2.4 PATI KENTANG	10

2.5 PENELITIAN TERDAHULU.....	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	12
3.1 METODE PENELITIAN.....	12
3.2 LOKASI PENELITIAN.....	12
3.3 JADWAL PENELITIAN.....	12
3.4 JENIS DATA.....	13
3.5 SAMPEL PENELITIAN.....	13
3.6 ALAT DAN BAHAN PENELITIAN.....	13
3.6.1 Bahan.....	13
3.6.2 Alat.....	13
3.7 PROSEDUR PENELITIAN.....	15
3.7.1 Prosedur Pembuatan Sampel <i>Potato Starch</i>	15
3.7.2 Prosedur Pembuatan Sampel Lumpur Dengan Penambahan <i>Potato Starch</i>	16
3.7.3 Prosedur Pengujian Viskositas Lumpur.....	17
3.7.4 Prosedur Pengujian <i>Shear Stress</i>	17
3.7.5 Prosedur Pengujian <i>Gel Strength</i>	18
3.7.6 Prosedur Pengujian <i>Filtration Loss</i> dan <i>Mud Cake</i>	18
3.8 <i>FLOWCHART</i> PENELITIAN.....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1 HASIL PENGUJIAN EDS <i>POTATO STARCH</i>	21
4.2 HASIL PENGUJIAN <i>FILTRATION LOSS</i> DAN <i>MUD CAKE</i> LUMPUR PEMBORAN DENGAN PENAMBAHAN ADITIF <i>POTATO STARCH</i>	22
4.3 HASIL PENGUJIAN <i>RHEOLOGY</i> LUMPUR PEMBORAN DENGAN PENAMBAHAN ADITIF <i>POTATO STARCH</i>	25

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1 KESIMPULAN.....	34
5.2 SARAN	34
DAFTAR PUSTAKA.....	35
LAMPIRAN	40



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Fluid Loss</i> (Saleh Bin Taleb & Ibrahim, 2012).....	5
Gambar 2. 2 <i>Potato Starch</i>	10
Gambar 3. 1 <i>Fann VG Meter</i>	13
Gambar 3. 2 <i>Filter Paper</i>	13
Gambar 3. 3 Gelas Ukur.....	14
Gambar 3. 4 Jangka Sorong.....	14
Gambar 3. 5 LPLT <i>Filter Press</i>	14
Gambar 3. 6 <i>Marsh Funnel</i>	14
Gambar 3. 7 <i>Mud Mixer</i>	14
Gambar 3. 8 <i>Sieve</i>	14
Gambar 3. 9 <i>Stopwatch</i>	15
Gambar 3. 10 <i>Timbangan Digital</i>	15
Gambar 3. 11 <i>Mud Balance</i>	15
Gambar 3. 12 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	20
Gambar 4. 1 Grafik <i>Fluid Loss</i> LS dan LS + <i>Potato Starch</i>	23
Gambar 4. 2 Grafik <i>Mud Cake</i> LS dan LS + <i>Potato Starch</i>	25
Gambar 4. 3 Grafik Viskositas LS dan LS + <i>Potato Starch</i>	26
Gambar 4. 4 Grafik <i>Plastic Viscosity</i> LS dan LS + <i>Potato Starch</i>	28
Gambar 4. 5 Grafik <i>Yield Point</i> LS dan LS + <i>Potato Starch</i>	29
Gambar 4. 6 Grafik <i>gel strength</i> LS dan LS + <i>Potato Starch</i>	32
Gambar A <i>Mud Cake</i>	45

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian	12
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian EDS <i>Potato Starch</i>	21
Tabel 4. 2 Hasil Pengamatan <i>Filtration Loss</i> LS dan LS + <i>Potato Starch</i>	22
Tabel 4. 3 Standar Spesifikasi API 13A <i>Filtrate Volume</i> Lumpur Pemboran.....	24
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran <i>Mud Cake</i> LS dan LS + <i>Potato Starch</i>	24
Tabel 4. 5 Hasil Pengamatan Viskositas (<i>Second</i>) LS dan LS + <i>Potato Starch</i> ...	26
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian <i>Plastic Viscosity</i> LS dan LS + <i>Potato Starch</i>	27
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian <i>Yield Point</i> LS dan LS + <i>Potato Starch</i>	29
Tabel 4. 8 Yield Point – Plastic Viscosity.....	30
Tabel 4. 9 Standar Spesifikasi Yield Point – Plastic Viscosity	30
Tabel 4. 10 Hasil Pengamatan <i>Gel Strength</i> LS dan LS + <i>Potato Starch</i>	31
Tabel A. Tabel Hasil Pengamatan <i>Filtration Loss, Mud Cake dan Rheology Lumpur</i>	44

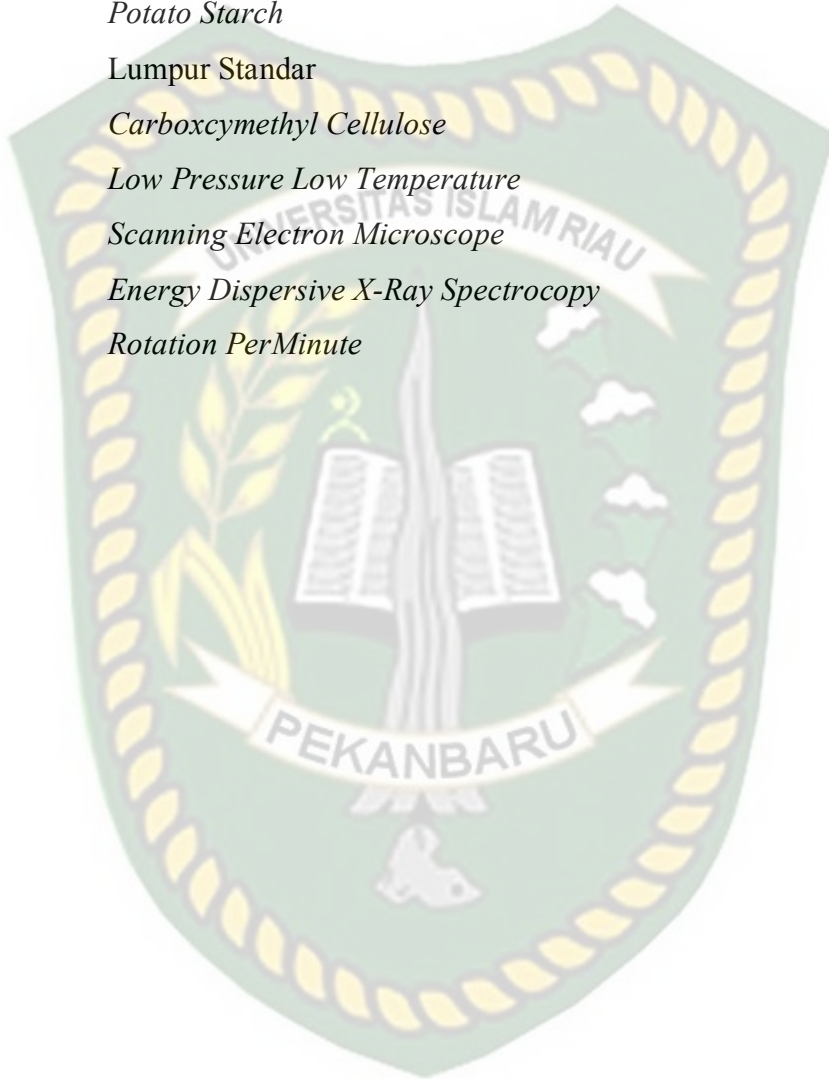
DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I. Perhitungan <i>Rheology</i> Lumpur	40
Lampiran II. Hasil Pengamatan.....	44
Lampiran III. Hasil Pengujian EDS <i>Potato Starch</i>	46



DAFTAR SINGKATAN

API	<i>American Petroleum Institute</i>
PS	<i>Potato Starch</i>
LS	<i>Lumpur Standar</i>
CMC	<i>Carboxcymethyl Cellulose</i>
LPLT	<i>Low Pressure Low Temperature</i>
SEM	<i>Scanning Electron Microscope</i>
EDS	<i>Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy</i>
RPM	<i>Rotation PerMinute</i>



DAFTAR SIMBOL



A	: <i>Filtration area.</i>
k	: Permeabilitas <i>cake</i> .
Cc	: Volume fraksi solid dalam <i>mud cake</i> .
Cm	: Volume fraksi solid dalam lumpur.
P	: Tekanan filtrasi.
t	: Waktu filtrasi = viskositas <i>filtrate</i> .
lb	: <i>Pound</i>
ft	: <i>Feet</i>
μp	: <i>Plastic viscosity</i> , cp.
Yp	: <i>Yield Point</i> , lb/100 ft ²
C600	: Dial <i>reading</i> pada 600 RPM, derajat.
C300	: Dial <i>reading</i> pada 300 RPM, derajat.

ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN ADITIF *POTATO STARCH* TERHADAP *FILTRATION LOSS*, *PLASTIC VISCOSITY*, *YIELD POINT* DAN *GEL STRENGTH* LUMPUR PEMBORAN

RIFDAH ARISTA ADYATMA

173210221

ABSTRAK

Dalam meminimalisir terjadinya kerusakan formasi sangat penting untuk melakukan pengontrolan terhadap *filtration loss*. *Filtration loss* yang besar dapat mengakibatkan pengurangan permeabilitas sehingga dapat memicu berkurangnya tingkat produktivitas pada suatu formasi. Penambahan aditif kedalam lumpur pemboran diperlukan untuk dapat mengurangi terjadinya *filtration loss*. Penelitian ini menggunakan bahan aditif berbasis polimer alami *potato starch* berfungsi sebagai *viskosifier* dan sebagai *fluid loss control agent* yang dinilai ekonomis, diharapkan mampu memberikan karakteristik yang baik pada lumpur dengan mengetahui pengaruh *potato starch* terhadap *filtration loss*, *mud cake* dan *rheology* lumpur (*plastic viscosity*, *yield point* dan *gel strength*) untuk mencapai sifat lumpur pemboran yang diinginkan.

Proses pembuatan *potato starch* dilakukan dengan tahapan pengupasan, penghalusan, pengeringan dan melakukan pengayakkan menggunakan *sieve*. Penambahan pati kentang kedalam formulasi lumpur standar dengan massa 2, 4, 6, 8 dan 10 gr. Pengujian *filtration loss* dan *mud cake* dilakukan menggunakan alat *filter press* LPLT (*Low Pressure Low Temperature*) dan melakukan pengujian *rheology* menggunakan alat *Fann VG meter*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwasannya *filtration loss* yang diperoleh yaitu sebesar 15 – 13 ml, untuk ketebalan *mud cake* diperoleh sebesar 1,6 – 1,35 mm. Perolehan nilai *rheology* lumpur pemboran diantaranya *plastic viscosity* sebesar 5 – 10 cp, *yield point* sebesar 10 – 12 lb/100 ft² dan *gel strength* sebesar 0,29 – 0,67 lb/100 ft². Pengaruh yang terjadi seiring penambahan massa *potato starch* menghasilkan nilai *filtration loss* dan *mud cake* mengalami penurunan, sedangkan pada nilai *rheology* lumpur mengalami peningkatan.

Kata Kunci : Pati Kentang, *Fluid loss Control Agent*, *Filtration Loss*, *Mud Cake*, *Rheology*

ANALYSIS OF THE EFFECT OF ADDING POTATO STARCH ADDITIVES ON FILTRATION LOSS, PLASTIC VISCOSITY, YIELD POINT AND GEL STRENGTH DRILLING MUD

RIFDAH ARISTA ADYATMA

173210221

ABSTRACT

In minimizing the occurrence of formation damage, it is very important to control the filtration loss. A large filtration loss can result in a decrease in permeability so that it can trigger a reduced level of productivity in a formation. Addition of additives to the drilling mud is needed to reduce the occurrence of filtration loss. This study uses a natural polymer-based additive of potato starch to function as a viscosifier and as a fluid loss control agent which is considered economical, it is expected to be able to give good characteristics to the mud by knowing the effect of potato starch on filtration loss, mud cake and mud rheology (plastic viscosity, yield point and gel strength) to achieve the desired drilling mud properties.

The process of making potato flour is carried out by the stages of peeling, refining, drying and sifting using a sieve. The addition of potato starch into the standard mud formulation with a mass of 2, 4, 6, 8 and 10 gr. Filtration loss and mud cake tests were carried out using an LPLT (Low Pressure Low Temperature) filter press and rheology testing using a Fann VG meter.

The results showed that the filtration loss obtained was 15 – 13 ml, for the thickness of the mud cake obtained was 1.6 – 1.35 mm. The obtained drilling mud rheology values include plastic viscosity of 5 – 10 cp, yield point of 10 – 12 lb/100 ft² and gel strength of 0.29 – 0.67 lb/100 ft². The effect that occurs with the addition of potato flour mass results in a decrease in the value of filtration loss and the mud cake decreases, while the rheological value of the mud increases.

Keywords: *Potato Starch, Fluid Loss Control Agent, Filtration Loss, Mud Cake, Rheology*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Permasalahan umum yang terjadi ketika proses pemboran berlangsung yaitu salah satunya kehilangan filtrat lumpur atau *filtration loss*. *Filtration loss* yang besar dapat membuat lumpur akan kehilangan fasa cairnya. Hal ini dapat mengakibatkan terjadinya *formation damage*, kawasan permeabilitas dan porositas berkurang pada area lubang sumur terhadap minyak dan gas sehingga menjadi pemicu penurunan laju produktivitas dari suatu formasi (Widada et al., 2019). *Filtrate* yang mampu menembus dinding lubang bor akan menyebabkan lapisan mengembung dan terjadi pengelupasan atau runtuhnya serpih formasi kedalam lubang bor berpotensi mengakibatkan terjadinya masalah *pipe sticking* (Ghazali et al., 2015).

Peningkatan optimalisasi kinerja dari suatu operasi pemboran dipengaruhi oleh penggunaan aditif yang sesuai pada lumpur. Penggunaan aditif jenis kimia CMC atau *carboxymethyl cellulose* biasa digunakan dalam penggabungan bahan pembentuk lumpur pemboran sebagai aditif *fluid loss control agent* yang berfungsi sebagai pengikat air serta mampu meningkatkan kekentalan pada lumpur dinilai kurang ekonomis dalam penggunaannya. Penelitian ini akan memanfaatkan aditif berbasis polimer yaitu pati. Polimer organik telah banyak dimanfaatkan sebagai dasar penelitian untuk mengatasi *filtration loss* dan *viscosifier* (Habeeb Assi, 2018).

Dalam penelitian ini peneliti akan memanfaatkan polimer organik yaitu pati kentang sebagai aditif untuk menanggulangi masalah *filtration loss* diharapkan dapat menjadi peluang bahan aditif *fluid loss control* yang ramah lingkungan, bernilai ekonomis dengan memiliki ketersediaan yang cukup melimpah serta mudah untuk didapatkan. Pati biasa digunakan sebagai aditif pengontrol cairan pada lumpur berbasis WBM (Raheleh et al., 2014). Pati kentang, pati *tapioca* dan pati jagung secara menyeluruh mempunyai prospek kinerja yang lebih baik dari pada pati yang lainnya dalam pengeboran minyak, dikarenakan pati memiliki

kemampuan untuk mengatasi kehilangan cairan (Grommers & van der Krogt, 2009).

Produksi umbi kentang di Indonesia sebesar 13,38 ton/ha dengan produktivitas kentang yang tidak menentu dan pada tahun 2010 sebesar 1.060.805 ton telah dinyatakan sebagai penghasil kentang yang cukup besar (Arifin et al., 2014). Pada tahun 2014 – 2015 luas area panen dan produksi kentang mengalami peningkatan yang sangat pesat (Hidayah et al., 2017). Berdasarkan perkembangan persediaan umbi kentang yang semakin lama semakin mengalami peningkatan menjadikannya peluang dalam pemanfaatannya salah satunya pati, maka dari itu peneliti akan menggunakan pati kentang sebagai bahan aditif.

Untuk dapat mengetahui kemampuan pati kentang sebagai media yang memiliki kemampuan dalam meminimalisir terjadinya *filtration loss* akan dilakukan pengujian laboratorium. Pengaruh penambahan aditif pati kentang merupakan awal dalam penelitian untuk dapat mengetahui kelayakan pati kentang sebagai aditif yang berfungsi sebagai *fluid loss control agent* untuk mengatasi *filtration loss*.

1.2 TUJUAN PENELITIAN

1. Mengetahui hasil EDS (*Energy Dispersive X – ray Spectroscopy*) *potato starch*.
2. Membuktikan kemampuan aditif *potato starch* sebagai *fluid loss control agent*.
3. Menentukan pengaruh aditif *potato starch* terhadap *filtration loss*, *mud cake* dan *rheology* lumpur pemboran.

1.3 MANFAAT PENELITIAN

1. Mendapatkan pengetahuan tambahan terhadap perkembangan ilmu perminyakan.
2. Mengetahui pemanfaatan *potato starch* sebagai *fluid loss control agent* pada lumpur pemboran.

3. Dapat dijadikan sebagai bahan acuan referensi bagi mahasiswa dalam melakukan penelitian selanjutnya.

1.4 BATASAN MASALAH

Untuk mengurangi penulisan yang rancu serta tidak sesuai dengan yang diharapkan terdapat batasan masalah pada pembahasan penelitian yaitu:

1. Hanya berfokus pada pengaruh penambahan aditif *potato starch* terhadap *filtration loss* dan *rheology* lumpur pemboran.
2. Sampel pati kentang yang dibutuhkan terbuat dari umbi kentang (*Solanum tuberosum L*).
3. Formulasi lumpur yang digunakan LS + 2, 4, 6, 8, 10 gr pati kentang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *FILTRATION LOSS*

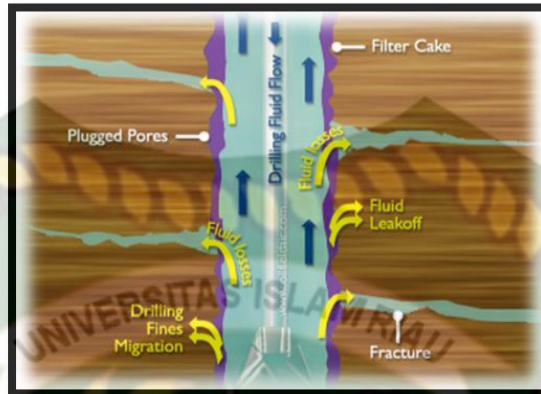
Menurut (Fitrianti, 2012) *filtration loss* adalah kehilangan sebagian fasa cair (*filtrate*) lumpur yang masuk kedalam formasi permeable. Hal ini disebabkan oleh tingginya tekanan hidrostatik dibandingkan dengan tekanan formasi. *Filtration loss* merupakan hilangnya *filtrate* lumpur pemboran sehingga masuk kedalam zona formasi. Saat terjadi hubungan antara fluida pemboran dengan batuan berporous dan batuan akan berfungsi sebagai *filter*, memungkinkan cairan fluida serta partikel kecil akan melewatinya. Hilangnya filtrat lumpur akan berdampak besar untuk proses pemboran sumur minyak dan gas bumi.

Menurut (Satiyawira & Imanurdana, 2018) menyatakan *lost circulation* merupakan *partial lost* atau *total lost* fluida pemboran kedalam zona formasi yang mempengaruhi sirkulasi fluida pemboran tidak berjalan dengan semestinya. Lumpur pemboran yang masuk kedalam formasi bisa terjadi secara alami akibat dari jenis dan tekanan formasi yang akan ditembus maupun akibat kesalahan teknis dalam operasi pemboran. Menurut (Parulian et al., 2017) terdapat tiga jenis *lost circulation* diantaranya:

- a. *Minor lost*: ialah suatu keadaan di mana terjadi *fluid loss* secara bertahap, tidak mempengaruhi aktivitas operasi pemboran, namun hal ini menunjukkan kondisi yang memiliki kemungkinan akan terjadinya *fluid loss* pemboran yang lebih besar pada kedalaman berikutnya.
- b. *Medium lost*: adalah suatu kondisi hanya kehilangan sebagian lumpur dan terdapat lumpur yang mengalir menuju permukaan.
- c. *Total lost*: adalah suatu kondisi kehilangan total fasa fluida pemboran kedalam zona formasi dan kapasitas volume *mud tank* mengalami penurunan. Ciri – ciri pada *total lost* yaitu ditunjukkan dengan adanya penurunan tekanan pada pompa dan meningkatnya berat pipa.

Kondisi *lost circulation* pada lumpur pemboran dapat ditandai dengan *mud return line* kadar lumpur tidak sesuai dengan ukuran lumpur yang dimasukkan

pada tahap awal sirkulasi dilakukan. Berdasarkan kasus tersebut terdapat kondisi yang merugikan dikarenakan lumpur yang hilang kedalam formasi dan dapat terjadi *formation damage*.



Gambar 2. 1 *Fluid Loss* (Saleh Bin Taleb & Ibrahim, 2012)

Masalah *formation damage* (kerusakan formasi) yaitu adanya pengurangan terhadap harga permeabilitas pada minyak atau gas dan dapat mengurangi diameter pada lubang bor yang menimbulkan terbentuknya *mud cake* pada formasi sumur, hal ini dapat mengakibatkan kualitas produksi yang rendah. *Filtration* dapat terjadi pada kondisi *static* dan *dynamic*. *Static filtration* merupakan filtrasi yang terjadi pada saat lumpur dalam keadaan diam dan *dynamic filtration* berlangsung pada saat lumpur bersirkulasi.

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengukuran volume *filtration loss* dan ketebalan *mud cake* pada kondisi *static filtration*. Mengacu pada prosedur pengujian dilaboratorium hanya mempertimbangkan kondisi *static*. Alat LPLT (*Low Pressure Low Temperature*) merupakan alat yang digunakan dalam pengujian *filtration loss* dilakukan dengan menerapkan standar APIRP 13B dengan tekanan 100 psi dalam waktu pengujian selama 30 menit. Besarnya harga *filtration loss* dapat ditentukan berdasarkan hasil volume *filtrate* yang ditampung menggunakan gelas ukur selama masa pengujiannya. Persamaan yang digunakan untuk volume *filtrate* yang diperoleh dapat diturunkan dari persamaan *darcy* sebagai berikut:

$$V_f = A \left[\frac{2k \left(\frac{cc}{cm} - 1 \right)}{\mu} \Delta PT \right]^{0,5} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

- A : *Filtration area.*
 k : Permeabilitas *cake.*
 Cc : Volume fraksi solid dalam *mud cake.*
 Cm : Volume fraksi solid dalam lumpur.
 P : Tekanan filtrasi.
 t : Waktu filtrasi = viskositas filtrate.

Perhitungan volume *filtration loss* dapat dilakukan dengan persamaan pada *static filtration* yaitu:

$$Q_2 = Q_1 \times \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^{0,5} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

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

2.2 MUD CAKE

Mud cake atau padatan lumpur merupakan partikel – partikel padatan yang melekat pada area permukaan dinding lubang bor. Ketebalan *mud cake* sangat mempengaruhi keberhasilan aktivitas pemboran. Ukuran ketebalan *mud cake* yang tipis dapat meminimalisir prevalensi terjadinya penyempitan pipa bor. *Mud cake* yang baik dan tetap pada ukuran standar dapat berfungsi sebagai penopang yang baik antara pipa pemboran dan permukaan dinding formasi. Nilai ukuran *mud cake* yang tipis diusahakan tetap berada pada standar, ukuran *mud cake* yaitu sekitar 0,1 - 2 mm (Raharja et al., 2018) semakin tipis ukuran ketebalan *mud cake* maka lumpur pemboran semakin baik. Maksimum ukuran *mud cake* yaitu berukuran 3/8 inch atau 9,525 mm (Mursyidah et al., 2019).

Menurut (Ginting, 2018) hambatan yang biasanya timbul akibat pengaruh dari ukuran *mud cake* apabila belum memenuhi standar akan menyebabkan pipa pemboran terjepit, membuat pipa sulit diangkat dan diputar. Permasalahan ini dapat terjadi dikarenakan sebagian *drill string* melekat di permukaan dinding

lubang bor yang berada pada kedalaman formasi yang berporous dan permeabel. Pembentukan *mud cake* yang tebal mudah terjadi pada formasi *limestone* maupun *sandstone* serta kondisi *fluid loss* yang tinggi dapat membentuk *mud cake* yang tebal (Ramanda et al., 2015).

2.3 RHEOLOGY LUMPUR

Menurut (Widada et al., 2019) menyatakan bahwa *rheology* meliputi viskositas, *plastic viscosity*, *yield point*, dan *gel strength*. Sifat fisik atau *rheology* lumpur pemboran (*drilling mud*) memiliki kontribusi besar terhadap kelancaran dari suatu proses pemboran salah satunya pemindahan *cutting*, oleh karena itu penting untuk melakukan pengontrolan terhadap sifat fisik lumpur. Pada kondisi *round trip* (pergantian pipa) sifat aliran lumpur pemboran yaitu viskositas dan *gel strength* menjadi indikator yang dapat menggambarkan kondisi baik buruknya fluida pemboran. Formulasi lumpur serta *rheology* lumpur pemboran sangat mempengaruhi operasi pemboran, perencanaan *casing*, *drilling rate* serta *completion*. Untuk mencapai kegiatan operasi pemboran sesuai dengan yang direncanakan perlu dilakukan pengontrolan terhadap sifat – sifat lumpur tersebut dijaga dan selalu diamati secara berkala pada setiap tahapan operasi pemboran supaya setiap hambatan yang akan timbul dapat ditanggulangi sehingga lumpur pemboran dapat dikatakan layak dan optimal berdasarkan fungsinya.

2.3.1 Viskositas

Viskositas merupakan suatu sifat fisik yang memperlihatkan keengganan dari suatu fluida untuk mengalir. Viskositas lumpur pemboran memiliki peranan yang krusial pada proses pengangkatan serpih bor (*cutting*) ke permukaan. Viskositas yang semakin tinggi memiliki kemampuan dalam pengangkatan *cutting* sebaliknya jika nilai viskositas semakin kecil di suatu lumpur maka akan menimbulkan hambatan pengangkatan *cutting* menjadi tidak sempurna dan meninggalkan endapan material – material pemberat lumpur akan mengakibatkan terjepitnya rangkaian pipa bor (Raharja et al., 2018).

Tingkat tahanan fluida untuk mengalir yang ditunjukkan viskositas, semakin besar nilai dari viskositas maka aliran dari suatu fluida akan semakin lambat dan begitu juga sebaliknya. Dalam percobaan ini akan melakukan pengukuran viskositas dengan menggunakan alat *marh funnel*, melakukan pngamatan terhadap waktu yaitu jumlah detik yang dibutuhkan cairan untuk dapat mengalir melewati corong.

2.3.2 *Plastic Viscosity*

Plastic viscosity merupakan parameter perihal peningkatan padatan yang terdapat pada lumpur pemboran. *Plastic viscosity* merupakan suatu tahanan terhadap sirkulasi yang ditimbulkan oleh adanya gerakan – gerakan antara padatan – padatan di dalam lumpur, padatan – cairan dan terdapat gesekan antara lapisan cairan (Hamid, 2017).

Estimasi *plastic viscosity* penting untuk dilakukan untuk dapat mengetahui gaya gesek yang terjadi pada konsentrasi padatan dalam lumpur atau kondisi ini terjadi antara padatan dan cairan lumpur. Dalam menentukan *plastic viscosity* dapat diperoleh dari pengurangan *dial reading* 600rpm dengan 300rpm menggunakan alat *Fann VG meter*.

$$\mu_p = C_{600} - C_{300} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

μ_p : *Plastic viscosity*, cp.

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

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

2.3.3 *Yield Point*

Menurut (Raharja et al., 2018) *yield point* adalah sifat aliran yang memperlihatkan tingginya tekanan minimal yang diberikan kepada fluida agar fluida tersebut memiliki kemampuan untuk mengalir. *Yield point* adalah pengukuran gaya pada padatan, cairan atau partikel – partikel yang terdapat didalam lumpur. Permasalahan yang akan timbul akibat rendahnya

yield point mengakibatkan pembentukan endapan *barite* dan pada saat melakukan pembersihan lubang tidak dapat dilakukan secara maksimal dan efektif. Di sisi lain, kondisi *yield point* yang meningkat dapat mempengaruhi naiknya tekanan sirkulasi, menyebabkan fluida sulit di aduk dalam *tank* dan cenderung untuk menahan gas dalam lumpur (Ginting, 2018).

Pengujian pada *yield point* dapat diukur dengan C300 dikurang dengan *plastic viscosity* menggunakan alat *Fann VG meter* menggunakan persamaan sebahai berikut:

$$Y_p = C300 - \mu_p \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

Y_p : *Yield Point*, lb/100 ft²

μ_p : *Plastic viscosity*, cp.

C300 : Dial *reading* pada 300 RPM, derajat.

2.3.4 *Gel Strength*

Menurut (Satiyawira, 2014) pada saat berhentinya proses pemboran *gel strength* dari lumpur pemboran memiliki kemampuan di dalam menahan dan mengapungkan serpih bor. *Gel strength* adalah padatan yang terjadi saat sirkulasi lumpur dihentikan. Terbentuknya *gel strength* berasal dari lumpur yang berubah menjadi gel, yang diharapkan mampu menahan *cutting*, serpihan bor dan material – material pembentuk lumpur agar tidak jatuh. Lumpur pemboran harus memiliki *gel strength* yang sesuai dengan fungsi yang diharapkan, *gel strength* yang tinggi dapat membuat pompa lumpur terbebani pada saat proses sirkulasi memulai kembali.

Pengukuran pada pengujian *gel strength* dilakukan pada waktu 10 detik dan 10 menit dalam satuan lb/100 ft² (Raharja et al., 2018). Rentang nilai *gel strength* 10 detik adalah 3 – 20 lb/100 ft², pada *gel strength* 10 menit adalah 8 – 30 lb/100 ft² (A. Nwabueze & O. Igalo, 2020).

$$Gel\ strength = \frac{Simpanan\ maksimum\ 10\ detik}{Simpanan\ maksimum\ 10\ menit} \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{Gel strength} = \text{lb}/100 \text{ ft}^2$$

2.4 PATI KENTANG

Di Indoneisa, kentang (*Solanum tuberosum L*) merupakan tanaman yang menempati urutan keempat setelah beras, gandum dan jagung. Produksi kentang di Indonesia sebesar 13,38 ton/ha dengan produktivitas kentang yang tidak menentu dan pada tahun 2010 sebesar 1.060.805 ton dinyatakan sebagai penghasil kentang yang besar (Arifin et al., 2014). Pada tahun 2014 luas panen sebesar 76.291 ha dengan produksi sebesar 17.67 ton/ha. Pada tahun 2015 luas area panen sebesar 66.983 ha dengan produksi 1.219.269 ton dengan kapasitas produktivitas 18,20 ton/ha (Hidayah et al., 2017). Di kawasan asia tenggara Indonesia merupakan salah satu penghasil kentang yang paling besar (Niken & Adepristian, 2013).

Dalam pengolahannnya kentang memiliki prospek yang cukup tinggi untuk dikembangkan salah satunya yaitu pati. Pati adalah kabohidrat yang berwujud putih, tidak berasa dan tidak berbau serta merupakan salah satu *biopolymer* kabohidrat yang memiliki ketersediaan melimpah dan dinilai ekonomis. Polimer alami memiliki kandungan unsur utama yaitu *Carbon* (C). Aditif yang berasal dari pati merupakan *additive* berbasis polimer yang dapat berperan sebagai *fluid loss control agent* dan *viskosifier* (Dankwa et al., 2018).



Gambar 2. 2 *Potato Starch*

Starch atau Pati berasal dari umbi batang kentang, umbinya di pisahkan dari permukaan luar dan didapatkan daging umbi bersih, kemudian diproses

menggunakan beberapa tahapan dan diolah menjadi tepung yang dimanfaatkan sebagai aditif *drilling mud*. Penambahan pati kedalam lumpur pemboran dinilai dapat mengurangi filtrasi (Harry et al., 2017). Dalam menurunkan potensi *filtration loss* pati dinilai memiliki kemampuan dalam menyumbat pori pada batuan. Ditunjukkan dengan terbentuknya partikel koloid ketika pati ditambahkan kedalam formulasi lumpur pemboran (Ghazali et al., 2015).

2.5 PENELITIAN TERDAHULU

Dalam penelitian yang pernah dilakukan oleh (Omotioma et al., 2015) dengan memanfaatkan pati singkong yang digunakan sebagai aditif polimer sintesis yang berperan sebagai *agent* pengontrol kehilangan cairan. Pati singkong dapat mempengaruhi sifat fisik *rheology* lumpur. Hasil menunjukkan nilai optimum penambahan pati singkong sebesar 4 % pada *water base mud* (WBM). Pati singkong dinilai mampu mengatasi kehilangan cairan yang menunjukkan kinerja yang baik dalam retensi *filtrate* dengan ini pati singkong dinilai dapat digunakan sebagai *filtration loss control agent* dan dapat mempengaruhi sifat *rheology* dengan meningkatnya nilai viskositas pada lumpur (Harry et al., 2017).

Penelitian lain yang menggunakan polimer alami dilakukan oleh (Ghazali et al., 2015) pada pengujiannya peneliti memanfaatkan penambahan pati jagung. Penelitian dilakukan pada kondisi temperature antara 170 hingga 200 °F dengan formulasi lumpur WBM dengan konsentrasi 0 – 10 gr pati jagung, menyatakan bahwa peningkatan penambahan massa aditif dapat mempengaruhi hasil kinerja *filtration loss* yang lebih baik. Hasil penelitian menunjukkan pati jagung berpotensi tinggi sebagai agen pengontrol kehilangan cairan pada lumpur pemboran.

Selain menggunakan pati jagung dan pati singkong adanya penelitian yang serupa yaitu memanfaatkan pati sagu sebagai aditif tambahan dan dicampurkan kedalam komposisi lumpur pemboran pada kondisi diberbagai *temperature* dan menggunakan lumpur berbahan dasar *salt water* buatan. Hasil penelitian membuktikan bahwa penambahan aditif tepung sagu pada lumpur pemboran efektif sebagai *Loss Circulation Material* dalam menangani lumpur pemboran dispersi (Ginting, 2018).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah *Experiment Research* atau penelitian eksperimental. Metode penelitian eksperimen merupakan metode penelitian yang digunakan untuk dapat mengetahui pengaruh *treatment* yang dilakukan terhadap hasil yang didapat dan pada umumnya digunakan pada penelitian yang bersifat laboratoris.

3.2 LOKASI PENELITIAN

Lokasi yang digunakan untuk melaksanakan pengujian pembuatan aditif pati kentang dan pengujian analisa lumpur pemboran yaitu di Laboratorium Pemboran Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau.

3.3 JADWAL PENELITIAN

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

No	Tahapan Penelitian	Tahun 2022															
		April				Mei				Juni				Juli			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Persiapan Alat dan Bahan																
2.	Pengujian EDS <i>Potato Starch</i>																
3.	Pengujian <i>Filtration Loss</i> dan <i>Rheology</i>																
4.	Analisa Data, Hasil dan Pembahasan																

3.4 JENIS DATA

Perolehan data yang digunakan pada analisis ini yaitu data *primer*. Memperoleh data berdasarkan indikasi hasil *treatment* yang diperaktikkan secara langsung di laboratorium dengan menerapkan penambahan acuan diantaranya diktat praktikum, literatur buku Teknik Perminyakan, jurnal, *paper* serta melakukan diskusi bersama dosen pembimbing.

3.5 SAMPEL PENELITIAN

Sample penelitian berupa pati kentang, sampel dibuat dari umbi kentang (*Solanum tuberosum L*) yang didapatkan di pasar pagi arengka, Pekanbaru.

3.6 ALAT DAN BAHAN PENELITIAN

3.6.1 Bahan

1. *Bentonite*
2. *Potato Starch*
3. *Water*

3.6.2 Alat

Peralatan yang digunakan dalam melakukan penelitian di laboratorium, diantaranya sebagai berikut:



Gambar 3. 1 *Fann VG Meter*



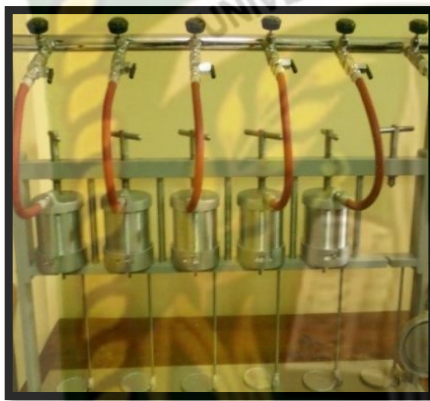
Gambar 3. 2 *Filter Paper*



Gambar 3. 3 Gelas Ukur



Gambar 3. 4 Jangka Sorong



Gambar 3. 5 LPLT *Filter Press*



Gambar 3. 6 Marsh *Funnel*



Gambar 3. 7 Mud *Mixer*



Gambar 3. 8 Sieve



Gambar 3. 9 *Stopwatch*



Gambar 3. 10 *Timbangan Digital*



Gambar 3. 11 *Mud Balance*

3.7 PROSEDUR PENELITIAN

3.7.1 Prosedur Pembuatan Sampel *Potato Starch*

Sumber yang digunakan untuk prosedur pembuatan pati kentang diperoleh berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan oleh (Wami et al., 2015) sebagai berikut:

1. Sampel kentang dikupas menggunakan pisau.
2. Sampel dicuci bersih menggunakan air mengalir untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada bagian luar umbi kentang.
3. Menghaluskan umbi kentang yang sudah dikupas dan dibersihkan.
4. Umbi kentang digiling dan diayak dengan menambahkan air sedikit demi sedikit secara bersamaan.
5. Menampung filtrat menggunakan wadah.

6. Filtrat dibiarkan kurang lebih selama 3 – 4 jam sehingga menghasilkan dua lapisan yaitu air hasil endapan berada diposisi atas lapisan dan endapan pati basah berada di lapisan bawah.
7. Endapan pati basah ditaruh diatas nampan alumunium dan dibiarkan diudara terbuka.
8. Selanjutnya dikeringkan didalam oven dengan suhu 60 °C selama kurang lebih 6 jam.
9. Pati kering yang diperoleh kemudian digiling menggunakan belender untuk mendapatkan ukuran partikel yang halus.
10. Pati halus kemudian disaring menggunakan *sieve 200 mesh* untuk mendapatkan ukuran pati yang seragam.

3.7.2 Prosedur Pembuatan Sampel Lumpur Dengan Penambahan *Potato Starch*

Tahapan kerja dalam pembuatan lumpur standar sebagai berikut (Harry et al., 2017) (Mursyidah et al., 2019):

1. Menyiapkan *mixer* lumpur dan *cup mixer*.
2. Aditif *bentonite* ditimbang sebanyak 22.5 gr, air 350 ml dan menambahkan *potato starch* dengan konsentrasi massa:
 Lumpur A + 0 gr pati kentang
 Lumpur B + 2 gr pati kentang
 Lumpur C + 4 gr pati kentang
 Lumpur D + 6 gr pati kentang
 Lumpur E + 8 gr pati kentang
 Lumpur F + 10 gr pati kentang
3. *Mix* bentonite, air dan *potato starch* menggunakan *mud mixer* selama 20 menit.
4. Mendingkan sampel hingga 16 jam di dalam wadah dengan keadaan tertutup rapat pada suhu ruangan yang konstan.
5. Setelah di diamkan selama 16 jam *mix* sampel dengan waktu 5 menit.
6. Melakukan pengulangan tahapan kerja pada berbagai konsentrasi sampel yang dibutuhkan.

3.7.3 Prosedur Pengujian Viskositas Lumpur

Pengujian viskositas pada lumpur dilakukan menggunakan alat *marsh funnel* dengan tahapan kerja sebagai berikut (API Specification 13A, 2019):

1. Sampel lumpur bor dituangkan melalui saringan hingga batas bagian bawah saringan (1.5 liter), sebelumnya bagian bawah alat *marsh funnel* ditutup dengan menggunakan jari tangan.
2. Mempersiapkan wadah yang sudah ditentukan isinya 1 quart = 964 ml, melakukan pengukuran dimulai pada saat membuka jari sehingga lumpur mengalir dan ditampung kedalam wadah.
3. Melakukan pencatatan waktu yang dibutuhkan (*second*) fluida untuk mengalir.

3.7.4 Prosedur Pengujian *Shear Stress*

Pegujian *shear stress* pada lumpur dilakukan menggunakan Alat *Fann VG Meter* dengan tahapan sebagai berikut (API Specification 13A, 2019):

1. Sampel lumpur dituangkan kedalam bejana hingga mencapai batas yang ditentukan.
2. Menempatkan bejana sesuai pada tempatnya, menyetel kedudukan dengan baik sehingga rotor dan bob tercelup kedalam lumpur sampai batas yang sudah ditetapkan.
3. Menggerakkan rotor *Fann VG Meter* pada posisi *HIGH* dan menempatkan kecepatan putar rotor pada kedudukan 600 RPM. Pemutaran akan dilakukan sehingga kedudukan pada skala (dial) mencapai keseimbangan.
4. Saat mencapai keseimbangan ditunjukan oleh skala penunjuk, lakukan pencatatan harga *shear stress* dan dilanjutkan untuk kecepatan 300, 200, 100, 6 dan 3 RPM.

3.7.5 Prosedur Pengujian *Gel Strength*

Tahapan kerja dalam melakukan pengujian *gel strength* dilakukan dengan menggunakan alat *fann vg meter* sebagai berikut (API Specification 13A, 2019):

1. Setelah melakukan pengukuran pada *shear stress*, aduk sampel lumpur menggunakan *Fann VG meter* dengan kecepatan 600RPM selama 10 detik.
2. Kemudian menghentikan *Fann VG meter* dan mendiamkan sampel lumpur selama 10 detik.
3. Setelah 10 detik, kemudian menggerakkan rotor kembali pada kecepatan 3 RPM. Segera baca simpangan maksimum pada skala penunjuk.
4. Kemudian aduk kembali sampel lumpur dengan alat *Fann VG meter* dengan kecepatan rotor 600RPM pada waktu 10detik.
5. Melakukan kembali langkah – langkah diatas pada pengujian *gel strength* diwaktu 10 menit. (*gel strength* 10 menit, sampel lumpur didiamkan selama 10 menit).

3.7.6 Prosedur Pengujian *Filtration Loss* dan *Mud Cake*

Pengujian *filtration loss* menggunakan alat API *filter press* LPLT (*Low Pressure Low Temperature*) dengan cara kerja sebagai berikut (API Specification 13A, 2019):

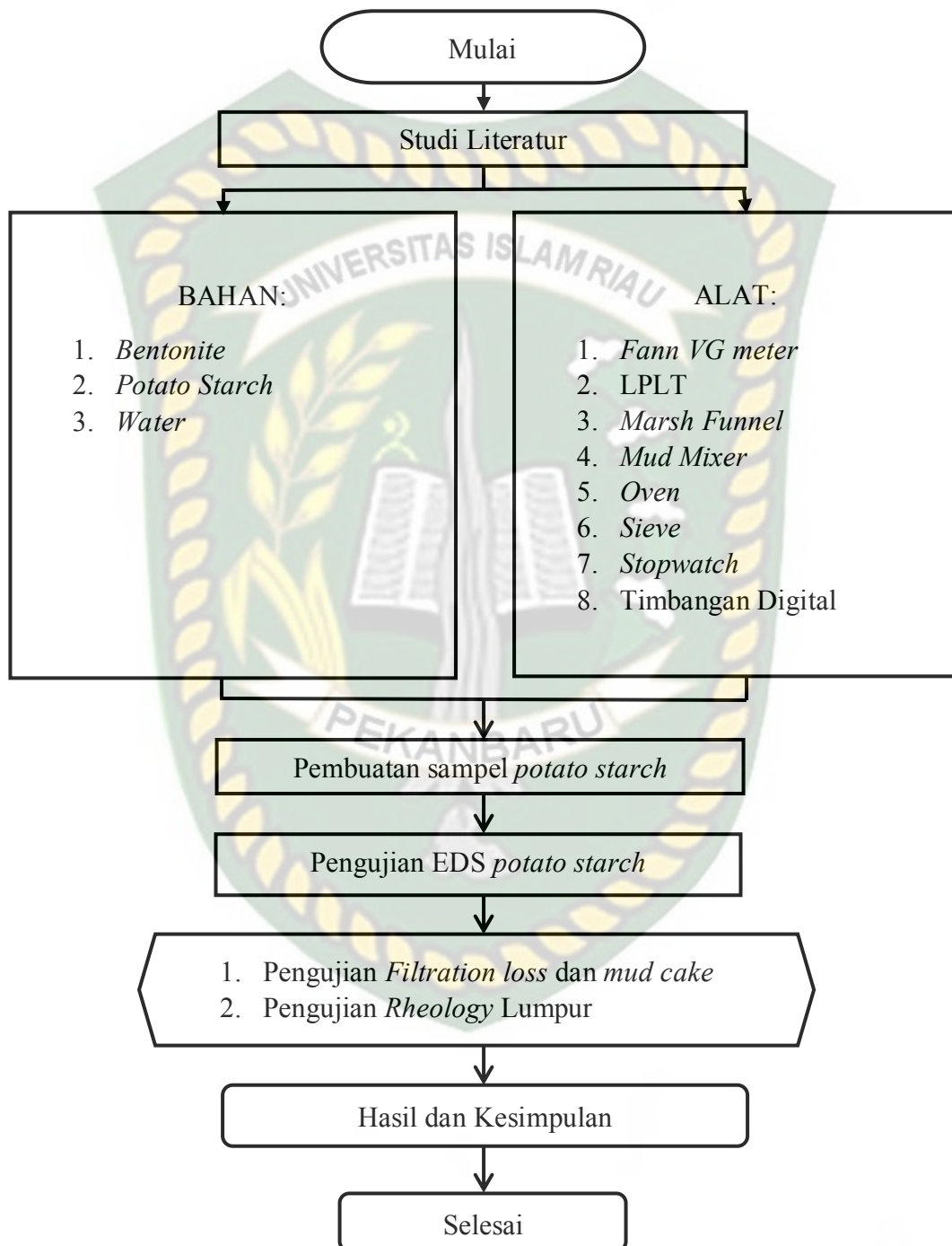
1. Mempersiapkan peralatan *filter press* serta melakukan pemasangan *filter paper* hingga rapat, kemudian menaruh gelas ukur dibawah silinder berfungsi menampung fluida filtrat.
2. Campuran lumpur dituangkan ke dalam silinder sampai pada batas 1 inch di bawah permukaan silinder, dapat diukur menggunakan jangka sorong dan segera tutup rapat.
3. Mengalirkan tekanan udara sebesar 100 psi.
4. Mencatat volume filtrat pada 7.5 menit *timer* pertama kemudian menukar gelas ukur dengan yang baru dan melakukan pengukuran kembali di 30 menit *timer* kedua dengan menggunakan *stopwatch*.

Mencatat volume filtrate yang dihasilkan (*filtrate* yang digunakan setelah 7.5 menit pertama).

5. Mematikan tekanan udara, kemudian membuang tekanan udara melalui silinder (*bleed off*), sisa lumpur yang terdapat di dalam *silinder* dituangkan kembali ke dalam *mixer cup*.
6. Selanjutnya menentukan ukuran dari ketebalan *mud cake* yang didapat menggunakan alat jangka sorong.



3.8 FLOWCHART PENELITIAN



Gambar 3. 12 Flowchart Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data primer yang diperoleh secara langsung dari hasil percobaan yang dilakukan di Laboratorium Lumpur Pemboran Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau. Percobaan dilakukan berguna untuk dapat mengetahui pengaruh penambahan aditif *potato starch* pada formulasi lumpur pemboran dalam mengatasi *filtration loss* dan mengetahui pengaruh terhadap *rheology* lumpur pemboran yaitu *plastic viscosity*, *yield point* dan *gel strength*. Perolehan data berdasarkan hasil percobaan dengan konsentrasi penambahan *massa potato starch* yaitu 2 gram, 4 gram, 6 gram, 8 gram dan 10 gr. Untuk dapat mengetahui kandungan unsur yang dimiliki oleh sampel *potato starch* maka dilakukan pengujian EDS (*Energy Dispersive X – ray Spectroscopy*).

4.1 HASIL PENGUJIAN EDS *POTATO STARCH*

Dalam mengidentifikasi unsur senyawa yang terkandung didalam sampel *potato starch* dapat dilakukan dengan pengujian *Energy Dispersive X – ray Spectroscopy* (EDX atau EDS atau EDAX). Hasil komposisi unsur diperoleh dari sinar – X yang dipancarkan kemudian dideteksi oleh *Energy Dispersive X – ray Spectroscopy* (EDS) (Deepika, 2019). Pengujian EDS sampel *potato starch* diuji di Laboratorium SEM (*Scanning Electron Microscop*) Sentral FMIPA (Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam) – ITB (Institut Teknologi Bandung) pada tanggal 24 Mei 2022. Hasil komposisi unsur sampel *potato starch* ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian EDS *Potato Starch*

<i>Element</i>	<i>Presentase (%)</i>
C (<i>Carbon</i>)	68 %
O (<i>Oxygen</i>)	32 %

Sumber: Institut Teknologi Bandung

Berdasarkan hasil data yang ditunjukkan pada **table 4.1** diketahui bahwa terdapat dua unsur yang dimiliki sampel *potato starch* diantaranya yaitu C (*Carbon*) dan O (*Oxygen*) dimana sampel didominasi oleh unsur *Carbon* (C) dengan konsentrasi sebesar 68% dibandingkan dengan unsur Oksigen (O) hanya sebesar 32%. Membuktikan tingginya kandungan polimer dinyatakan oleh unsur *Carbon* (C). Kandungan unsur *Carbon* (C) yang tinggi mampu mengindikasikan besarnya kandungan polimer. Hal ini dikarenakan polimer alami memiliki rantai utama berupa *Carbon* (C) (Admadi H & Arnata, 2015).

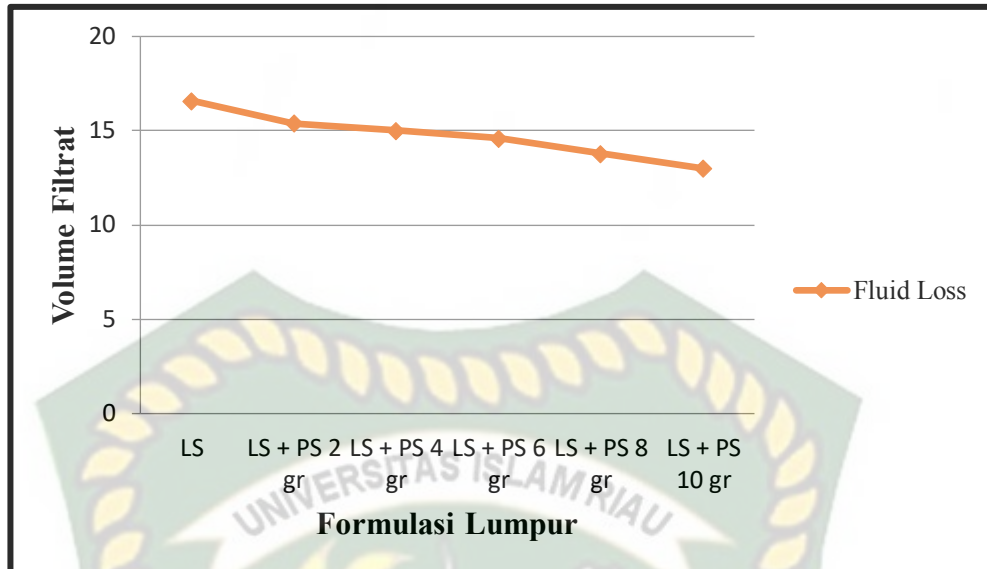
4.2 HASIL PENGUJIAN *FILTRATION LOSS* DAN *MUD CAKE* LUMPUR PEMBORAN DENGAN PENAMBAHAN ADITIF *POTATO STARCH*

3.2.1 *Filtration Loss*

Pentingnya melakukan pengontrolan terhadap *filtration loss* pada saat operasi pemboran dilaksanakan. Berikut ini merupakan *table* yang menunjukkan hasil pengamatan *filtration loss* dan grafik yang memperlihatkan perbandingan antara WBM (*Water Based Mud*) dan sampel lumpur *potato starch* terhadap *fluid loss*.

Tabel 4. 2 Hasil Pengamatan *Filtration Loss* LS dan LS + *Potato Starch*

Sampel	Formulasi Lumpur			<i>Filtratio Loss (ml)</i>
	<i>Massa Bentonite (gr)</i>	<i>volume air (ml)</i>	<i>Massa Potato Starch (gr)</i>	
LS	22,5	350	0	16,6
LS + PS02	22,5	350	2	15
LS + PS04	22,5	350	4	14,2
LS + PS06	22,5	350	6	14
LS + PS08	22,5	350	8	13,4
LS + PS10	22,5	350	10	13



Gambar 4. 1 Grafik *Fluid Loss* LS dan LS + *Potato Starch*

Dari data yang ditunjukkan pada **tabel 4.2** serta **gambar 4.1** grafik perbandingan, hasil yang didapat dari pengujian *filtration loss* menggunakan formulasi lumpur yaitu dengan penambahan 2 – 10 gram *potato starch*. Lumpur standar memiliki volume *filtrate* sebesar 16,6 ml, sedangkan dengan penambahan aditif *potato starch* berkisar antara 15 – 13 ml. Berkurangnya volume *filtrate* dipengaruhi oleh kemampuan pati yang dapat meminimalisir kehilangan fluida (Dankwa et al., 2018). Pati kentang menahan cairan lebih baik dari pada pati lainnya karena memiliki ukuran molekul yang besar (Habeeb Assi, 2018).

Konsentrasi ideal pada formulasi lumpur ditunjukkan pada *massa* pati sebesar 2 – 10 gr *potato starch* menghasilkan volume *filtrate* sebesar 15 – 13 ml. Sedangkan untuk sampel lumpur standar memiliki volume *filtrate* sebesar 16,6 ml. Hal ini menunjukkan bahwasannya lumpur standar tidak berada pada standar ideal seperti yang ditunjukkan pada **tabel 4.3**, sedangkan untuk formulasi lumpur dengan penambahan 2 – 10 gr *potato starch* mencapai standar API seperti pada **tabel 4.3**. Hal ini dapat menjelaskan bahwasannya *potato starch* dapat mempengaruhi nilai *filtration loss* dan jumlah volume *filtrate* sesuai dengan standar ideal yaitu *maximum* 15 ml (API Specification 13A, 2019).

Tabel 4. 3 Standar Spesifikasi API 13A *Filtrate Volume* Lumpur Pemboran

<i>Requirement</i>	<i>Standard</i>
<i>Suspension Properties</i>	
<i>Filtrate Volume</i>	<i>Maximum 15,0 ml</i>

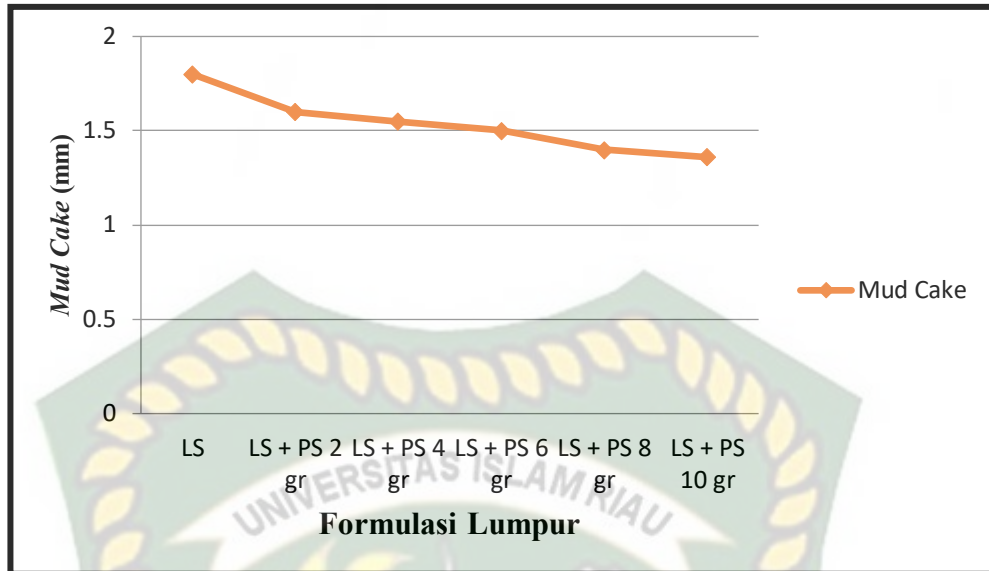
Sumber : API Specification 13A (2019)

3.2.2 *Mud Cake*

Ketebalan *mud cake* sangat mempengaruhi keberhasilan aktivitas pemboran. *Mud cake* yang sesuai standar yaitu dengan ketebalan yang tipis, hal ini diperuntukkan agar tidak memperkecil area lubang bor. Pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan ukuran *mud cake* yaitu dengan menggunakan tekanan 100 psi selama 30 menit. Berikut data yang diperoleh berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan di laboratorium.

Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran *Mud Cake* LS dan LS + *Potato Starch*

Sampel	Formulasi Lumpur			<i>Mud Cake</i>
	<i>Massa Bentonite (gr)</i>	<i>Volume Air (ml)</i>	<i>Massa Potato Starch (gr)</i>	
LS	22,5	350	0	1,8
LS + PS02	22,5	350	2	1,6
LS + PS04	22,5	350	4	1,55
LS + PS06	22,5	350	6	1,5
LS + PS08	22,5	350	8	1,4
LS + PS10	22,5	350	10	1,35



Gambar 4. 2 Grafik *Mud Cake* LS dan LS + *Potato Starch*

Hasil yang didapat dari pengukuran ketebalan *mud cake* yaitu berkisar antara 1,8 – 1,35 mm. Berdasarkan data yang ditunjukkan pada **tabel 4.4** dan **gambar 4.2** diatas menyatakan bahwa seiring bertambahnya massa *potato starch* yaitu dengan konsentrasi 2 gram, 4 gram, 6 gram, 8 gram dan 10 gram menghasilkan ukuran *mud cake* yang semakin berkurang. Ukuran ketebalan *mud cake* menurun seiring penambahan konsentrasi pada pati (Ghazali et al., 2015). Hal ini dikarenakan pati dapat membentuk partikel koloid (A. Nwabueze & O. Igalo, 2020). Pengaruh penambahan aditif *potato starch* efektif dalam menjaga ukuran *mud cake* sesuai dengan ukuran standar ideal. Maka dari itu aditif *potato starch* dapat digunakan dalam formulasi lumpur pemboran (Minaev et al., 2014). Dari hasil pengujian di laboratorium ukuran *mud cake* berada pada standar ideal dengan ukuran standar *mud cake* yaitu sekitar 0,1 - 2 mm (Raharja et al., 2018).

4.3 HASIL PENGUJIAN *RHEOLOGY* LUMPUR PEMBORAN DENGAN PENAMBAHAN ADITIF *POTATO STARCH*

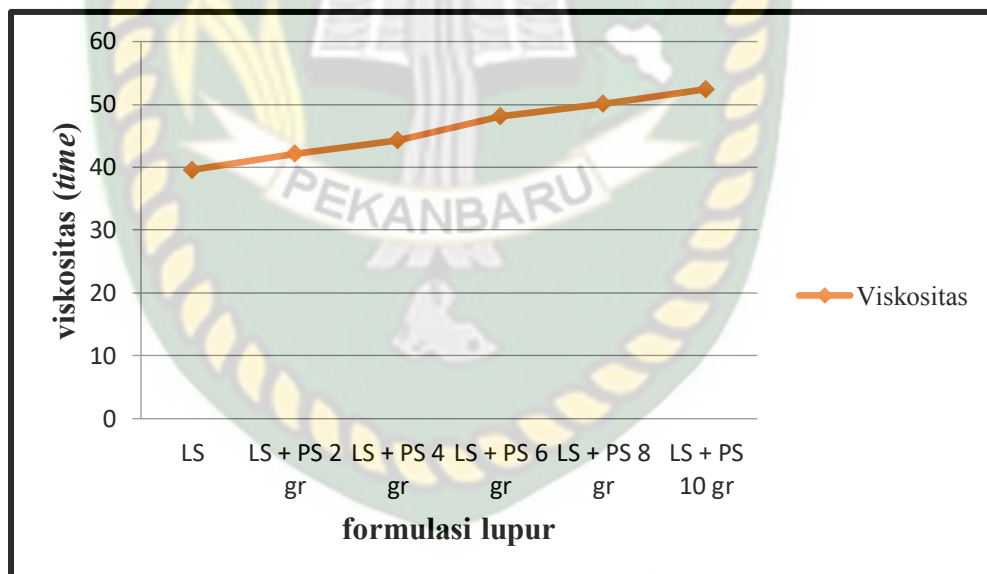
4.3.1 Viskositas

Viskositas memiliki peran dalam pengangkatan dan menahan serpihan didalam operasi pemboran. Pengujian viskositas dilakukan dengan menggunakan alat *marsh funnel*. Hasil pengamatan dapat dilihat pada *table*

di bawah ini serta grafik yang memperlihatkan waktu yang dibutuhkan fluida mengalir melewati corong *marsh funnel*, perbandingan antara WBM (*Water Based Mud*) dan sampel lumpur *potato starch*.

Tabel 4. 5 Hasil Pengamatan Viskositas (*Second*) LS dan LS + *Potato Starch*

Sampel	Viskositas
LS	39.59
LS + PS02	42.15
LS + PS04	44.31
LS + PS06	48.12
LS + PS08	50.10
LS + PS10	52.06



Gambar 4. 3 Grafik Viskositas LS dan LS + *Potato Starch*

Berdasarkan **tabel 4.5** yang telah dipaparkan diatas menunjukkan bahwasannya seiring meningkatnya *mass* aditif *potato starch* menghasilkan nilai viskositas mengalami peningkatan. Pada lumpur standar waktu alir lumpur yaitu 39.59 *second* sedangkan waktu alir lumpur dengan seiring penambahan aditif *potato starch* hingga 10 gr *potato starch* memiliki waktu

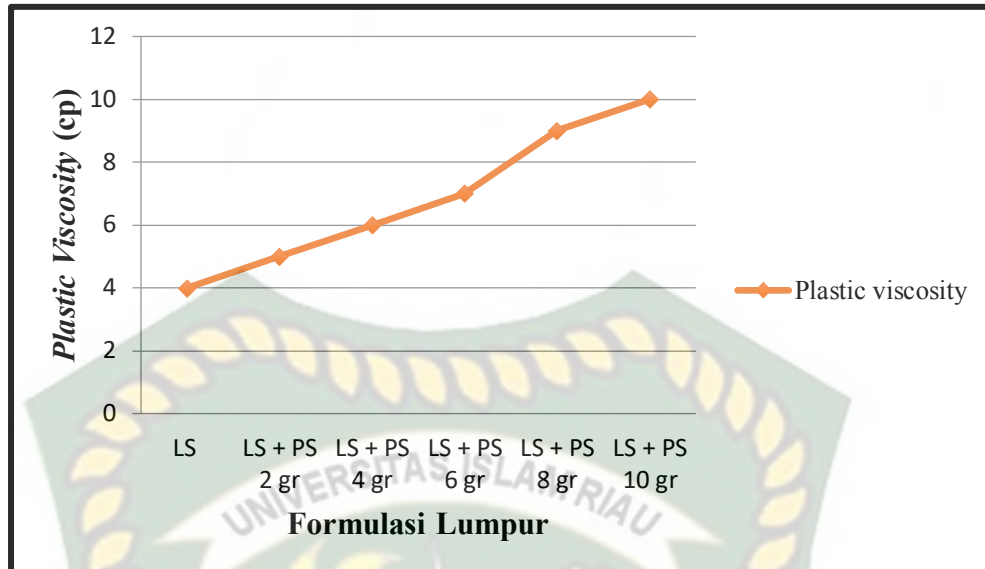
alir menjadi 52.06 *second*. Hasil penelitian membuktikan bahwa *potato starch* dapat menaikkan nilai viskositas lumpur pemboran. Berdasarkan sifat yang dimiliki *potato starch* dapat membentuk partikel koloid (Ghazali et al., 2015). Hal ini memperlihatkan bahwa *potato starch* dapat digunakan sebagai aditif yang dapat berperan dalam meningkatkan kekentalan atau *viskosifier*.

4.3.2 *Plastic viscosity*

Plastic viscosity diukur dalam centi poise dimana penggunaan utama plastic viscosity menunjukkan pengaruh kandungan padatan terhadap kekentalan lumpur (Fitrianti, 2012). Di bawah ini merupakan *table* yang menunjukkan hasil pengamatan dan grafik yang memperlihatkan perbandingan nilai *Plastic Viscosity* antara WBM (*Water Based Mud*) dengan WBM (*Water Based Mud*) ditambah aditif *potato starch* diperoleh dari pembacaan C600 dan C300 atau hasil pembacaan sekala pada putaran 600 rpm dikurang dengan skala putaran 300 rpm.

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian *Plastic Viscosity* LS dan LS + *Potato Starch*

Sampel	Formulasi Lumpur			<i>Plastic viscosity</i> (cp)
	<i>Massa Bentonite</i> (gr)	volume air (ml)	<i>Massa Potato Starch</i> (gr)	
LS	22,5	350	0	4
LS + PS02	22,5	350	2	5
LS + PS04	22,5	350	4	6
LS + PS06	22,5	350	6	7
LS + PS08	22,5	350	8	9
LS + PS10	22,5	350	10	10



Gambar 4. 4 Grafik *Plastic Viscosity* LS dan LS + *Potato Starch*

Pada *table* dan grafik yang telah dipaparkan diatas menunjukkan bahwasannya seiring meningkatnya massa aditif *potato starch* menghasilkan nilai *plastic viscosity* yang meningkat. Untuk konsentrasi lumpur standar memiliki nilai *plastic viscosity* sebesar 4 cp, sedangkan dengan pengaruh yang ditunjukkan pada penambahan pati yaitu menghasilkan nilai 5 cp untuk konsentrasi 2 gram, 6 cp untuk konsentrasi 4 gram, 7 cp untuk konsentrasi 6 gram, 9 cp untuk konsentrasi 8 gram dan 10 cp untuk konsentrasi 10 gram *potato starch*. Peningkatan nilai *plastic viscosity* ini dipengaruhi oleh sifat kekentalan yang dimiliki *potato starch*.

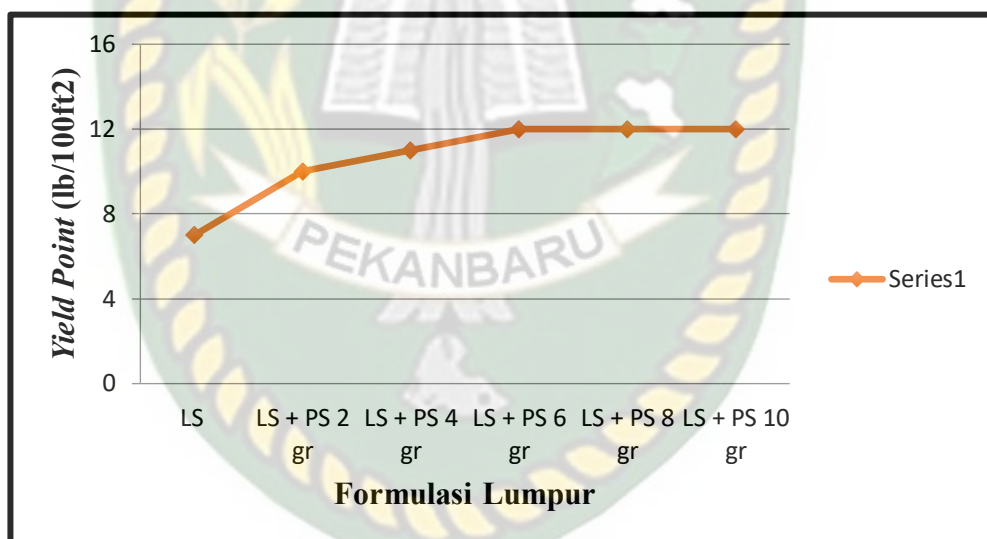
Berdasarkan standar dari nilai *plastic viscosity* yaitu sebesar 8 – 18 cp (Zakky et al., 2019). Dilihat dari data hasil penelitian bahwasannya nilai *plastic viscosity* sudah berada pada standar spesifikasi *plastic viscosity* yaitu idealnya pada formulasi lumpur dengan penambahan *potato starch* sebanyak 8 gram dan 10 gram.

4.3.3 *Yield point*

Dalam pengujian *yield point* dapat ditentukan dengan pengujian menggunakan alat *Fann* vg Meter dengan melakukan pengurangan dari hasil pembacaan skala pada putaran 300 rpm dengan nilai *plastic viscosity*. Perolehan data dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian *Yield Point* LS dan LS + *Potato Starch*

Sampel	Formulasi Lumpur			<i>Yield Point</i> (lb/100 ft ²)
	<i>Massa Bentonite</i> (gr)	volume air (ml)	<i>Massa Potato Starch</i> (gr)	
LS	22,5	350	0	7
LS + PS02	22,5	350	2	10
LS + PS04	22,5	350	4	11
LS + PS06	22,5	350	6	12
LS + PS08	22,5	350	8	12
LS + PS10	22,5	350	10	12

Gambar 4. 5 Grafik *Yield Point* LS dan LS + *Potato Starch*

Hasil pengamatan yang ditunjukkan pada **tabel 4.7** serta grafik **gambar 4.5** yang memperlihatkan perbandingan antara WBM (*Water Based Mud*) dengan sampel WBM (*Water Based Mud*) ditambah aditif *potato starch*. Seiring pertambahan konsentrasi *potato starch* menghasilkan nilai *yield point* mengalami peningkatan yang tidak terlalu signifikan. Dapat dilihat pada formulasi lumpur standar memiliki nilai *yield point* sebesar 7 lb/100 ft², sedangkan pada formulasi lumpur pemboran dengan penambahan

potato starch memiliki nilai *yield point* yang dihasilkan yaitu sebesar 10 lb/100 ft² pada masa 2 gr, 11 lb/100 ft² pada masa 4 gr, 12 lb/100 ft² pada masa 6 gr, 12 lb/100 ft² pada masa 8 gr dan 12 lb/100 ft² pada masa 10 gr. Hasil pengujian menyatakan pengaruh penambahan *potato starch* membuat nilai *yield point* mengalami peningkatan. Nilai standar *yield point* lumpur dinyatakan pada rentang 6 – 14 lb/100 ft² (AL Lail & Satiyawira, 2015). Sehingga sampel lumpur yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi standar spesifikasi.

Tabel 4. 8 Yield Point / Plastic Viscosity

Sampel	<i>Yield Point /Plastic Viscosity</i> lb/100 ft²
LS	1,75
LS + PS02	2,00
LS + PS04	1,83
LS + PS06	1,71
LS + PS08	1,33
LS + PS10	1,20

Tabel 4. 9 Standar Spesifikasi Yield Point / Plastic Viscosity

<i>Requirement</i>	<i>Standard</i>
<i>Suspension Properties</i>	
<i>Yield Point / Plastic Viscosity</i>	<i>Maximum 3 lb/100 ft²</i>

Sumber: API Specification 13A (2019)

Berdasarkan standar API yang ditunjukkan pada **tabel 4.9** nilai maksimum standar yaitu sebesar 3 lb/100 ft², pada **tabel 4.8** menyatakan hasil penelitian *Yield Point / Plastic Viscosity* memiliki hasil yaitu dengan rentang 2 – 1 lb/100 ft². Hal ini menyatakan bahwasannya nilai yang dimiliki *Yield Point – Plastic Viscosity* baik pada sampel lumpur standar maupun dengan penambahan *potato starch* mendapatkan hasil dibawah nilai

maksimum dan masih tergolong berada pada standar API (API Specification 13A, 2019).

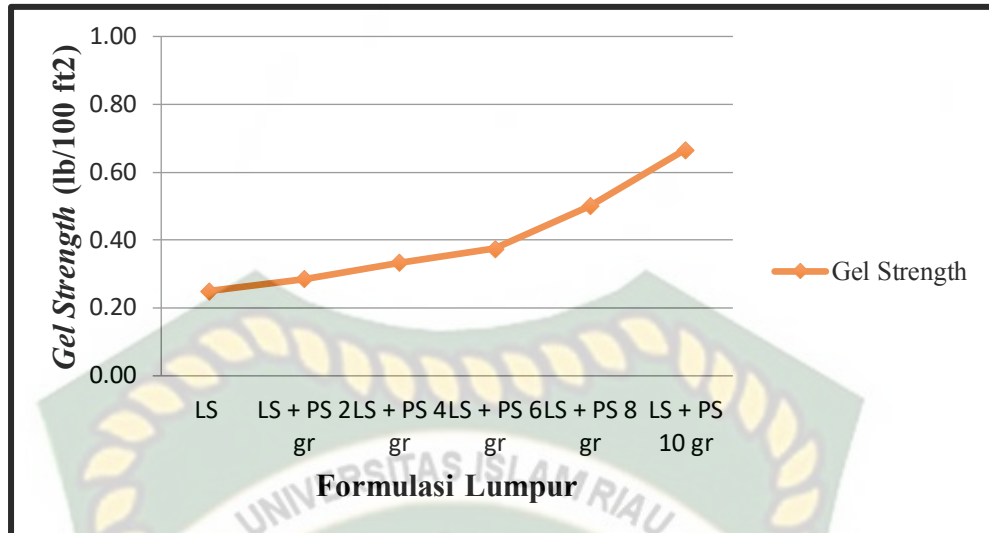
4.3.4 Gel strength

Kondisi *gel strength* merupakan salah satu parameter yang penting dalam operasi pemboran. Pengujian *gel strength* dilakukan pada kondisi *gel strength* 10 detik dan *gel strength* 10 menit. Dalam kemampuannya *gel strength* 10 menit berperan pada saat menahan serbuk bor ketika pompa bor dihentikan. Sedangkan fungsi dari *gel strength* 10 detik memiliki kemampuan dalam menahan serbuk bor pada saat sirkulasi dihentikan (Hamid, 2017).

Berikut merupakan hasil pengujian gel strength menggunakan alat *Fann VG Meter*:

Tabel 4. 10 Hasil Pengamatan *Gel Strength* LS dan LS + *Potato Starch*

Sampel	Formulasi Lumpur			<i>Gel Strength</i> (lb/100 ft ²)
	<i>Massa Bentonite</i> (gr)	volume air (ml)	<i>Massa Potato Starch</i> (gr)	
LS	22,5	350	0	0,25
LS + PS02	22,5	350	2	0,29
LS + PS04	22,5	350	4	0,33
LS + PS06	22,5	350	6	0,38
LS + PS08	22,5	350	8	0,50
LS + PS10	22,5	350	10	0,67



Gambar 4.6 Grafik gel strength LS dan LS + *Potato Starch*

Hasil pengujian *gel strength* yang diperoleh dapat dilihat pada **tabel 4.10** dan grafik pada **gambar 4.6** menunjukkan nilai *gel strength* mengalami peningkatan. Pada formulasi lumpur standar menghasilkan nilai *gel strength* sebesar 0,25 lb/100 ft² dan pada formulasi lumpur dengan penambahan *potato starch* diperoleh nilai *gel strength* sebesar 0,29 lb/100 ft² untuk *mass* 2 gram, 0,33 lb/100 ft² untuk *mass* 4 gr, 0,38 lb/100 ft² untuk *mass* 6 gram, 0,50 lb/100 ft² untuk *mass* 8 gram dan 0,67 lb/100 ft² untuk *mass* 10 gr *potato starch*.

Tabel 4.10 Standar Spesifikasi *Gel Strength*

<i>Requirement</i>	<i>Standard</i>
<i>Suspension Properties</i>	
<i>Gel Strength</i>	2/3 – 4/5 (lb/100 ft ²)

Berdasarkan spesifikasi standar API menyatakan rentang nilai *gel strength* yaitu sebesar 2/3 – 4/5 lb/100ft², atau sebesar 0,6 – 0,8 lb/100ft². (Novrianti et al., 2018). Formulasi yang sesuai pada standar nilai *gel strength* ditunjukkan pada sampel dengan penambahan *potato starch* sebesar 10 gram. Dapat diketahui bahwasannya pengaruh yang terjadi terhadap nilai *gel strength* mengalami peningkatan seiring bertambahnya

konsentrasi pada formulasi lumpur. Hal ini dipengaruhi oleh sifat yang dimiliki *starch* yaitu bersifat *viskosifier* (Zoveidavianpoor & Samsuri, 2016).



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan dari penelitian ini, sebagai berikut:

1. Hasil pengujian EDS *potato starch* yaitu terdapat dua unsur diantaranya unsur *Carbon* (C) dan *Oksigen* (O). Sampel didominasi oleh unsur *Carbon* (C) dengan konsentrasi 68% sedangkan unsur *Oksigen* (O) sebesar 32%.
2. Berdasarkan hasil pengujian bahwa *potato starch* dapat digunakan sebagai aditif *fluid loss control agent* dalam mengatasi *filtration loss* dibuktikan dengan kemampuannya dalam mengatasi *fluid loss* hingga 13 ml pada formulasi lumpur LS+PS10.
3. Pengaruh yang ditunjukkan pada penambahan 2 – 10 gram *potato starch* terhadap *filtration loss* dan ukuran *mud cake* ditunjukkan pada sampel LS+PS2 – LS+PS10 yaitu 15 – 13 ml dan 1,6 – 1,35 mm. Pengaruh yang ditunjukkan pada penambahan 2 – 10 gram *potato starch* terhadap *rheology* lumpur diantaranya pengukuran *plastic viscosity* pada formulasi lumpur sampel LS+PS2 – LS+PS10 yaitu sebesar 5 cp – 10 cp, nilai *yield point* pada formulasi lumpur LS+PS2 – LS+PS10 yaitu sebesar 10 – 12 lb/100 ft², nilai *gel strength* pada sampel LS+PS2 – LS+PS10 yaitu dengan rentang 0.29 – 0.67 lb/100 ft². Berdasarkan data *filtration loss*, *mud cake* dan *rheology* diketahui seiring bertambahnya massa *potato starch* dapat mempengaruhi *rheology* lumpur serta mengurangi volume *filtrate* dan ketebalan *mud cake*.

5.2 SARAN

Dalam penelitian ini peneliti menyarankan peneliti selanjutnya dapat memanfaatkan aditif *potato starch* untuk mengetahui *temperature* yang tepat pada hasil *fluid loss* dan keadaan *rheology* lumpur pemboran.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Nwabueze, Q., & O. Igalo, J. (2020). Utilisation of Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) and Rice Husk (*Oryza sativa*) Starch Blend as a Secondary Viscosifier and Fluid Loss Control Agent in Water-based Drilling Mud. *Analytical Chemistry Petroleum and Coal*, 64(4), 1230–1241. <https://doi.org/10.1021/ac00060a011>
- Admadi H, B., & Arnata, I. W. (2015). Teknologi Polimer. *Denpasar Universitas Udayana*, 1–46.
- AL Lail, F. F., & Satiyawira, B. (2015). Studi Laboratorium Pengaruh Penambahan Konsentrasi Kcl Dan Nacl Terhadap Sifat Fisik Lumpur Polimer Paph Didalam Temperatur Tinggi Setelah *Roller Oven*. *Seminar Nasional Cendikiawan*, 428–473.
- API Specification 13A. (2019). API SPEC 13A Drilling Fluids Materials. *American Petroleum Institute, Nineteehth*(October 2019), 1–108.
- Arifin, M. S., Nugroho, A., & Suryanto, A. (2014). Kajian Panjang Tunas Dan Bobot Umbi Bibit Terhadap Produksi Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L .) VARIETAS GRANOLA. *Jurnal Produksi Makanan*, 2(3), 221–229.
- Dankwa, O. K., Appau, P. O., & Tampuri, M. (2018). Performance Evaluation of Local Cassava Starch Flour as a Secondary Viscosifier and Fluid Loss Agent in Water Based Drilling Mud. *Ghana Mining Journal*, 18(2), 68–76.
- Deepika, C. (2019). IRJET- FTIR , SEM , EDS and GCMS Metabolite Profiling of Macroalgae - *Sargassum wightii*. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 06(03), 6791–6797.

Fitrianti. (2012). Pengaruh Lumpur Pemboran Dengan Emulsi Minyak Terhadap Kerusakan Formasi Batu Pasir Lempungan (Analisa Uji Laboratorium). *Jurnal of Eart, Energy, Engineering*, 67–79.

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. *Applied Mechanics and Materials*, 754–755, 682–687. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.754-755.682>

Ginting, R. M. (2018). Studi Laboratorium Pengaruh Penambahan Polimer Sintesis Dan Tepung Sagu Terhadap Sifat Rheology Lumpur Air Asin Sistem Dispersi Pada Berbagai Temperatur. *Jurnal Petro*, 7(4), 166–170. <https://doi.org/10.25105/petro.v7i4.4286>

Grommers, H. E., & van der Krogt, D. A. (2009). Potato Starch: Production, Modifications and Uses. In *Starch: Chemistry and Technology, Third Edition* (Third Edit). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-746275-2.00011-2>

Habeeb Assi, A. (2018). Potato Starch for Enhancing the Properties of the Drilling Fluids. *Iraqi Journal of Chemical and Petroleum Engineering*, 19(3), 33–40. <https://doi.org/10.31699/ijcpe.2018.3.4>

Hamid, A. (2017). Studi Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Lost Circulation Material (LCM) dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Rheologi Lumpur. *Jurnal Petro*, VI(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. Special Issue: Oil Field Chemicals and Petrochemicals*, 5(1), 10–20. <https://doi.org/10.11648/j.ajche.s.2017050301.12>

Hidayah, P., Izzati, M., Parman, S., Biologi, P. S., Biologi, D., Diponegoro, U., Biologi, D., & Diponegoro, U. (2017). Pertumbuhan dan Produksi Tanaman

Kentang (*Solanum tuberosum* L . var . Granola) pada Sistem Budidaya yang Berbeda. *Ejurnal Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 2(2), 218–225. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/baf.2.2.2017.218-225>

Minaev, K., Martynova, D., Knyazev, A., Zaharov, A., & Shenderova, I. (2014). Influence of primary glyoxal on properties of tested drilling mud. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 21(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/21/1/012035>

Mursyidah, Hadziqoh, N., Septian, R., & Khalid, I. (2019). Pengaruh Ukuran Partikel Aditif Biomass Activated. *Journal Prosiding SNFUR-4, September*, 978–979.

Niken, A., & Adepristian, D. (2013). Isolasi amilosa dan amilopektin dari pati kentang. *Teknologi Kimia Dan Industri*, 2(3), 57–62.

Novrianti, Khalid, I., & Melysa, R. (2018). Performance Analysis of Local Pekanbaru Bentonite for Reactive. *Journal Of Earth Energy Engineering*, 6(1), 23–32.

Omotioma, M., Ejikeme, P. C. N., & Ume, J. I. (2015). Improving the rheological properties of water based mud with the addition of cassava starch. *IOSR Journal of Applied Chemistry*, 8(8), 70–73. <https://doi.org/10.9790/5736-08817073>

Parulian, R. A., Hamid, A., & Rosyidan, C. (2017). Penanggulangan Lost Circulation Dengan Menggunakan Metode Under Balanced Drilling Pada Sumur Y , Blok Z. *Jurnal Petro*, VI(3), 107–115.

Raharja, R., Kasmungin, S., & Hamid, A. (2018). Analisis Rheologi Lumpur Lignosulfonat Dengan Penambahan LCM Berbahan Serbuk Gergaji, Batok, dan Sekam Berbagai Temperatur. *Jurnal Offshore: Oil, Production Facilities and Renewable Energy*, 2(2), 33–42.

Raheleh, S., Norhafizah, A., Nowtarki K, T., S. A, H., & Biak D. R, A. (2014).

Rheological and Fluid Loss Properties of Water Based Drilling Mud Containing HCl-Modified Fufu as a Fluid Loss Control Agent. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 5(6), 446–450. <https://doi.org/10.7763/ijcea.2014.v5.426>

Ramanda, K., Satiyawira, B., & Sundja, A. (2015). “Terjepitnya Rangkaian Pipa Pemboran Pada Sumur ‘ JH -151 ’ Lapangan X DI PT. Pertamina EP.” *Seminar Nasional Cendekiawan*, ISSN: 2460-8696, 197–203.

Saleh Bin Taleb, F. F., & Ibrahim, M. N. M. (2012). Application of lignin from oil palm biomass as a fluid lost reducer. *Advanced Materials Research*, 463–464, 822–826. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.463-464.822>

Satiyawira, B. (2014). Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Fisik Sistem Low Solid Mud Dengan Penambahan Aditif Biopolimer Dan Bentonite Extender. *Jurnal Petro*, VII (4), 144-151. <http://trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id/index.php/petro>

Satiyawira, B., & Imanurdana, G. (2018). Evaluasi Penyebab Hilang Sirkulasi Lumpur Dan Penanggulangannya Pada Pemboran Sumur-Sumur Lapangan Minyak “X.” *Jurnal Petro*, VII(4), 152–158.

Wami, E. N., Nmegbu, C. G. J., & Pius, J. I. (2015). Drilling Mud Formulation Using Potato Starch (Ipomoea Batatas). *International Journal of Engineering Research and Applications*, 5(9), 48–54.

Widada, S., Afifah, H., Said, S., & Hendaryono, H. (2019). Jenis Mineral Lempung Endapan Kuarter Pantai Semarang Jawa Tengah dan Potensinya sebagai Lumpur Pemboran. *Jurnal Offshore: Oil, Production Facilities and Renewable Energy*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.30588/jo.v3i1.488>

Zakky, Z., Satiyawira, B., & Samsol, S. (2019). Studi Laboratorium Pemilihan Additif Penstabil Shale Di Dalam Sistem Lumpur Kcl-Polimer Pada Temperatur Tinggi. *Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics*, 3(1), 50. <https://doi.org/10.33021/jmem.v3i1.544>

Zoveidavianpoor, M., & Samsuri, A. (2016). The use of nano-sized Tapioca starch as a natural water-soluble polymer for filtration control in water-based drilling muds. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 34, 832–840. <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2016.07.048>



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau